

IV. SZCZEGÓŁOWE WYMAGANIA DOTYCZĄCE PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

1. Informacje ogólne

System dalekosiężnej transmisji optycznej stanowi element laboratorium służącego badaniu innowacyjnych technologii sieciowych realizowanego w ramach projektu "PIONIER-LAB - Krajowa Platforma Integracji Infrastruktur Badawczych z Ekosystemami Innowacji".

Zakres budowy systemu dalekosiężnej transmisji optycznej został podzielony na następujące zadania:

- 1) **Zadanie od A1 do A38** – dostawa, instalacja i uruchomienie podsystemu transmisyjnego NG-OTN (ang. Next-Generation – Optical Transport Network) obejmującego:
 - **Zadanie A1** – obejmujące realizację linii Poznań 1 – Gorzów Wlkp. – Szczecin – Koszalin – Gdańsk wraz z węzłami w Gorzowie Wlkp. i Słubicach oraz z odejściem od Gorzowa Wlkp. do Słubic, zadanie to nie obejmuje budowy węzłów: Poznań 1, Szczecin, Koszalin i Gdańsk (objętych w innych zadaniach);
 - **Zadanie A2** – obejmujące realizację linii Gdańsk – Olsztyn – Białystok – Warszawa wraz z węzłami w Elblągu, Suwałkach, Ogrodnikach i Kuźnicy oraz z odejściami z Suwałk do Ogrodnik i z Białegostoku do Kuźnicy, zadanie to nie obejmuje budowy węzłów w: Gdańsku, Olsztynie, Białymstoku i Warszawie (objętych w innych zadaniach);
 - **Zadanie A3** – obejmujące realizację linii Poznań 1 – Poznań 2 – Sochaczew – Warszawa, zadanie to nie obejmuje budowy węzłów Poznań 1 i Poznań 2 oraz węzła w Warszawie (objętych w innych zadaniach);
 - **Zadanie A4** – obejmujące realizację linii Gdańsk – Toruń – Bydgoszcz – Poznań 2, zadanie to nie obejmuje budowy węzłów w: Gdańsku, Toruniu, Bydgoszczy oraz węzła Poznań 2 (objętych w innych zadaniach);
 - **Zadanie A5** – obejmujące realizację linii Poznań 1 – Zielona Góra – Wrocław, zadanie to nie obejmuje budowy węzłów w Zielonej Górze i Wrocławiu oraz węzła Poznań 1 (objętych w innych zadaniach);
 - **Zadanie A6** – obejmujące realizację linii Wrocław – Opole – Katowice – Kraków i Katowice – Bielsko-Biała – Kraków wraz z węzłami w Bielsku-Białej, Cieszynie i Zwardoniu oraz z odejściami od Bielska-Białej do Cieszyna oraz od Bielska-Białej do Zwardonia, zadanie to nie obejmuje budowy węzłów we Wrocławiu, Opolu, Katowicach i Krakowie (objętych w innych zadaniach);
 - **Zadanie A7** – obejmujące realizację linii Kraków – Kielce – Radom – Warszawa, zadanie to nie obejmuje budowy węzłów w Krakowie, Kielcach, Radomiu i Warszawie (objętych w innych zadaniach);
 - **Zadanie A8** – obejmujące realizację linii Kraków – Rzeszów – Zamość – Lublin – Puławy – Radom wraz z węzłem w Zamościu i Hrebennym oraz z odejściem od Zamościa do Hrebenne, zadanie to nie obejmuje budowy węzłów w Krakowie, Rzeszowie, Lublinie, Puławach i Radomiu (objętych w innych zadaniach);

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- **Zadanie A9** – obejmujące realizację linii Katowice – Częstochowa – Łódź – Sochaczew, zadanie to nie obejmuje budowy węzłów w Katowicach, Częstochowie i Łodzi (objętych w innych zadaniach);
- **Zadanie A10** – obejmujące realizację linii Poznań 1 – Łódź, zadanie to nie obejmuje budowy węzła w Łodzi i węzła Poznań 1 (objętych w innych zadaniach);
- **Zadanie A11** – obejmujące realizację linii Toruń – Płock – Warszawa wraz z węzłem w Płocku, zadanie to nie obejmuje budowy węzłów w Toruniu i Warszawie (objętych w innych zadaniach);
- **Zadanie A12** – obejmujące realizację linii Poznań 1 – Leszno – Wrocław wraz z węzłem w Lesznie, zadanie to nie obejmuje budowy węzła Poznań 1 i węzła we Wrocławiu (objętych w innych zadaniach);
- **Zadanie A13** – węzeł podsystemu w Białymstoku;
- **Zadanie A14** – węzeł podsystemu w Bydgoszczy;
- **Zadanie A15** – węzeł podsystemu w Częstochowie;
- **Zadanie A16** – węzeł podsystemu w Gdańsku;
- **Zadanie A17** – węzeł podsystemu w Katowicach;
- **Zadanie A18** – węzeł podsystemu w Kielcach;
- **Zadanie A19** – węzeł podsystemu w Koszalinie;
- **Zadanie A20** – węzeł podsystemu w Krakowie;
- **Zadanie A21** – węzeł podsystemu w Lublinie;
- **Zadanie A22** – węzeł podsystemu w Łodzi;
- **Zadanie A23** – węzeł podsystemu w Olsztynie;
- **Zadanie A24** – węzeł podsystemu w Opolu;
- **Zadanie A25** – węzeł podsystemu w Poznaniu - Poznań 1;
- **Zadanie A26** – węzeł podsystemu w Poznaniu - Poznań 2;
- **Zadanie A27** – węzeł podsystemu w Puławach;
- **Zadanie A28** – węzeł podsystemu w Radomiu;
- **Zadanie A29** – węzeł podsystemu w Rzeszowie;
- **Zadanie A30** – węzeł podsystemu w Szczecinie;
- **Zadanie A31** – węzeł podsystemu w Toruniu;
- **Zadanie A32** – węzeł podsystemu w Warszawie;
- **Zadanie A33** – węzeł podsystemu we Wrocławiu;
- **Zadanie A34** – węzeł podsystemu w Zielonej Górze;
- **Zadanie A35** – obejmuje realizację węzła podsystemu w Mikołajkach wraz z realizacją linii Mikołajki – Olsztyn i integracją z podsystemem w Olsztynie, zadanie to nie obejmuje budowy węzła w Olsztynie (objęty w innym zadaniu);
- **Zadanie A36** – obejmuje realizację podsystemu monitorowania włókien;
- **Zadanie A37** – dostawa i instalacja muxponderów szyfrujących;
- **Zadanie A38** – dostawa i instalacja modułów transmisyjnych 800GE.

Opis poszczególnych Zadań typu A został przedstawiony w punkcie 2.7.

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- 2) **Zadanie B** – dostawa, instalacja i uruchomienie podsystemu NMS (ang. Network Management System) (opis zadania został przedstawiony w punkcie 3).
- 3) **Zadanie C** – dostawa, instalacja i uruchomienie podsystemu zarządzania elementami sieci poza pasmem (OoB) (opis zadania został przedstawiony w punkcie 4).
- 4) **Zadanie D** – dostawa, instalacja i uruchomienie podsystemu podtrzymania zasilania (opis zadania został przedstawiony w punkcie 5).
- 5) **Zadanie E** – dostawa, instalacja i uruchomienie podsystemu wizualizacji (opis zadania został przedstawiony w punkcie 6).
- 6) **Zadanie F** – dostawa, instalacja i uruchomienie podsystemu zabezpieczeń (opis zadania został przedstawiony w punkcie 7).

2. Zadania od nr A1 do nr A38 – Wymagania dla podsystemu transmisyjnego NG-OTN

Dostarczony, zainstalowany i uruchomiony podsystem transmisji NG-OTN, musi tworzyć w pełni optyczny, przełączalny (ang. PXC – photonic cross connects) optyczny system transmisyjny (na poziomie pojedynczych kanałów optycznych – typu media channel) realizujący transmisje optycznych sygnałów (w tym sygnałów z obcych systemów – typu alien wavelengths, czy wydzielonego spektrum) pomiędzy dowolnymi węzłami w całej sieci bez regeneracji¹ sygnału (w tym bez przetwarzania sygnału na postać elektryczną). Zestawianie połączeń w podsystemie transmisyjnym NG-OTN musi być realizowane niezależnie w sposób ręczny na urządzeniach, za pomocą systemu kontroli (ang. Control Plane), z poziomu aplikacji zarządzającej NMS (ang. Network Management System) oraz mechanizmów zarządzania i sterowania siecią wielowarstwową (SDN - ang. Software Defined Networking). Podsystem transmisyjny NG-OTN musi być przystosowany do transmisji sygnałów koherentnych.

Wymienione poniżej pojęcia stosowane w treści dokumentu rozumiane są jak następuje:

- 1) **media channel – kanał optyczny (optical channel)** – rozumie się przez to (w braku innego określenia) kanał medium optycznego jako powiązanie mediów, które reprezentuje zarówno topologię (tj. ścieżkę przez media), jaki i zasoby (tj. częstotliwość środkowa oraz szerokość widmowa kanału – flexible grid), które zajmuje (zalecenia ITU-T G.807); media channel może być utworzony w systemie optycznym zarówno dla sygnałów typu native wavelengths jak i alien wavelengths;

¹ Poprzez pojęcie „bez regeneracji” rozumie się brak zastosowania regeneracji 3R (ang. re-amplification, re-shaping, re-timing) pomiędzy optycznymi portami liniowymi pary współpracujących ze sobą transponderów bez wykorzystania przetwarzania sygnału optycznego na postać elektryczną. Dopuszczalne jest wzmacnianie mocy optycznej sygnału wzdłuż trasy z wykorzystaniem wzmacniaczy optycznych.

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- 2) **native wavelengths/carrers** – **sygnał macierzysty** – rozumie się przez to (w braku innego określenia) odpowiednio sygnał optyczny pochodzący z transpondera będącego wyposażeniem optycznego systemu transmisyjnego i będącego zarządzanym przez ten system;
- 3) **alien wavelengths**, lub **alien wave** lub **alien lambda** – **sygnał obcy** – rozumie się przez to (w braku innego określenia) odpowiednio sygnał optyczny o danej częstotliwości fali nośnej i szerokości widmowej, nie pochodzący z macierzystego optycznego systemu transmisyjnego lecz z innych urządzeń (w tym także innego producenta), który może być transmitowany w danym optycznym systemie transmisyjnym na równi z innymi sygnałami danego optycznego systemu transmisyjnego (ang. native wavelengths/carrers), a także z innymi sygnałami typu alien wavelengths;
- 4) **flexible grid** lub **gridless** – rozumie się przez to (w braku innego określenia) odpowiednio funkcjonalność dowolnego, elastycznego, przydziału pasma częstotliwości dla kanałów optycznych (media channel) o różnej szerokości widmowej w całym zakresie pracy systemu transmisyjnego w celu umożliwienia transmisji sygnałów o różnych przepływnościach, różnych formatach modulacji oraz różnej szerokości widmowej; częstotliwość środkowa kanału optycznego typu flexible grid (zalecenia ITU-T G.694.1) musi być definiowana z krokiem (ang. frequency grid) nie większym niż 6,25 GHz, zaś szerokość kanału (ang. slot width) musi być definiowana z zakresu co najmniej od 37,5 GHz do co najmniej 4,8 THz z krokiem (ang. frequency slot) nie większym niż 6,25 GHz, oba parametry definiowane w całym paśmie pracy podsystemu transmisyjnego NG-OTN;
- 5) **MD-ROADM** (ang. Multi-Degree Reconfigurable Optical Add and Drop Multiplexer) – rozumie się przez to (w braku innego określenia) odpowiednio węzeł sieci optycznej/systemu optycznego (z zwielokrotnieniem falowym - ang. WDM - Wavelength Division Multiplexing) o funkcjonalności przestrajalnego multipleksera, wyposażony w co najmniej dwa kierunki zewnętrzne (liniowe, R-WADD) i co najmniej jeden kierunek wewnętrzny (lokalny, R-LADD); realizujący transmisję „na wprost” pomiędzy dowolnymi kierunkami zewnętrznymi (ang. pass through) oraz transmisję pomiędzy dowolnym kierunkiem zewnętrznym a dowolnym kierunkiem wewnętrznym (funkcjonalność ang. add/drop);
- 6) **R-WADD** (ang. reconfigurable wavelength add/drop devices) – rozumie się przez to (w braku innego określenia) odpowiednio blok funkcjonalny w węźle MD-ROADM stosowany do selektywnego przełączania pojedynczych sygnałów optycznych (ang. media channel) z jednej linii optycznej do innej linii optycznej lub wydobycia danego sygnału w węźle – funkcja add/drop;
- 7) **R-LADD** (ang. reconfigurable local add/drop devices) – rozumie się przez to (w braku innego określenia) odpowiednio blok funkcjonalny w węźle MD-ROADM realizujący selektywne wprowadzanie i wyprowadzanie sygnałów w węźle (w tym alien wavelengths i media channels) na transpondery lub inne urządzenia;
- 8) **colorless** – rozumie się przez to (w braku innego określenia) odpowiednio funkcjonalność węzła MD-ROADM polegającą na możliwości zmiany częstotliwości środkowej pojedynczego kanału optycznego (media channel) i jednocześnie zestawienie go pomiędzy portem zakończenia usługi w węźle (ang. determination point) dla sygnału optycznego OTSi (ang. carrier/signal), a portem kierunku liniowego (transmisja typu add/drop) bez fizycznej ingerencji operatora, a jedynie poprzez

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

zmianę programową węzła MD-ROADM; z funkcjonalnością colorless związane jest przestrzajanie częstotliwości środkowej sygnału macierzystego;

- 9) **directionless** – rozumie się przez to (w braku innego określenia) odpowiednio funkcjonalność węzła MD-ROADM polegającą na możliwości zestawienia pojedynczego kanału optycznego (media channel) dla transmisji sygnału optycznego (transmisja typu add/drop) pomiędzy portem zakończenia usługi w węźle (ang. determination point) dla tego sygnału optycznego OTSi, a portem kierunku liniowego bez fizycznej ingerencji operatora, a jedynie poprzez zmianę programową węzła MD-ROADM;
- 10) **contentionless** – rozumie się przez to (w braku innego określenia) odpowiednio funkcjonalność węzła MD-ROADM polegającą na możliwości zestawienia co najmniej dwóch kanałów optycznych (media channel) dla transmisji typu add/drop (których przydzielone widma częstotliwości pokrywające się – zakres przydzielonych częstotliwości „slot width” pokrywają się) pomiędzy portami zakończeń usług w węźle (ang. determination point) dla tego sygnałów optycznych OTSi, a portami kierunków liniowych bez fizycznej ingerencji operatora, a jedynie poprzez zmianę programową węzła MD-ROADM;
- 11) **gain flatness / gain ripple** – rozumie się przez to (w braku innego określenia) odpowiednio niejednakową wartość wzmocnienia wzmacniacza (EDFA, RAMAN) w funkcji częstotliwość/długości fali, definiowaną jako różnica pomiędzy największym a najmniejszą wartością wzmocnienia w całym paśmie pracy wzmacniacza;
- 12) **tilt / gain tilt (multichannel gain tilt)** – rozumie się przez to (w braku innego określenia) odpowiednio nachylenie charakterystyki wzmocnienia wzmacniacza optycznego (ITU-T G.661 07/2007).

2.1. Opis architektury podsystemu transmisyjnego NG-OTN

- 1) Podsystem transmisyjny NG-OTN (zwany również zamiennie systemem transmisji optycznej / systemem transmisyjnym / siecią optyczną) musi realizować transmisję: niezależnych koherentnych sygnałów optycznych o przepływnościach (po stronie liniowej transponderów/muxponderów) co najmniej 200G, 800G i 1,2T, transmisję optycznych sygnałów obcych (alien wavelengths – o różnej szerokości widmowej) oraz transmisję dla usługi optycznego spektrum (ang. spectrum service). Transmisje te muszą być realizowane w zakresie co najmniej pasma C oraz przyległych częstotliwości.
- 2) Podsystem transmisyjny NG-OTN musi realizować funkcjonalność flexible grid w całym zakresie widmowym (całym paśmie) pracy.
- 3) Podsystem transmisyjny NG-OTN musi realizować transmisję co najmniej 64 jednoczesnych kanałów optycznych (występujących jeden po drugim i niepokrywających się) w technologii z wielokrotnieniem falowym DWDM (ang. Dense Wavelength Division Multiplexing) z odstępem między kanałowym 75,0 GHz i szerokością poszczególnych kanałów 75,0 GHz na jednym włókien, w każdym kierunku transmisyjnym (praca dwukierunkowa na parze włókien); musi on realizować transmisję co najmniej 128 jednoczesnych kanałów optycznych z odstępem między kanałowym 37,5 GHz i szerokością poszczególnych kanałów 37,5 GHz (na jednym włóknie jak powyżej).

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

Transmisja musi być realizowana na częstotliwościach w zakresie obejmującym pasmo C oraz przyległe częstotliwości. Wymaganie dotyczy każdego odcinka pomiędzy węzłami w sieci.

- 4) Podsystem transmisyjny NG-OTN musi realizować jednoczesną transmisję sygnałów optycznych, dla których zostały zestawione kanały optyczne o różnej szerokości widmowej (mix grid i flexible grid) zajmujące (kanał przy kanale) co najmniej zakres widma jak w powyższym punkcie 3).
- 5) Podsystem transmisyjny NG-OTN musi wykorzystywać urządzenia realizujące funkcjonalność wielostopniowych konfigurowalnych multiplekserów optycznych (węzły sieci optycznej z przełączaniem kanałów optycznych) – MD-ROADM.
- 6) Podsystem transmisyjny NG-OTN musi posiadać w węzłach sieciowych MD-ROADM, dla sygnałów wprowadzanych i wyprowadzania z systemu transmisyjnego – ang. Add/Drop, funkcjonalność kierowania tego sygnału w dowolnym kierunku liniowym (ang. directionless) oraz funkcjonalność dowolnej zmiany częstotliwości fali nośnej tego sygnału (funkcjonalność ang. colorless) w całym zakresie pasma transmisyjnego oferowanego systemu optycznego; powyższe funkcjonalności muszą być realizowane bez fizycznej ingerencji obsługi technicznej, a jedynie poprzez programową, zdalną zmianę konfiguracji. Wymaga się aby węzły MD-ROADM realizowały funkcjonalność contentionless. Ponadto węzły MD-ROADM muszą realizować funkcjonalność flexible grid w całym zakresie widmowym pracy systemu.
- 7) Wymaga się, aby każdy z węzłów MD-ROADM podsystem transmisyjny NG-OTN mógł być rozbudowany o kolejne kierunki (do minimum dwunastu, licząc razem kierunki liniowe, kierunki do wymiany pasma pomiędzy systemami transmisyjnymi i wewnętrznymi) bez wpływu na funkcjonowanie węzła sieciowego oraz przerwy w transmisji już pracujących sygnałów optycznych i kanału zarządzania.
- 8) Podsystem transmisyjny NG-OTN musi być tak zaprojektowany, aby uruchomienie kolejnych transmisji w systemie na dowolnych (dostępnych, niezajętych częstotliwościach pasma optycznego) kanałach optycznych (w tym z funkcjonalnością flexible grid) nie powodowało przerw na istniejących połączeniach (dotyczy to zarówno połączeń przechodzących przez dany węzeł – ang. pass-thru – jak i kończących się – ang. add/drop – w węźle MD-ROADM). Ponadto uruchomienie nowych transmisji nie może powodować konieczności instalacji dodatkowych elementów/modułów systemu transmisyjnego oraz licencji, za wyjątkiem modułów transponderów/muxponderów, obudów do ich instalacji oraz wyposażenia R-LADD na końcu zestawianego połączenia.
- 9) Liczba, typy i rozmieszczenie wzmacniaczy optycznych na liniach światłowodowych muszą być tak zaprojektowane, przez Wykonawcę, aby zapewnić jak najlepszą pracę podsystemu transmisyjnego NG-OTN dla wymaganych transmisji sygnałów optycznych (optymalizacja w celu uzyskania dla sygnałów jak najlepszej wartości stosunku mocy optycznej sygnału do szumu, ang. OSNR – Optical Signal to Noise Ratio oraz ang. GOSNR – Generalized Optical Signal to Noise Ratio – ITU-T G.977.1 10/2022, uwzględniając optymalizację parametru gain ripple dla każdej linii) przy założeniu transmisji sygnałów optycznych na każdej linii światłowodowej dla dowolnej liczby kanałów optycznych (od 1 do co najmniej 128 kanałów z różną szerokością kanałów optycznych w zakresie od 37,5 GHz do co

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

najmniej 4800 GHz, w tym jednocześnie kanały o różnej szerokości). Uruchomienie na dowolnym odcinku sieci (dotyczy każdego połączenia pomiędzy węzłami MD-ROADM) jednoczesnej transmisji wielu sygnałów optycznych, a w szczególności zajęcia przez sygnały/kanały optyczne całego pasma systemu transmisyjnego, NIE MOŻE spowodować nasycenia się wzmacniaczy optycznych.

- 10) Węzły typu MD-ROADM realizowane w ramach przedmiotu zamówienia muszą znajdować się we wskazanych lokalizacjach wymienionych w punkcie. 2.7. Nie mogą być one instalowane w innych lokalizacjach. Pozostałe węzły podsystemu transmisyjnego NG-OTN realizowane w ramach przedmiotu zamówienia (np. typu ILA – wzmacniacze liniowe) mogą być zainstalowane w lokalizacjach wskazanych do tego celu w tabelach w punkcie 9.2. Wybór z podanych lokalizacji należy do Wykonawcy z uwzględnieniem zapisów akapitu powyżej. **Nie dopuszcza** się instalacji urządzeń podsystemu transmisyjnego NG-OTN w niewymienionych lub niewskazanych lokalizacjach.
- 11) Podsystem transmisyjny NG-OTN musi poprawnie działać z bitową stopą błędów dla sygnałów klienckich (po korekcyi przez mechanizm detekcyjno-korekcyjny) nie gorszą jak 1×10^{-15} (tj. wartość równa lub mniejsza od 1×10^{-15}) w cały okresie eksploatacji systemu (EOL – ang. End of Life), przy uwzględnieniu dowolnej, w tym maksymalnej, liczby transmitowanych sygnałów optycznych w danej relacji, rozumianej jako połączenie pomiędzy dowolnymi węzłami MD-ROADM w sieci.
- 12) Podsystem transmisyjny NG-OTN musi być tak zaprojektowany aby funkcja kompensacji dyspersji chromatycznej nie była realizowana poprzez zastosowanie elementów kompensacyjnych w linii światłowodowej lub wzmacniaczach. Kompensacja dyspersji musi być realizowana w modułach transponderów (w części nadawczej lub odbiorczej) np. w układach DSP (ang. Digital Signal Processor).
- 13) Wszystkie elementy podsystemu transmisyjnego NG-OTN (z wyłączeniem patchcordów i tłumików światłowodowych) muszą pochodzić od jednego producenta.
- 14) Wszystkie elementy podsystemu transmisyjnego NG-OTN (z wyłączeniem patchcordów i tłumików światłowodowych) muszą być zarządzane, konfigurowane oraz monitorowane w poszczególnych urządzeniach (węzłach) z poziomu systemu zarządzania tymi urządzeniami jak i w ramach podsystemu NMS (opisanego w punkcie 3 – Zadanie B). Ponadto wszystkie użyte w systemie optycznym obudowy i elementy aktywne w danej lokalizacji (węzeł sieciowy optycznej) zastosowane do realizacji danego zadania muszą być widziane przez podsystem NMS jako węzeł logiczny.

2.2. Zarządzanie urządzeniami podsystemu transmisyjnego NG-OTN

Konfiguracja urządzeń podsystemu transmisyjnego NG-OTN (węzłów sieciowych) musi być realizowana poprzez tryb tekstowy z poziomu CLI (ang. Command Line Interface) za pośrednictwem protokołu komunikacyjnego SSH (poprzez kanał OSC/DCN – ang. Optical Supervisory Channel /Data Communication Network – oraz wbudowany w urządzeniu port FastEthernet lub GigaEthernet) i poprzez dedykowany interfejs konsolowy RS- 232 (zrealizowany na złączu RJ-45, dopuszcza się realizację interfejsu RS-232

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

w postaci gniazda/złącza innego typu, np. DB-9, jednak wówczas Wykonawca musi dostarczyć odpowiednie adaptory umożliwiające podłączenie przewodu konsolowego zakończonego wtykiem RJ45). Interfejs CLI urządzenia (generowane komunikaty i wydawane komendy) musi bazować na języku polskim lub angielskim (dopuszczalne jest stosowanie skrótów lub nazw własnych mających jednak za bazę język polski lub angielski). Urządzenie podsystemu transmisyjnego NG-OTN musi obsługiwać edycję konfiguracji implementowanej na urządzeniu bez natychmiastowego uruchamiania poszczególnych elementów podlegających edycji.

Konfiguracja urządzeń podsystemu transmisyjnego NG-OTN musi być realizowana również poprzez interfejs WebGUI (wymagania językowe jak powyżej dla wszystkich poziomów menu).

Urządzenia podsystemu transmisyjnego NG-OTN muszą posiadać dedykowany interfejs typu Ethernet (FastEthernet lub GigaEthernet) oraz lokalny port/złącze konsoli/interfejsu RS-232 umożliwiające ich zarządzanie poprzez podłączenie do urządzeń podsystemu zarządzania elementami sieci optycznej poza pasmem (OoB) (Zadanie C).

Urządzenia podsystemu transmisyjnego NG-OTN muszą umożliwiać wymianę informacji z dowolnymi stacjami zarządzania sieciami transmisyjnymi/teleinformatycznymi (np. Tivoli Netcool/OMNIBus) z wykorzystaniem protokołu SNMP w wersji SNMPv2c oraz SNMPv3 (w tym obsługa SNMP TRAP). Ponadto urządzenia podsystemu transmisyjnego NG-OTN muszą umożliwiać wysyłanie logów na zdalny serwer syslog (co najmniej na dwa adresy IP).

Wszystkie węzły podsystemu transmisyjnego NG-OTN (w tym węzły optycznych wzmacniaczy liniowych – ang. ILA) muszą być monitorowane i zarządzane poprzez kanały DCN (ang. Data Communication Network) typu in-band, tj. zrealizowane z wykorzystaniem wydzielonego optycznego kanału zarządzania OSC (ang. Optical Supervisory Channel) pracującego na tej samej parze włókien, na których realizowana jest transmisja sygnałów transportowych (użytecznych). Kanał ten musi być podstawowym kanałem komunikacji poszczególnych elementów sieci (węzłów) ze sobą i stacją zarządzania NMS (np. w procesie zestawiania nowych połączeń, wysyłania informacji z urządzeń, itp.). Opis wymagań dla kanału zarządzania OSC został przedstawiony w punkcie 2.4.4.

Urządzenia aktywne (węzły sieci) muszą realizować wysyłanie za pomocą protokołu SNMP wiadomości informacyjno-ostrzegawczych (ang. trap messages) do stacji zarządzających (co najmniej na cztery niezależne adresy IP – w tym stacje nie będące dedykowanymi do podsystemu NMS) w przypadku:

- zaniku napięcia w obwodzie zasilającym;
- uszkodzenia układu zasilającego;
- uruchomienia urządzenia po zaniku zasilania, tzw. „cold start”;
- zaniku sygnału optycznego na modułach transponderów, muxponderów, wzmacniaczach optycznych, przestrajalnych multiplekserach optycznych oraz filtrach przestrajalnych (dla multiplekserów i filtrów przestrajalnych wymagane to musi być spełnione zarówno dla sygnału zbiorczego jak i pojedynczych kanałów optycznych);

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- przekroczenia zdefiniowanych progów wartości: poziomów mocy odbieranych i nadawanych sygnałów optycznych (między innymi w transponderach, wzmacniaczach, multiplekserach i filtrach przestrajalnych - zarówno dla sygnału zbiorczego jak i pojedynczych kanałów), błędów w transmisji.

Urządzenia aktywne podsystemu transmisyjnego NG-OTN muszą realizować synchronizację wewnętrznego zegara czasu (data i godzina) poprzez protokół NTP (Network Time Protocol) oraz muszą mieć możliwość ustawienia stref czasowych.

Urządzenia podsystemu transmisyjnego NG-OTN muszą umożliwiać aktualizację ich oprogramowania przez Zamawiającego z poziomu CLI jak i WebGUI. Procedura aktualizacji oprogramowania musi być realizowana lokalnie poprzez port Ethernet urządzenia (bez dostępu do sieci, w tym kanału OSC/DCN), jak i zdalnie poprzez sieć DCN z serwera Zamawiającego. Procedura aktualizacji musi być odporna na ewentualne błędy i przerwy podczas transmisji oprogramowania na urządzenie (węzeł sieci). Urządzenia muszą realizować funkcjonalność przywrócenia poprzedniego oprogramowania bez procedury ponownego wgrywania poprzedniego oprogramowania. **Procedura aktualizacji oprogramowania urządzeń podsystemu transmisyjnego NG-OTN (przesyłanie i aktywowanie oprogramowania) nie może być uzależniona od dostępu do sieci Internet lub realizowana poprzez dedykowane połączenia do Wykonawcy, producenta lub innych podmiotów oraz nie może być uzależniona od konieczności połączenia z podsystemem NMS.**

Urządzenia podsystemu transmisyjnego NG-OTN muszą umożliwiać wymianę modułów zarządzających (w poszczególnych węzłach) bez przerwy w transmisji sygnałów optycznych (nie zależnie od ich typu).

Urządzenia podsystemu transmisyjnego NG-OTN muszą umożliwiać definiowanie różnych poziomów uprawnień użytkowników w dostępie do nich (co najmniej: administracyjny – pełny dostęp, konfiguracyjny – konfiguracja serwisów i urządzenia bez dostępu do ustawień związanych z bezpieczeństwem dostępu do urządzeń, monitorujący – dostęp do danych transmisyjnych sygnałów użytkowych). Dodatkowo urządzenia muszą umożliwiać współpracę z serwerami uwierzytelniania RADIUS oraz TACACS+.

Zarządzanie i monitorowanie podsystemu transmisyjnego NG-OTN poprzez podsystem NMS jest opisane w Zadaniu B (punkt 3 Części IV SWZ).

Wymaga się, aby podsystem transmisyjny NG-OTN działał poprawnie (na etapie instalacji i eksploatacji) bez konieczności podłączania jego oraz podsystemu NMS do sieci Internet oraz zestawiania dedykowanych połączeń do producenta systemu, Wykonawcy lub innego podmiotu. Wszystkie połączenia wykorzystywane do zarządzania, konfiguracji, aktualizacji oprogramowania elementów podsystemu transmisyjnego NG-OTN muszą odbywać się w ramach dostarczonego podsystemu transmisyjnego NG-OTN, zaś połączenia pomiędzy podsystemem transmisyjnym NG-OTN a serwerami Zamawiającego (np. NMS, NTP, syslog) muszą być zrealizowane poprzez sieć zarządzaną przez Zamawiającego.

Za pośrednictwem wiersza poleceń CLI (poprzez SSH oraz przez interfejs konsoli) i WebGUI oraz poprzez interfejs REST lub NETCONF musi być realizowana konfiguracja usług transmisyjnych zarówno dla sygnałów macierzystych jak i sygnałów obcego typu alien wavelenghts.

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

Za pośrednictwem wiersza poleceń CLI (poprzez SSH oraz przez interfejs konsoli) i WebGUI, SNMP oraz przez interfejs REST lub NETCONF, lub telemetrię (gRPC NMI streaming telemetry) muszą być dostępne między innymi następujące informacje z poszczególnych węzłów/urządzeń podsystemu transmisyjnego dotyczące monitorowania parametrów (ang. Performance Monitoring):

- a) temperatura poszczególnych modułów – wartości bieżące chwilowe; wartości minimalna, średnia i maksymalna w bieżącym interwale 15 minutowym oraz te wartości w co najmniej 32 historycznych interwałach 15 minutowych; wartości minimalna, średnia i maksymalna w bieżącym interwale 24 godzinnym oraz te wartości w co najmniej 2 interwałach 24 godzinnych;
- b) moc energii elektrycznej pobieranej przez poszczególne moduły – wartości bieżące chwilowe; wartości średnia i maksymalna w bieżącym interwale 15 minutowym oraz te wartości w co najmniej 32 historycznych interwałach 15 minutowych; wartości średnia i maksymalna w bieżącym interwale 24 godzinnym oraz te wartości w co najmniej 2 interwałach 24 godzinnych;
- c) statystyki na portach klienckich transponderów/muxponderów dotyczące transmisji ramek Ethernet obejmujące informację o: liczbie wysłanych ramek, liczbie wysłanych bajtów, liczbie odebranych ramek, liczbie odebranych bajtów, liczbie odebranych ramek z błędem cyklicznego kodu nadmiarowego (ang. CRC – Cyclic Redundancy Check) oraz błędach w warstwie PCS (ang. Physical Coding Sublayer) – dotyczy to statystyk z bieżącego interwału 15 minutowego i 24 godzinnego oraz statystyki historycznych z co najmniej 32 interwałów 15 minutowych oraz co najmniej 2 interwałów 24 godzinnych);
- d) alarmy z transponderów/muxponderów dotyczące: zaniku sygnału (LOS – Loss of Signal), błędu synchronizacji zegara sygnału odbieranego (CLoS – Clock-Loss of Synchronisation), ramek OTN – OTU/ODU/TCM;
- e) dane o zainstalowanych modułach (między innymi: typ, nr seryjny);
- f) lista zdarzeń, które wystąpiły w urządzeniu (ang. log / event log) między innymi: alarmy dotyczące funkcjonowania urządzenia, alarmy dotyczące poprawności transmisji, przekroczenia zdefiniowanych progów (ang. threshold) wartości różnych parametrów (np.: temperatury, poziomów mocy odbieranych sygnałów optycznych, błędów w transmisji), logowania użytkowników do urządzeń, itp.;
- g) dodatkowo informacje raportowane przez elementy opisane w rozdziale 2.4. i 2.5.

Urządzenia aktywne podsystemu transmisyjnego NG-OTN muszą realizować zbieranie danych (telemetria) i ich udostępnianie z wykorzystaniem mechanizmów strumieniowania poprzez np. streaming telemetry gRPC.

Urządzenia muszą realizować przypisywanie przez użytkownika własnych opisów (ang. alias) do modułów oraz interfejsów.

2.3. Warstwa sterująca podsystemu transmisyjnego NG-OTN

Urządzenia muszą posiadać interfejs SDN umożliwiający globalne zarządzanie siecią przez logiczną centralizację funkcji kontrolnych pozwalającą na sterowanie wieloma urządzeniami systemu. Serwisy

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

muszą być kontrolowane na poziomie abstrakcyjnej sieci niezwiązanej z pojedynczymi urządzeniami. Zaimplementowany protokół musi pozwalać aby trasa połączenia poprzez podsystem transmisyjny NG-OTN była określana przez oprogramowanie działające w kontrolerze.

Architektura SDN musi uwzględniać:

- warstwę aplikacyjną (ang. application layer);
- kontroler sieci z mostkiem północnym (ang. SDN controller with NBI Northbound Interface);
- mostek południowy (ang. southbound interface);
- warstwę fizyczną (ang. physical layer).

Warstwa aplikacyjna powinna dostarczać aplikacje i usługi użytkownika do administrowania i monitorowania sieci. Aplikacje używają API mostka północnego do komunikowania się z warstwami niżej.

Kontroler sieci powinien mieć wiedzę o całej zarządzanej logicznej sieci zmapowanej na sieć fizyczną. Ponadto powinien posiadać wbudowany mostek północny z API aplikacyjnym, który będzie używany do komunikacji z warstwą aplikacyjną.

Mostek południowy powinien implementować protokoły sieciowe do zarządzania i kontrolowania fizycznymi urządzeniami tworzącymi sieć.

Warstwa fizyczna – składa się z fizycznych urządzeń.

Wykonawca nie jest zobowiązany do dostarczenia aplikacji w warstwie aplikacyjnej, ale musi udostępnić API wraz z pełną dokumentacją do realizacji co najmniej następujących funkcjonalności w ramach dostarczonego podsystemu transmisyjnego NG-OTN:

- obliczanie najlepszej ścieżki zawierającej parametry warstwy optycznej w celu optymalizacji wydajności sieci;
- dynamiczne, na żądanie zestawianie/konfigurowanie serwisów;
- bezpośrednie wsparcie współpracy z platformami innych dostawców;
- zautomatyzowana funkcja inwentaryzacji elementów sieci;
- automatyczne odtworzenie ścieżki dla re-routingu usług bez konieczności interwencji użytkownika.

Ponadto Wykonawca jest zobowiązany do dostarczenia urządzeń i oprogramowania pełniących funkcje pozostałych elementów architektury SDN w szczególności: kontrolera sieci z API aplikacyjnym, mostka południowego oraz urządzeń z warstwy fizycznej.

Całość dostarczonego i wdrożonego rozwiązania SDN musi umożliwiać realizację założonych funkcjonalności.

2.4. Warstwa optyczna podsystemu transmisyjnego NG-OTN

Na warstwę optyczną podsystemu transmisyjnego NG-OTN składają się komponenty niezbędne do realizacji przez ten podsystem sygnałów optycznych (zarówno macierzystych jak i alien wavelengths)

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

i zestawiania pasma dla usługi typu udostępniania spektrum (ang. spectrum service) oraz komponenty do monitorowania pracy tej warstwy i medium światłowodowego (w tym traktów światłowodowych).

2.4.1. Przestrajalne multipleksery optyczne

- 1) Zastosowane przestrajalne multipleksery optyczne (ROADM) muszą realizować przełączanie kanałów optycznych w węzłach MD-ROADM pomiędzy kierunkami (R-WADD i R-LADD) jedynie w dziedzinie optycznej, tzn. sygnały optyczne nie mogą być przetwarzane na postać elektryczną.
- 2) Przestrajalne multipleksery optyczne muszą być transparentne dla dowolnego typu sygnałów optycznych (o dowolnej szerokości widmowej mieszczącej się w zestawianych kanałach), tzn. zestawiany kanał optyczny (media channel) nie może nakładać na sygnał optyczny ograniczeń na protokoły, przepływność oraz kodowania i formatów modulacji tego sygnału.
- 3) Zastosowane przestrajalne multipleksery optyczne (niezależnie od liczby kierunków liniowych i wewnętrznych) muszą realizować funkcje przełączania kanałów optycznych (w tym kanałów typu flexible grid i flexed 37,5 GHz, 50 GHz, 75 GHz i 100 GHz) w dziedzinie optycznej realizując funkcjonalności: wyprowadzania sygnału (ang. Drop), wprowadzania sygnału (ang. Add), jednoczesne wyprowadzanie i wprowadzanie sygnału (ang. Add/Drop), transmisję sygnału na wprost (ang. Pass-through); wszystkie te operacje muszą być realizowane niezależnie od siebie dla każdego kanału osobno.
- 4) Wszystkie zastosowane, w przestrajanym multipleksery optyczne, przełączniki optyczne WSS/BV-WSS (ang. Wavelength Selective Switch / Bandwidth-Variable Wavelength Selective Switch) muszą być zbudowane z wykorzystaniem technologii LCoS (ang. liquid-crystal-on-silicon).
- 5) W celu rozbudowy węzłów MD-ROADM użyte przestrajalne multipleksery optyczne muszą być co najmniej dwunastokierunkowe.
- 6) Przestrajalne multipleksery optyczne muszą obsługiwać na każdym porcie (liczone osobno dla każdego portu) co najmniej: 64 kanałów optycznych (występujących jeden po drugim i niepokrywających się) z odstępem międzykanałowym 75,0 GHz i szerokością poszczególnych kanałów 75,0 GHz oraz co najmniej 128 kanałów optycznych (występujących jak powyżej) z odstępem międzykanałowym 37,5 GHz i szerokością poszczególnych kanałów 37,5 GHz w zakresie obejmującym pasmo C oraz przyległe częstotliwości, minimum w przedziale częstotliwości fal od 191,35 THz do 196,00 THz, zgodnie z zaleceniem ITU-T G.694.1. Ponadto przestrajalne multipleksery optyczne muszą realizować funkcjonalność flexible grid (definicje zgodne z zaleceniem ITU-T G.694.1), w całym zakresie częstotliwości (widma) pracy podsystemu transmisyjnego NG-OTN (wypełniając ten zakres w całości) dla dowolnych szerokości kanałów optycznych bez ograniczenia ilości kanałów (ilość kanałów wynika z sumy szerokości poszczególnych kanałów mieszczących się w całym paśmie).
- 7) 3 dB pasmo przepustowe poszczególnych kanałów optycznych (niezależnie od szerokości) nie może być większe niż zadeklarowane pasmo kanału pomniejszone o wartość maksymalnie 6 GHz.

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- 8) Zastosowane przestrajalne multipleksery optyczne muszą mieć funkcjonalność ustawiania przez użytkownika poziomu mocy sygnałów optycznych (ang. setpoint) na porcie liniowym (sieciowym). Realizacja ustawienia poziomu mocy sygnałów optycznych (setpoint) musi uwzględniać funkcjonalność automatycznego przeliczania mocy sygnałów w funkcji szerokości widmowej kanału optycznego (media channel), w celu zapewnienia wartości gęstości widmowej (ang. spectral density) poszczególnych sygnałów na porcie na tym samym poziomie dla wszystkich sygnałów.
- 9) Dla funkcjonalności setpoint na porcie liniowym wymagana jest realizacja zmiany przez użytkownika wartości tego ustawienia dla poszczególnych kanałów optycznych (niezależnie dla każdego) w zakresie od -6 do +6 dB w stosunku do wartości setpoint portu liniowego (punkt powyżej).
- 10) Zastosowane przestrajalne multipleksery optyczne muszą mieć funkcjonalność ustawiania przez użytkownika poziomu mocy sygnałów optycznych (ang. setpoint) na portach klienckich (stacyjnych). Realizacja ustawienia poziomu mocy sygnałów optycznych (setpoint) musi uwzględniać funkcjonalność automatycznego przeliczania mocy sygnałów w funkcji szerokości widmowej kanału optycznego (media channel), w celu zapewnienia wartości gęstości widmowej (ang. spectral density) poszczególnych sygnałów na porcie na tym samym poziomie dla wszystkich sygnałów.
- 11) Zastosowane przestrajalne multipleksery optyczne muszą umożliwiać wyrównywanie poziomów mocy sygnałów w poszczególnych kanałach optycznych (ang. optical equalizer) w sposób automatyczny, niezależnie dla każdego kanału optycznego oraz w sposób ręczny (wymuszany przez użytkownika) niezależnie dla każdego kanału optycznego oraz jednocześnie dla wszystkich kanałów optycznych na porcie liniowym oraz na portach klienckich.
- 12) Zastosowane przestrajalne multipleksery optyczne muszą realizować monitorowanie poziomów mocy optycznej sygnału zbiorczego jak i we wszystkich kanałach optycznych na porcie liniowym jak również na portach klienckich (stacyjnych).

2.4.2. Przestrajalne filtry optyczne

Przestrajalne filtry optyczne zastosowane w bloku funkcjonalnym R-LADD w MD-ROADM muszą spełniać wymagania funkcjonalne i widmowe opisane w punkcie 2.4.1.

2.4.3. Wzmacniacze optyczne

Podsystem transmisyjny NG-OTN musi umożliwiać zastosowanie optycznych wzmacniaczy przeznaczonych dla transmisji sygnałów z zwielokrotnieniem falowym (ang. DWDM - Dense Wavelength Division Multiplexing) o różnej szerokości widmowej. Dobór wzmacniaczy musi uwzględnić poniższe wymagania.

- 1) Podsystem transmisyjny NG-OTN musi używać optycznych wzmacniaczy przeznaczonych pracy w zakresie obejmującym co najmniej pasmo C, tak aby była możliwa jednoczesna transmisja sygnałów w co najmniej 64 kanałach optycznych (występujących jeden po drugim i niepokrywających się) z odstępem międzykanałowym 75,0 GHz i szerokością poszczególnych kanałów 75,0 GHz.

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

Warunek ten musi być spełniony co do szerokości pasma razem z zastosowanymi w podsystemie modułami przestrzajalnych multiplexerów optycznych.

- 2) Dobór wzmacniaczy (typ, model oraz ich liczby musi być optymalizowany w celu uzyskania jak najlepszej wartości GOSNR (ang. Generalized Optical Signal to Noise Ratio) w sieci/podsystemie oraz jak najlepszej jakości parametrów transmisyjnych sygnałów (GSNR – ang. Generalized Signal to Noise Ratio, stosunku sygnał do szumu ang. SNR - Signal to Noise Ratio oraz stopy błędów BER – Bit Error Rate). Podsystem transmisyjny NG-OTN będzie wykorzystywany do transmisji między innymi sygnałów typu alien wavelengths z różnymi formatami modulacji kwadraturowej (QPSK, M-QAM) oraz formatami modulacji hybrydowej.
- 3) Podsystem transmisyjny NG-OTN musi umożliwiać zastosowanie wzmacniaczy typu EDFA (ang. Erbium Doped Fiber Amplifier) oraz wzmacniaczy RAMAN.
- 4) Zastosowane wzmacniacze EDFA i RAMAN muszą mieć możliwość instalacji ich w tych samych obudowach co inne elementy podsystemu transmisyjnego.
- 5) Zastosowane wzmacniacze EDFA i RAMAN muszą spełniać wymagania bezpieczeństwa wyrobów laserowych IEC 60825-2:2021 - poziom Hazard Level 1.
- 6) Dla bezpieczeństwa personelu obsługującego urządzenia transmisyjne oraz ze względów bezpieczeństwa eksploatacji WYMAGA SIĘ aby wzmacniacze EDFA i RAMAN realizowały funkcję automatycznego wygaszania lasera (ang. APS – Automatic Power Shutdown).
- 7) Dla bezpieczeństwa personelu obsługującego urządzenia transmisyjne oraz ze względów bezpieczeństwa eksploatacji WYMAGA SIĘ aby wzmacniacze EDFA realizowały funkcję automatycznej redukcji mocy wyjściowej (APR – Automatic Power Reduction) tak aby dostosować sumaryczną moc do wymagań Hazard Level 1M przy pracy z mocą powyżej 21,3 dBm (135 mW).
- 8) Wzmacniacze EDFA i RAMAN muszą umożliwiać bezinwazyjny i bezprzerwowy dla transmisji sygnałów użytkowych oraz kanału OSC pomiar parametrów zbiorczego sygnału optycznego przy pomocy zewnętrznego analizatora widma optycznego oraz miernika mocy; musi być to realizowane poprzez zastosowanie w wzmacniaczach portu monitorującego udostępniającego moc sygnału nie większą jak 1% mocy całkowitej sygnałów transmisyjnych, musi być to realizowane w sposób ciągły w czasie, tj. port ten nie może być przełączany pomiędzy kierunkami czy włóknami.
- 9) W celu optymalizacji łączy optycznych/traktów światłowodowych wymaga się aby zastosowane moduły wzmacniacze optyczne EDFA i RAMAN miały wbudowane filtry do transmisji optycznego kanału zarządzania (ang. OSC – Optical Supervisor Channel), nie dopuszcza się rozwiązania w którym kanał OSC jest wplatany i wyplatany (ang. add/drop) pomiędzy wzmacniaczem liniowym (port liniowy wzmacniacza) a linią światłowodową (panel światłowodowy linii – ODF).
- 10) Zastosowane wzmacniacze EDFA i RAMAN muszą posiadać dodatkowe porty optyczne umożliwiające bezinwazyjny dostęp do włókien linii światłowodowej (na których pracują wzmacniacze) w paśmie optycznym powyżej 1600 nm (do co najmniej 1660 nm) w celu monitorowania ciągłości traktów światłowodowych (włókien) oraz pomiaru ich tłumienia poprzez pomiary OTDR na fali 1625 i 1650 nm. Porty te muszą być wyposażony w złącza skośne APC.

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- 11) Zamawiający dopuszcza zastosowanie więcej niż jeden wzmacniacz (traktowany jako funkcjonalność wzmocnienia) w jednym module instalacyjnym, tj. np. dwa wzmacniacze EDFA lub wzmacniacz EDFA i RAMAN; z zastrzeżeniem spełnienia wymagań niniejszego dokumentu.
- 12) Wzmacniacze EDFA i RAMAN muszą realizować monitorowanie parametrów optycznych takich jak: moc optyczna sygnału wejściowego/odbieranego (ang. OPR – Optical Power Received) i wyjściowego/nadawanego (ang. OPT – Optical Power Transmit); dla tych parametrów muszą być dostępne bieżące wartości oraz wartości minimalne, średnie i maksymalne w bieżącym interwale 15 minutowym i 24 godzinnym; dodatkowo muszą być dostępne wartości minimalne, średnie i maksymalne z co najmniej 32 historycznych interwałów 15 minutowych oraz z co najmniej 2 interwałów 24 godzinnych.
- 13) Dla powyższych parametrów mocy optycznej muszą być zaimplementowane progi alarmowe (ang. threshold) górne i dolne na portach liniowych i stacyjnych, ustawiane przez użytkownika.
- 14) Wzmacniacze muszą alarmować o braku sygnału optycznego na portach - alarm LOS (ang. Loss of Signal).
- 15) W celu optymalnego dopasowania punktu pracy poszczególnych wzmacniaczy w linii światłowodowej (ścieżka pomiędzy kolejnymi węzłami MD-ROADM) systemy sterowania wzmacniaczami w linii muszą uwzględniać różne typy włókien w tym: G.652, G.655.
- 16) Wzmacniacze EDFA i RAMAN muszą raportować bieżące wartości następujących parametrów: wzmocnienie (ang. gain), całkowity czas pracy wzmacniaczy, temperatury laserów.

Wzmacniacz EDFA

- 17) Wymaga się aby zastosowane wzmacniacze typu EDFA realizujące transmisję na kierunkach liniowych węzła MD-ROADM oraz w węzłach ILA (ang. In Line Amplifier) miały wbudowaną funkcjonalność kontroli wzmocnienia optycznego oraz regulowaną wartość tego wzmocnienia (ang. gain). Wymaga się aby zakres regulacji wartości wzmocnienia (rozumiany jako różnica pomiędzy wartością maksymalną a minimalną wzmocnienia) był większym niż 10 dB oraz aby ustawienia wartości wzmocnienia były możliwe z minimalnym krokiem nie większym jak 0,1 dB.
- 18) Wzmacniacze typu EDFA muszą mieć regulowane nachylenie charakterystyki wzmocnienia w funkcji długości fali (ang. tilt) w zakresie co najmniej od 0 do 2 dB z krokiem nastawy nie większym niż 0,1 dB.
- 19) Wzmacniacze typu EDFA muszą cechowały się parametrem pofalowania charakterystyki wzmocnienia/ nierównomierność wzmocnienia (ang. gain flatness) nie większym niż 2 dB (pik-to-pik).
- 20) Wzmacniacze typu EDFA muszą być wyposażone w przestrajalne tłumiki optyczne (ang. VOA – Variable Optical Attenuator) na wyjściu wzmacniacza pracujące w zakresie nastawy od 0,0 dB do co najmniej 10 dB z krokiem nastawy nie większym niż 0,1 dB.
- 21) Wymaga się aby parametr wzmocnienia zależnego od polaryzacji (ang. Polarization dependent gain) był mniejszy niż wartość 1 dB.
- 22) Wymaga się aby parametr dyspersji polaryzacyjnej wprowadzanej przez wzmacniacz (ang. Polarization mode dispersion) był mniejszy niż wartość 1 ps.

Wzmacniacz RAMAN

- 23) Wymaga się aby zastosowane wzmacniacze typu RAMAN realizowały kontrolę wzmocnienia oraz miały regulowaną wartość wzmocnienia (ang. gain) z zakresu od 10 dB do co najmniej 13 dB, z krokiem nastawy nie większym jak 0,1 dB.
- 24) Wzmacniacze typu RAMAN muszą mieć regulowane nachylenie charakterystyki wzmocnienia w funkcji długości fali (ang. tilt).
- 25) Wzmacniacze typu RAMAN muszą cechować się parametrem pofalowania charakterystyki wzmocnienia/ nierównomierność wzmocnienia (ang. gain flatness) nie większym niż 2 dB (pik-to-pik).
- 26) Zastosowane wzmacniacze RAMAN muszą realizować wstępny pomiar parametrów linii światłowodowej przed włączeniem pełnej mocy wzmacniacza, zabezpieczający przed uszkodzeniem elementów linii światłowodowej.

2.4.4. Kanał zarządzania OSC

Kanał zarządzania OSC (ang. Optical Supervisor Channel) w pasmie (ang. in-band) musi pracować na tej samej parze włókien, na której realizowana jest transmisja sygnałów użytkowych. Kanał OSC musi łączyć ze sobą w warstwie optycznej sąsiednie węzły (nie zależnie od typu), a na warstwie wyższej węzły sieci z stacją zarządzania podsystemu NMS. Wymaga się aby prędkość kanału OSC była realizowana z co najmniej wartością odpowiadającą prędkości interfejsu FastEthernet.

Kanał OSC musi realizować monitorowanie tłumienia linii pomiędzy poszczególnymi węzłami sieci (pomiędzy danym węzłem a sąsiednimi węzłami) niezależnie dla każdego kierunku liniowego (linii światłowodowej). Urządzenia muszą umożliwiać ręczne ustawienie progów alarmowych dla wartości tłumienia kanału OSC.

Dla kanału OSC urządzenie musi realizować funkcję ustawiania przez operatora poziomu optycznej mocy wyjściowej w linię. Wymaga się aby zakres regulacji tej mocy (rozumiany jako różnica pomiędzy mocą optyczną maksymalną a minimalną) wynosił co najmniej 6 dB oraz aby ustawienia wartości mocy nadawczej były możliwe z minimalnym krokiem nie większym jak 0,2 dB.

Wymaga się aby kanał zarządzania OSC pracował poprawnie na liniach o długości ponad 100 km przy założeniu, że wzmacniacze EDFA i RAMAN nie wzmacniają tego sygnału i średnia tłumienność linii wynosi 0,25 dB/km.

Dla kanału zarządzania OSC muszą być zbierane i udostępniane dane z monitorowania parametrów (ang. Performance Monitoring) w interwałach 15 minutowych (aktualny i 32 historyczne) oraz 24 godzinnych (aktualny i 2 historyczne) dotyczące: mocy odbieranej sygnału OSC, tłumienia dla kanału OSC. W interwałach muszą być podane wartości minimalne, średnie i maksymalne. Wymaga się aby w WebGUI dane te były wyświetlane w trybie tekstowym jak również w graficznym jako wykresy.

2.4.5. Elementy monitorujące widmo sygnałów

Podsystem transmisyjny NG-OTN musi posiadać moduł realizujący pomiary widma optycznego (tzw. OCM - ang. optical channel monitoring) z uwzględnieniem funkcjonalności flexible grid kanałów optycznych oraz różnej szerokości widmowej sygnałów optycznych. Urządzenia podsystem transmisyjny NG-OTN muszą umożliwiać podłączenie tego modułu do portów monitorujących wzmacniaczy (np. dedykowane porty monitorujące udostępniające część mocy sygnałów) w celu dokonywania pomiarów widmowych sygnałów. Zakres pomiaru widma musi być co najmniej taki jak zakres pracy widmowej wzmacniaczy i przestrajalnych multiplekserów optycznych. Rozdzielczość widmowa pomiaru realizowana przez ten moduł musi mniejsza niż 15 GHz, tzn. pomiar mocy widmowej musi być realizowany w slotach widmowych o szerokości nie większej jak 15 GHz. Urządzenia podsystemu transmisyjnego NG-OTN muszą raportować dane z pomiaru widma w sposób tekstowy (CLI i WebGUI) oraz graficzny (WebGUI).

2.4.6. Elementy monitorujące trakty światłowodowe

System dalekosiężnej transmisji optycznej musi mieć funkcjonalność monitorowania ciągłość zestawionych traktów światłowodowych (na których pracuje podsystem transmisyjny NG-OTN), pomiaru wartości tłumienia tych traktów, wykrywania zdarzeń w traktach oraz miejsc uszkodzeń włókien światłowodowych. W tym celu system dalekosiężnej transmisji optycznej musi posiadać urządzenia monitorujące trakty światłowodowe (podsystem monitorowania włókien). Do pomiaru musi być wykorzystywana metoda reflektometryczna.

- 1) Monitorowanie włókien (pomiary) musi działać niezależnie od podsystemu transmisyjnego NG-OTN; rozumie się przez to poprawne działanie monitorowania włókien (urządzenia pomiarowego) niezależne od awarii modułów transmisyjnych (w tym wzmacniaczy liniowych) oraz całego urządzenia podsystemu transmisyjnego NG-OTN.
- 2) Urządzenie pomiarowe w danym węźle sieci musi zapewnić możliwość monitorowania co najmniej 12 włókien światłowodowych w sposób cykliczny, tj. po wykonaniu pomiaru monitorującego na jednym włóknie dokonywany jest pomiar na kolejnym włóknie.
- 3) Pomiar włókien musi być dokonywany dla fali o długości 1625 lub 1650 nm.
- 4) Zakres dynamiczny pomiaru musi wynosić co najmniej 40 dB w całym zakresie wspieranych temperatur. Wymaga się aby urządzenia pomiarowe pracował poprawnie w zakresie temperatur od +5 °C do +35 °C.
- 5) Zasięg pomiarów i monitorowania włókien musi wynosić co najmniej 140 km. Wymaga się funkcjonalności zwiększenia zasięgu pomiarów jednego toru na odległość co najmniej 270 km. Zamawiający dopuszcza realizując tego poprzez pomiar z dwóch przeciwległych kierunków.
- 6) Urządzenie pomiarowe musi być wyposażony w porty światłowodowe z złączami skośnymi typu APC.
- 7) W przypadku stosowania optycznych torów rozbiegowych muszą one znajdować się urządzeniu. Zabronione jest użycie zewnętrznych optycznych torów rozbiegowych.

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- 8) Urządzenie pomiarowe musi automatycznie dokonywać pomiarów monitorujących a ich wyniki zapisywać w interwałach 15 minutowych i 24 minutowych.
- 9) Oprogramowanie urządzenia pomiarowego musi umożliwiać dokładną analizę pomiarów optycznych przy użyciu wskaźników (ang. markers). Użycie wskaźników musi dostarczyć co najmniej następujących danych: odległość pomiędzy markerami, tłumienie toru pomiędzy markerami, współczynnik tłumienności toru optycznego (dB/km) pomiędzy markerami.
- 10) Urządzenie pomiarowe musi automatycznie wykrywać lokalizację zdarzeń (złącze, spaw, zwiększone tłumienie) w torze optycznym (światłowodzie). Dla każdego ze zdarzeń musi być możliwość dodania opisu przez użytkownika.
- 11) Urządzenie pomiarowe musi umożliwiać zapis pomiaru optycznego w formacie .SOR lub .CSV w celu ich dalszej analizy. Format pliku .SOR musi być zgodny ze specyfikacją Telcordia SR-473.1.
- 12) Wykonawca musi dostarczyć oprogramowanie do odczytu pomiarów optycznych (format .SOR lub .CSV). Oprogramowanie to musi działać w środowisku Windows 10/11.
- 13) Urządzenie pomiarowe musi umożliwiać importowanie danych geograficznych przebiegów tras światłowodowych w formacie KML/KMZ lub innym powszechnie dostępnym, nie wymagającym płatnych licencji na stosowanie oraz płatnego oprogramowania do edycji danych w tym formacie. W przypadku kiedy podsystem pomiarowy będzie stosował format danych geograficznych przebiegów tras wymagający licencji na jego stosowanie lub kiedy będzie konieczne stosowanie do edycji tego formaty płatne oprogramowanie Wykonawca musi dostarczyć w cenie przedmiotu zamówienia bezterminowe licencji na użytkowanie formaty danych oraz oprogramowanie do edycji tych danych.
- 14) Po przypisu przebiegu danej trasy geograficznej światłowodu do portu pomiarowego, podsystem musi wskazać geograficzną lokalizację wykrytego zdarzenia.
- 15) Urządzenie pomiarowe musi mieć funkcjonalność modulacji sygnału testowego w celu zdalnego wykrycia monitorowanego toru optycznego. Funkcjonalność ta musi być dostępna zdalnie dla operatora. Muszą być dostępne częstotliwości - tony (ang. tone recognition): 270 Hz, 1 kHz, 2 kHz.
- 16) Urządzenie pomiarowe musi być wyposażone w co najmniej jeden port Ethernet (złącze RJ45) do zdalnego zarządzania.
- 17) Urządzenie pomiarowe musi być wyposażone w port konsolowy (RS-232 lub USB) do podłączenia go do serwera konsolowego podsystemu zarządzania elementami sieci poza pasmem (OoB).
- 18) Wykonawca musi dostarczyć odpowiednie przewody połączeniowe w celu podłączenia urządzeń do kanału DCN podsystemu transmisyjnego NG-OTN oraz podsystemu zarządzania elementami sieci poza pasmem (OoB).
- 19) Wszystkie urządzenia pomiarowe muszą być zintegrowane z podsystemem NMS (Zadanie B), tj. dane z urządzeń pomiarowych muszą być widoczne w na stacji zarządzania podsystemu NMS.
- 20) Minimalne wymagania funkcjonalne dla zarządzania z podsystemu NMS:

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- automatyczne odbieranie alarmów o przekroczeniu progów tłumienia toru optycznego,
 - automatyczne przechowywanie historycznych danych dotyczących tłumienia badanych torów optycznych – co najmniej jeden rok,
 - automatyczne tworzenie kopii zapasowych konfiguracji urządzeń pomiarowych,
 - automatyczne pobieranie najnowszych pomiarów OTDR badanych torów optycznych,
 - możliwość zmiany oprogramowania układowego (ang. firmware) urządzeń pomiarowych.
- 21) W przypadku wykrycia awarii toru optycznego przez urządzenie pomiarowe, funkcjonalność systemu GIS (przebiegi KML/KMZ) musi wyświetlić na mapie lokalizację zdarzenia wraz z koordynatami geograficznymi.

Urządzenie do bezinwazyjnej detekcji włókien i bezinwazyjnego pomiaru mocy sygnałów optycznych.

- 1) Urządzenie do bezinwazyjnej detekcji włókien musi poprawnie dekodować sygnały testowe pracujące z następującymi częstotliwościami – tonami (ang. tone recognition): 270 Hz, 1 kHz, 2 kHz.
- 2) Pomiar sygnałów testowych (tonów) musi odbywać bez rozpinania traktów światłowodowych (bezinwazyjnie), tj. poprzez przyłożenie urządzeń do patchcordów światłowodowych. Wprowadzane tłumienie podczas pomiarów nie może być większe jak 1 dB.
- 3) Urządzenie musi obsługiwać pomiary na patchcordach o średnicach pokrycia co najmniej 0,9 mm, 2,0 mm i 3,0 mm.
- 4) Urządzenie musi realizować pomiar optycznej mocy sygnału w światłowodzie w zakresie od -40 dBm do +25 dBm. Błąd pomiaru nie większy jak 1 dB.
- 5) Urządzenie musi wskazywać kierunek propagacji światła w światłowodzie (kierunek w lewo, w prawo).
- 6) Urządzenie musi poprawnie działać w temperaturze otoczenia w zakresie od 0 °C do + 45 °C.
- 7) Urządzenie musi być przenośne i zasilane bateryjnie lub akumulatorowo.
- 8) Informacje pomiarowe muszą być wyświetlane na urządzeniu pomiarowym, tj. nie może być wymagane podłączenie go do komputer lub innego urządzenia.
- 9) Dopuszcza się aby urządzenie do bezinwazyjnej detekcji włókien i bezinwazyjnego pomiaru mocy sygnałów optycznych było innego producenta niż urządzenia monitorujące trakty światłowodowe.

2.5. Warstwa serwisowa podsystemu transmisyjnego NG-OTN

Na warstwę serwisową podsystemu transmisyjnego NG-OTN składają się między innymi transpondery i muxpondery.

2.5.1. Muxponder 1,2T

Podsystem transmisyjny NG-OTN musi mieć moduł muxpondera 1,2T realizujący transmisję 3 (trzech) sygnałów 400 Gigabit Ethernet po stronie stacyjnej w sygnale 1,2T po stronie liniowej.

- 1) Muxponder 1,2T musi realizować poprawną transmisję w sieci Zamawiającego, opisanej w poszczególnych zadaniach oraz na zdefiniowanych połączeniach (punkt 2.7); transmisja musi być realizowana bez wykorzystania regeneracji 3R (tzn. zamiany sygnału optycznego na postać elektryczną) i kompensacji dyspersji w linii.
- 2) Para muxponderów 1,2T musi gwarantować transparentne przeniesienie ruchu przez podsystem transmisyjny NG-OTN pomiędzy portami klienckimi (stacyjne) z prędkością dołączonego medium (ang. line rate).
- 3) Muxponder 1,2T musi umożliwiać wybór trybu pracy, w którym osiąga się dalszy zasięg transmisji zmieniając po stronie liniowej przepływność z trzech na dwa lub jeden sygnał 400 Gigabit Ethernet.
- 4) Muxponder 1,2T po stronie liniowej musi realizować transmisję sygnału koherentnego z wielokrotnieniem polaryzacyjnym.
- 5) Muxponder 1,2T musi mieć funkcjonalność zakładania pętli diagnostycznych typu ang. facility loopback i ang. terminal loopback zarówno od strony liniowej jak i stacyjnej.
- 6) Muxponder musi po stronie liniowej realizować transmisję 1,2T na jednej częstotliwości nośnej (ang. Single Carrier – SC) lub z wykorzystaniem dwóch częstotliwości nośnych/podnośnych (ang. Multi Carrier – MC).
- 7) Muxponder po stronie liniowej musi mieć przestrajalny programowo laser/lasery w zakresie obejmującym co najmniej częstotliwości od 191,25 THz do 196,10 THz dla częstotliwości środkowej/nośnej, z krokiem nie większym jak 6,25 GHz (ang. frequency grid).
- 8) Po stronie liniowej muxponder 1,2T musi realizować mechanizm detekcyjno-korekcyjnego błędów (ang. FEC – Forward Error Correction) z co najmniej dwoma ustawieniami siły korekcji (wybieranymi przez użytkownika). Pierwsze ustawienie z poziomem korekcji silniejszym, a w konsekwencji z szerszym widmem optycznym sygnału, zaś drugie ustawienie z poziomem korekcji z mniejszą siłą ale w konsekwencji z węższym widmem optycznym sygnału. Wymaga się aby stopa błędów (ang. BER - Bit Error Rate) sygnału (na porcie klienckim) po przeprowadzeniu procesu korekcji sygnału z linii była na poziomie równym lub lepszym niż 1×10^{-15} (tj. równa lub mniejsza) przy stopie błędów sygnału liniowego przed korektą (ang. per-FEC BER) na poziomie (stopa błędów równa lub mniejsza) odpowiednio: dla ustawienia pierwszego z poziomem korekcji silniejszym – pre-FEC BER: $3,4 \times 10^{-2}$, a dla ustawienia drugiego z poziomem korekcji z mniejszą siłą – pre-FEC BER: $2,1 \times 10^{-2}$.

Dla wszystkich ustawień sił korekcji mechanizmu FEC transponder musi obsługiwać funkcję monitorowania parametrów pracy tego mechanizmu w interwałach 15 minutowych (jeden bieżący i co najmniej 32 historyczne) i 24 godzinnych (jeden bieżący i co najmniej 2 historycznych) informując o: stopie błędów przed korektą (ang. per-FEC BER), naprawionych błędach (ang. CS - Corrected Errors), blokach z nienaprawionymi błędami (ang. UBE - Uncorrected Block Errors), sekundach z błędami (ang. ES - Errored Seconds), sekundach z znaczną liczbą błędów (ang. SES - Severely Errored

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

Seconds). Mechanizm FEC musi działać poprawnie niezależnie od przepływności oraz zastosowanych formatów modulacji.

Ponadto dla powyższych parametrów wymagane jest raportowanie wartości chwilowych (bieżących) z 1 sekundową częstością raportowania z wykorzystaniem zapytań SNMP lub innych mechanizmów (np. REST, streaming telemetry gRPC).

9) W celu optymalizacji parametrów sygnału optycznego (widmo częstotliwościowe sygnału) do parametrów kanału optycznego (media channel) muxponder musi realizować po stronie liniowej transmisję sygnałów optycznych z różnymi formatami modulacji:

- kwadraturowa, co najmniej formaty: 32QAM (z efektywnością widmową – ang. SE spectral efficiency – liczoną dla każdej polaryzacji osobno i wyrażoną w bitach na symbol - bits per symbol, SE = 5 bit na symbol) i 16QAM (SE = 4 bit na symbol),
- hybrydowa (ang. TDHMF – Time-Division Hybrid Modulation Formats), co najmniej formaty: 32QAM/64QAM i 16QAM/32QAM, z odpowiednią proporcją formatów modulacji (ang. format ratio) tak aby z uwzględnieniem modulacji kwadraturowych wartość SE dla interfejsu (przy dostępnych przepływnościach sygnału) była ustawiana przez użytkownika w zakresie co najmniej od 4,0 do 5,5 bit na symbol z krokiem nie większym niż 0,01.

Zamawiający dopuszcza zastosowanie zamiast formatów modulacji hybrydowej kwadraturowej inne mechanizmy kształtowania konstelacji formatów modulacji (ang. CS – Constellation Shaping), w tym np.: geometrycznego kształtowania (ang. GS – Geometric Shaping), probabilistycznego kształtowania (ang. PCS – Probabilistic Constellation Shaping/ PS – Probabilistic Shaping) lub hybrydy GS/PS, z zastrzeżeniem uwzględnienia podanych powyżej wartości efektywności widmowej (wyrażonych w bits per symbol) dla modulacji hybrydowych i kwadraturowej w całym zakresie.

- 10) W celu minimalizacji interferencji międzysymbolowej (ang. ISI – intersymbol interference) wymaga się aby muxponder po stronie liniowej realizował funkcję filtru kształtującego (ang. filter shape) typu podniesiony kosinus (ang. RC - raised cosine filter) oraz typu pierwiastka z podniesionego kosinusa (ang. RRC – root raised cosine filter/ SRRC – square root raised cosine filter), z ustawianą przez użytkownika wartością parametru roll-off factor (parametr filtru) w zakresie od 0,01 do 1,0 z krokiem nie większym niż 0,01.
- 11) Muxponder musi mieć po stronie liniowej zaimplementowaną funkcję śledzenia stanu polaryzacji sygnału (ang. SOP – state of polarization). Wymaga się aby transponder miał co najmniej dwa tryby pracy śledzenia stanu polaryzacji SOP ustawiane przez użytkownika, jeden podstawowy a drugi (lub kolejne) zaawansowany dla linii pracujących z obciążeniem drgań, np. linie napowietrzne czy linie wzdłuż torów kolejowych. Dopuszcza się, aby przy zastosowaniu trybu pracy innego niż podstawowy były inne (wyższe) wymagania na wartości OSNR sygnału odbieranego (ang. OSNR penalty).
- 12) Porty klienckie (strona stacyjna) muxpondera muszą umożliwiać zastosowanie wymiennych modułów optycznych CFP lub QSFP realizujących transmisję 400GBASE, co najmniej interfejsy: 400GBASE-LR4, 400GBASE-FR4, 400GBASE-DR4 oraz 400GBASE-SR8, z możliwością pracy na odległościach nie mniejszych niż, odpowiednio dla: LR4 – 10 km, FR4 – 2 km, DR4 – 500 m (włókna

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

jednomodowe zgodne z zaleceniami ITU-T G.652) oraz SR8 – 70 m (OM3) i 100 m (OM4) (włókna wielomodowe zgodne z zaleceniami ITU-T G.651.1 i normami ISO/IEC 11801 typ OM3 i OM4).

- 13) Para muxponderów 1,2T wykorzystana do realizacji transmisji poprzez podsystem transmisyjny NG-OTN musi umożliwić zastosowanie na obu końcach (po stronach stacyjnych) wymiennych optycznych modułów różnego typu (np. po jednej LR4, a po drugiej DR4) dla danego połączenia 400G.
- 14) Od strony stacyjnej na portach 400G muxponder musi wspierać mechanizm detekcyjno-korekcyjny błędów (ang. FEC - Forward Error Correction) typu Reed-Solomon RS(544,514) per IEEE 802.3 clause 119, dla tego mechanizmu muxponder musi obsługiwać funkcję monitorowania parametrów transmisyjnych, w interwałach 15 minutowych (jeden bieżący i co najmniej 32 historyczne) i 24 godzinnych (jeden bieżący i co najmniej 2 historyczne), informujących o: stopie błędów przed korekcją (ang. per-FEC BER), naprawionych błędach (ang. CS - Corrected Errors), blokach z nienaprawionymi błędami (ang. UBE - Uncorrected Block Errors), sekundach z błędami (ang. ES - Errored Seconds), sekundach z znaczną liczbą błędów (ang. SES - Severely Errored Seconds).
- 15) Po stronie stacyjnej muxponder musi obsługiwać funkcję monitorowania następujących parametrów transmisyjnych: dla warstwy PCS – liczbę bloków z błędami (PCS block errors) oraz sekundy z błędami (ang. ES - Errored Seconds), dla ramek Ethernet – liczbę wysłanych i odebranych bajtów, liczbę wysłanych i odebranych ramek Ethernet, liczbę błędów CRC. Dla tych parametrów muszą być dostępne informacje w interwałach 15 minutowych (jeden bieżący i co najmniej 32 historyczne) i interwałach 24 godzinnych (jeden bieżący i co najmniej 2 historyczne). Dane muszą być zbierane dla ramek Ethernet wielkości co najmniej 9018 bajtów.
- 16) Muxponder 1,2T musi raportować wartości następujących parametrów transmisyjnych sygnału liniowego: moc całego sygnału jak i pojedynczych OTSi – kierunek nadawczy i odbiorczy (ang. Optical Power), odstrojenie nośnej – ang. Carrier Offset, stosunek optyczny sygnału do szumu – OSNR (ang. Optical Signal to Noise Ratio), stosunek sygnału do szumu – SNR (ang. Signal to Noise Ratio), parametr jakości sygnału ang. Q-factor, parametr PDL – ang. Polarization Dependent Loss, parametr DGD – ang. Differential Group Delay, wartość kompensacji dyspersji chromatycznej – CDC (ang. Chromatic Dispersion Compensation), parametr związany ze zmianą polaryzacji - ang. Polarization Rate. Dla tych parametrów muxponder musi raportować wartości bieżące/chwilowe oraz wartości bieżące z interwału 15 minutowego i 24 godzinnego jak również wartości historyczne obejmujące co najmniej 32 interwały 15 minutowe oraz co najmniej 2 interwały 24 godzinne. Ponadto dla powyższych parametrów wymagane jest raportowanie wartości chwilowych (bieżących) z 1 sekundową częstotliwością raportowania z wykorzystaniem zapytań SNMP lub innych mechanizmów (np. REST, streaming telemetry gRPC).
- 17) Muxponder musi umożliwiać zmianę mocy sygnału/sygnałów na porcie liniowym w zakresie nie węższym niż przedział od -6 do +1 dBm z krokiem 0,1 dB.

2.5.2. Muxponder 800G

Podsystem transmisyjny NG-OTN musi mieć moduł muxpondera 800G realizujący transmisję 2 (dwóch) sygnałów 400 Gigabit Ethernet (400GBASER) oraz transmisję w różnej konfiguracji sygnałów 400 Gigabit Ethernet (400GBASER), 100 Gigabit Ethernet (100GBASER IEEE 802.3ba) i OTU4 po stronie stacyjnej w sygnale 800G po stronie liniowej.

- 1) Muxponder 800G musi realizować poprawną transmisję w sieci Zamawiającego, opisanej w poszczególnych zadaniach oraz na zdefiniowanych połączeniach (punkt 2.7); transmisja musi być realizowana bez wykorzystania regeneracji 3R (tzn. zamiany sygnału optycznego na postać elektryczną) i kompensacji dyspersji w linii.
- 2) Para muxponderów 800G musi gwarantować transparentne przeniesienie ruchu przez podsystem transmisyjny NG-OTN pomiędzy portami klienckimi (stacyjne) z prędkością dołączonego medium (ang. line rate).
- 3) Muxponder 800G musi umożliwiać wybór trybu pracy, w którym osiąga się dalszy zasięg transmisji zmieniając po stronie liniowej zmieniając przepływność z 800G na niższą realizując transmisję w różnej konfiguracji sygnału 400 Gigabit Ethernet (400GBASER) oraz sygnałów 100 Gigabit Ethernet (100GBASER IEEE 802.3ba) i OTU4.
- 4) Muxponder po stronie liniowej musi realizować transmisję sygnału koherentnego z zwielokrotnieniem polaryzacyjnym.
- 5) Muxponder musi mieć funkcjonalność zakładania pętli diagnostycznych typu ang. facility loopback i ang. terminal loopback zarówno od strony liniowej jak i stacyjnej.
- 6) Muxponder musi po stronie liniowej realizować transmisję 800G na jednej częstotliwości nośnej (ang. Singiel Carrier – SC) lub z wykorzystaniem dwóch częstotliwości nośnych/podnośnych (ang. Multi Carrier – MC).
- 7) Muxponder po stronie liniowej musi mieć przestrajalny programowo laser/lasery w zakresie obejmującym co najmniej częstotliwości od 191,25 THz do 196,10 THz dla częstotliwości środkowej/nośnej, z krokiem nie większym jak 6,25 GHz (ang. frequency grid).
- 8) Wymaga się aby dla sygnału 800G była możliwość transmitowania go w kanale optycznym o różnej szerokości - co najmniej kanały: 100 GHz, 112,5 GHz, 125 GHz i 150 GHz, tak aby dostosować kanał do odległości transmisji.
- 9) Po stronie liniowej muxponder 800G musi realizować mechanizm detekcyjno-korekcyjnego błędów (ang. FEC – Forward Error Correction) z co najmniej dwoma ustawieniami siły korekcji (wybieranymi przez użytkownika). Pierwsze ustawienie z poziomem korekcji silniejszym, a w konsekwencji z szerszym widmem optycznym sygnału, zaś drugie ustawienie z poziomem korekcji z mniejszą siłą ale w konsekwencji z węższym widmem optycznym sygnału. Wymaga się aby stopa błędów (ang. BER - Bit Error Rate) sygnału (na porcie klienckim) po przeprowadzeniu procesu korekcji sygnału z linii była na poziomie równym lub lepszym niż 1×10^{-15} (tj. równa lub mniejsza) przy stopie błędów sygnału liniowego przed korekcją (ang. per-FEC BER) na poziomie (stopa błędów równa lub mniejsza)

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

odpowiednio: dla ustawienia pierwszego z poziomem korekcji silniejszym – pre-FEC BER: $3,4 \times 10^{-2}$, a dla ustawienia drugiego z poziomem korekcji z mniejszą siłą – pre-FEC BER: $2,1 \times 10^{-2}$.

Dla wszystkich ustawień sił korekcji mechanizmu FEC transponder musi obsługiwać funkcję monitorowania parametrów pracy tego mechanizmu w interwałach 15 minutowych (jeden bieżący i co najmniej 32 historyczne) i 24 godzinnych (jeden bieżący i co najmniej 2 historyczne) informując o: stopie błędów przed korektą (ang. per-FEC BER), naprawionych błędach (ang. CS - Corrected Errors), blokach z nienaprawionymi błędami (ang. UBE - Uncorrected Block Errors), sekundach z błędami (ang. ES - Errored Seconds), sekundach z znaczną liczbą błędów (ang. SES - Severely Errored Seconds).

Ponadto dla powyższych parametrów wymagane jest raportowanie wartości chwilowych (bieżących) z 1 sekundową częstością raportowania z wykorzystaniem zapytań SNMP lub innych mechanizmów (np. REST, streaming telemetry gRPC).

- 10) W celu optymalizacji parametrów sygnału optycznego (widmo częstotliwościowe sygnału) do parametrów kanału optycznego (media channel) muxponder musi realizować po stronie liniowej transmisję sygnałów optycznych z różnymi formatami modulacji:

- kwadraturowa, co najmniej formaty: 32QAM (z efektywnością widmową – ang. SE spectral efficiency – liczoną dla każdej polaryzacji osobno i wyrażoną w bitach na symbol - bits per symbol, SE = 5 bit na symbol) i 16QAM (SE = 4 bit na symbol),
- hybrydowa (ang. TDHMF – Time-Division Hybrid Modulation Formats), co najmniej formaty: 32QAM/64QAM i 16QAM/32QAM, z odpowiednią proporcją formatów modulacji (ang. format ratio) tak aby z uwzględnieniem modulacji kwadraturowych wartość SE dla interfejsu (przy dostępnych przepływnościach sygnału) była ustawiana przez użytkownika w zakresie co najmniej od 4,0 do 5,0 bit na symbol z krokiem nie większym niż 0,01.

Zamawiający dopuszcza zastosowanie zamiast formatów modulacji hybrydowej kwadraturowej inne mechanizmy kształtowania konstelacji formatów modulacji (ang. CS – Constellation Shaping), w tym np.: geometrycznego kształtowania (ang. GS – Geometric Shaping), probabilistycznego kształtowania (ang. PCS – Probabilistic Constellation Shaping/ PS – Probabilistic Shaping) lub hybrydy GS/PS, z zastrzeżeniem uwzględnienia podanych powyżej wartości efektywności widmowej (wyrażonych w bits per symbol) dla modulacji hybrydowych i kwadraturowej w całym zakresie.

- 11) W celu minimalizacji interferencji międzysymbolowej (ang. ISI – intersymbol interference) wymaga się aby muxponder po stronie liniowej realizował funkcję filtra kształtującego (ang. filter shape) typu podniesiony kosinus (ang. RC - raised cosine filter) oraz typu pierwiastka z podniesionego kosinusa (ang. RRC – root raised cosine filter/ SRRC – square root raised cosine filter), z ustawianą przez użytkownika wartością parametru roll-off factor (parametr filtra) w zakresie od 0,01 do 1,0 z krokiem nie większym niż 0,01.
- 12) Muxponder musi mieć po stronie liniowej zaimplementowaną funkcję śledzenia stanu polaryzacji sygnału (ang. SOP – state of polarization). Wymaga się aby transponder miał co najmniej dwa tryby pracy śledzenia stanu polaryzacji SOP ustawiane przez użytkownika, jeden podstawowy a drugi (lub kolejne) zaawansowany dla linii pracujących z obciążeniem drgań, np. linie napowietrzne czy linie

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- wzdłuż torów kolejowych. Dopuszcza się, aby przy zastosowaniu trybu pracy innego niż podstawowy były inne (wyższe) wymagania na wartości OSNR sygnału odbieranego (ang. OSNR penalty).
- 13) Porty klienckie (strona stacyjna) muxpondera muszą umożliwiać zastosowanie wymiennych modułów optycznych CFP lub QSFP realizujących transmisję 400GBASE, co najmniej interfejsy: 400GBASE-LR4, 400GBASE-FR4, 400GBASE-DR4 oraz 400GBASE-SR8, z możliwością pracy na odległościach nie mniejszych niż, odpowiednio dla: : LR4 – 10 km, FR4 – 2 km, DR4 – 500 m (włókna jednomodowe zgodne z zaleceniami ITU-T G.652) oraz SR8 – 70 m (OM3) i 100 m (OM4) (włókna wielomodowe zgodne z zaleceniami ITU-T G.651.1 i normami ISO/IEC 11801 typ OM3 i OM4).
 - 14) Porty klienckie (strona stacyjna) muxpondera muszą umożliwiać zastosowanie wymiennych modułów optycznych CFP lub QSFP realizujących transmisję 100GBASE, co najmniej interfejsy: 100GBASE-LR4 oraz 100GBASE-SR10 lub 100GBASE-SR4, z możliwością pracy na odległościach nie mniejszych niż, odpowiednio dla: LR4 – 10 km (włókna jednomodowe zgodne zaleceniami ITU-T G.652) oraz SR10 i SR4 – 70 m (OM3) i 100 m (OM4) (włókna wielomodowe zgodne z zaleceniami ITU-T G.651.1 i normami ISO/IEC 11801 typ OM3 i OM4).
 - 15) Para muxponderów 800G wykorzystana do realizacji transmisji poprzez podsystem transmisyjny NG-OTN musi umożliwić zastosowanie na obu końcach (po stronach stacyjnych) wymiennych optycznych modułów różnego typu (np. po jednej LR4, a po drugiej DR4 lub SR4) dla danego połączenia 400G i 100G.
 - 16) Na portach stacyjnych muxponder 800G musi wspierać mechanizm detekcyjno-korekcyjny błędów (ang. FEC - Forward Error Correction) typu: Reed-Solomon RS(544,514) per IEEE 802.3 clause 119 i G.709 GFEC IEEE 802.3bj, dla tych mechanizmu muxponder musi obsługiwać funkcję monitorowania parametrów, w interwałach 15 minutowych (jeden bieżący i co najmniej 32 historyczne) i 24 godzinnych (jeden bieżący i co najmniej 2 historycznych), informując o: stopie błędów przed korektą (ang. per-FEC BER), naprawionych błędach (ang. CS - Corrected Errors), blokach z nienaprawionymi błędami (ang. UBE - Uncorrected Block Errors), sekundach z błędami (ang. ES - Errored Seconds), sekundach z znaczną liczbą błędów (ang. SES - Severely Errored Seconds).
 - 17) Po stronie stacyjnej muxponder 800G musi obsługiwać funkcję monitorowania następujących parametrów transmisyjnych: dla warstwy PCS – liczbę bloków z błędami (PCS block errors) oraz sekundy z błędami (ang. ES - Errored Seconds), dla ramek Ethernet – liczbę wysłanych i odebranych bajtów, liczbę wysłanych i odebranych ramek Ethernet, liczbę błędów CRC. Dla tych parametrów muszą być dostępne informacje w interwałach 15 minutowych (jeden bieżący i co najmniej 32 historyczne) i interwałach 24 godzinnych (jeden bieżący i co najmniej 2 historyczne). Dane muszą być zbierane dla ramek Ethernet wielkości co najmniej 9018 bajtów.
 - 18) Muxponder 800G musi raportować wartości następujących parametrów transmisyjnych sygnału liniowego: moc całego sygnału jak i pojedynczych OTSi – kierunek nadawczy i odbiorczy (ang. Optical Power), odstrojenie nośnej – ang. Carrier Offset, stosunek optyczny sygnału do szumu – OSNR (ang. Optical Signal to Noise Ratio), stosunek sygnału do szumu – SNR (ang. Signal to Noise Ratio), parametr jakości sygnału ang. Q-factor, parametr PDL – ang. Polarization Dependent Loss, parametr DGD – ang. Differential Group Delay, wartość kompensacji dyspersji chromatycznej – CDC (ang. Chromatic

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

Dispersion Compensation), parametr związany ze zmianą polaryzacji - ang. Polarization Rate. Dla tych parametrów muxponder musi raportować wartości bieżące/chwilowe oraz wartości bieżące z interwału 15 minutowego i 24 godzinnego jak również wartości historyczne obejmujące co najmniej 32 interwały 15 minutowe oraz co najmniej 2 interwały 24 godzinne.

Ponadto dla powyższych parametrów wymagane jest raportowanie wartości chwilowych (bieżących) z 1 sekundową częstotliwością raportowania z wykorzystaniem zapytań SNMP lub innych mechanizmów (np. REST, streaming telemetry gRPC).

- 18) Muxponder musi umożliwiać zmianę mocy sygnału/sygnałów na porcie liniowym w zakresie nie większym niż przedział -6 do +1 dBm z krokiem 0,1 dB.

2.5.3. Muxponder 200G

Podsystem transmisyjny NG-OTN musi mieć moduł muxpondera 200G realizujący transmisję 2 (dwóch) sygnałów 100 Gigabit Ethernet (100GBASER IEEE 802.3ba) lub OTU4 oraz transmisję w różnej konfiguracji sygnałów 100 Gigabit Ethernet, OTU4, 10 Gigabit Ethernet i OTU2e po stronie stacyjnej w sygnale 200G po stronie liniowej.

- 1) Muxponder 200G musi realizować poprawną transmisję w sieci Zamawiającego, opisanej w poszczególnych zadaniach oraz na zdefiniowanych połączeniach (punkt 2.7); transmisja musi być realizowana bez wykorzystania regeneracji 3R (tzn. zamiany sygnału optycznego na postać elektryczną) i kompensacji dyspersji w linii.
- 2) Para muxponderów 200G musi gwarantować transparentne przeniesienie ruchu przez podsystem transmisyjny NG-OTN pomiędzy portami klienckimi (stacyjne) z prędkością dołączonego medium (ang. line rate).
- 3) Muxponder 200G musi umożliwiać wybór trybu pracy, w którym osiąga się dalszy zasięg transmisji zmieniając po stronie liniowej przepływność z 200G na niższą realizując transmisję w różnej konfiguracji sygnału 100 Gigabit Ethernet (100GBASER) lub sygnałów 10G.
- 4) Muxponder po stronie liniowej musi realizować transmisję sygnału koherentnego z wielokrotnieniem polaryzacyjnym.
- 5) Muxponder musi mieć funkcjonalność zakładania pętli diagnostycznych typu ang. facility loopback i ang. terminal loopback zarówno od strony liniowej jak i stacyjnej.
- 6) Muxponder musi po stronie liniowej realizować transmisję 200G na jednej częstotliwości nośnej (ang. Single Carrier – SC).
- 7) Muxponder po stronie liniowej musi mieć przestrajalny programowo laser/lasery w zakresie obejmującym co najmniej częstotliwości od 191,25 THz do 196,10 THz dla częstotliwości środkowej/nośnej, z krokiem nie większym jak 6,25 GHz (ang. frequency grid).
- 8) Po stronie liniowej muxponder 200G musi realizować mechanizm detekcyjno-korekcyjnego błędów (ang. FEC – Forward Error Correction). Wymaga się aby stopa błędów (ang. BER - Bit Error Rate) sygnału (na porcie klienckim) po przeprowadzeniu procesu korekcji sygnału z linii była na poziomie

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

równym lub lepszym niż 1×10^{-15} (tj. równa lub mniejsza) przy stopie błędów sygnału liniowego przed korekcją (ang. per-FEC BER) na poziomie (stopa błędów równa lub mniejsza) $1,0 \times 10^{-2}$.

Dla mechanizmu FEC transponder musi obsługiwać funkcję monitorowania parametrów pracy tego mechanizmu w interwałach 15 minutowych (jeden bieżący i co najmniej 32 historyczne) i 24 godzinnych (jeden bieżący i co najmniej 2 historyczne) informując o: stopie błędów przed korektą (ang. per-FEC BER), naprawionych błędach (ang. CS - Corrected Errors), blokach z nienaprawionymi błędami (ang. UBE - Uncorrected Block Errors), sekundach z błędami (ang. ES - Errored Seconds), sekundach z znaczną liczbą błędów (ang. SES - Severely Errored Seconds).

- 9) Wymaga się aby dla sygnału 200G była możliwość transmitowania go w kanale optycznym o szerokości 37,5 GHz i 50 GHz.
- 10) W celu optymalizacji parametrów sygnału optycznego (widmo częstotliwościowe sygnału) do parametrów kanału optycznego (media channel) muxponder musi realizować po stronie liniowej transmisję sygnałów optycznych z co najmniej dwoma różnymi formatami modulacji.
- 11) Porty klienckie (strona stacyjna) muxpondera 200G muszą umożliwiać zastosowanie wymiennych modułów optycznych realizujących transmisję 100GE, co najmniej interfejsy: 100GBASE-LR4 oraz 100GBASE-SR10 lub 100GBASE-SR4, z możliwością pracy na odległościach nie mniejszych niż, odpowiednio dla: LR4 – 10 km (włókna jednomodowe zgodne z zaleceniami ITU-T G.652) oraz SR10 i SR4– 70 m (OM3) i 100 m (OM4) (włókna wielomodowe zgodne z zaleceniami ITU-T G.651.1 i normami ISO/IEC 11801 typ OM3 i OM4).
- 12) Porty klienckie (strona stacyjna) muxpondera muszą umożliwiać zastosowanie wymiennych modułów optycznych realizujących transmisję 10GE, co najmniej interfejsy: 10GBASE-LR oraz 10GBASE-SR, z możliwością pracy na odległościach nie mniejszych niż, odpowiednio dla: LR – 10 km (włókna jednomodowe zgodne z zaleceniami ITU-T G.652) oraz SR – 300 m (OM4) (włókna wielomodowe zgodne z zaleceniami ITU-T G.651.1 i normami ISO/IEC 11801 typ OM4).
- 13) Para muxponderów 200G wykorzystana do realizacji transmisji poprzez podsystem transmisyjny NG-OTN musi umożliwić zastosowanie na obu końcach (po stronach stacyjnych) wymiennych optycznych modułów różnego typu (np. po jednej LR4, a po drugiej SR10) dla danego połączenia 100G oraz 10G.
- 14) Na portach stacyjnych muxponder 200G musi wspierać mechanizm detekcyjno-korekcyjny błędów (ang. FEC - Forward Error Correction): IEEE802.3bj FEC dla sygnału 100 GE, G.709 GFEC dla sygnałów OTU4 i OTU2, dla tych mechanizmu muxponder musi obsługiwać funkcję monitorowania parametrów, w interwałach 15 minutowych (jeden bieżący i co najmniej 32 historyczne) i 24 godzinnych (jeden bieżący i co najmniej 2 historycznych), informując o: stopie błędów przed korektą (ang. per-FEC BER), naprawionych błędach (ang. CS - Corrected Errors), blokach z nienaprawionymi błędami (ang. UBE - Uncorrected Block Errors), sekundach z błędami (ang. ES - Errored Seconds), sekundach z znaczną liczbą błędów (ang. SES - Severely Errored Seconds).
- 15) Po stronie stacyjnej muxponder 200G musi obsługiwać funkcję monitorowania następujących parametrów: dla warstwy PCS – liczbę bloków z błędami (PCS block errors) oraz sekundy z błędami (ang. ES - Errored Seconds), dla ramek Ethernet – liczbę wysłanych i odebranych bajtów, liczbę

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

wysłanych i odebranych ramek Ethernet, liczbę błędów CRC. Dla tych parametrów muszą być dostępne informacje w interwałach 15 minutowych (jeden bieżący i co najmniej 32 historyczne) i interwałach 24 godzinnych (jeden bieżący i co najmniej 2 historyczne). Dane muszą być zbierane dla ramek Ethernet wielkości co najmniej 9018 bajtów.

- 16) Muxponder 200G musi raportować wartości następujących parametrów transmisyjnych sygnału liniowego: moc całego sygnału (ang. Optical Power), odstrojenie nośnej – ang. Carrier Offset, stosunek optyczny sygnału do szumu – OSNR (ang. Optical Signal to Noise Ratio), stosunek sygnału do szumu – SNR (ang. Signal to Noise Ratio), parametr jakości sygnału ang. Q-factor, parametr PDL – ang. Polarization Dependent Loss, parametr DGD – ang. Differential Group Delay, wartość kompensacji dyspersji chromatycznej – CDC (ang. Chromatic Dispersion Compensation), parametr związany ze zmianą polaryzacji - ang. Polarization Rate. Dla tych parametrów muxponder musi raportować wartości bieżące/chwilowe oraz wartości bieżące z interwału 15 minutowego i 24 godzinnego jak i wartości historyczne obejmujące co najmniej 32 interwały 15 minutowe oraz co najmniej 2 interwały 24 godzinne.

Ponadto dla powyższych parametrów wymagane jest raportowanie wartości chwilowych (bieżących) z 1 sekundową częstością raportowania z wykorzystaniem zapytań SNMP lub innych mechanizmów (np. REST, streaming telemetry gRPC).

- 17) Muxponder musi umożliwiać zmianę mocy sygnału nadawanego na porcie liniowym w zakresie nie węższym niż przedział -3 do +1 dBm.

2.5.4. Muxponder szyfrujący

Podsystem transmisyjny NG-OTN musi mieć moduł muxpondera szyfrującego realizujący szyfrowanie strumieni danych i transmisję ich przez sieć z zwielokrotnieniem falowym.

- 1) Muxponder szyfrujący musi realizować poprawną transmisję w sieci Zamawiającego, opisanej w poszczególnych zadaniach oraz na zdefiniowanych połączeniach (punkt 2.7); transmisja musi być realizowana bez wykorzystania regeneracji 3R (tzn. zamiany sygnału optycznego na postać elektryczną) i kompensacji dyspersji w linii.
- 2) Para muxponderów szyfrujących musi gwarantować transparentne przeniesienie ruchu przez podsystem transmisyjny NG-OTN pomiędzy portami klienckimi (stacyjne) z prędkością dołączonego medium (ang. line rate).
- 3) Muxponder szyfrujący musi realizować szyfrowanie wykorzystując symetrycznego szyfru blokowego Advanced Encryption Standard z kluczem o długości 256 bitów (AES-256).
- 4) Muxponder szyfrujący musi realizować wymianę kluczy metodą Diffie-Hellman z rotacją kluczy nie rzadziej jak co minutę.
- 5) Muxponder szyfrujący musi umożliwiać wgrywanie przez Zamawiającego własnych algorytmów szyfrujących.
- 6) Muxponder szyfrujący po stronie stacyjnej/klienckiej musi obsługiwać co najmniej przepływności 10GE oraz 100GE w ilości umożliwiającej wypełnienie przepływności portu liniowego.

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- 7) Muxponder szyfrujący po stronie liniowej musi realizować transmisję sygnału koherentnego z zwielokrotnieniem polaryzacyjnym do współpracy z optycznymi systemami z zwielokrotnieniem falowym.
- 8) Muxponder szyfrujący musi po stronie liniowej realizować transmisję co najmniej 200G na jednej częstotliwości nośnej (ang. Singiel Carrier – SC).
- 9) Muxponder szyfrujący po stronie liniowej musi mieć przestrajalny programowo laser/lasery w zakresie obejmującym co najmniej częstotliwości od 191,25 THz do 196,10 THz dla częstotliwości środkowej/nośnej, z krokiem nie większym jak 12,5 GHz (ang. frequency grid).
- 18) Po stronie liniowej muxponder szyfrujący musi realizować mechanizm detekcyjno-korekcyjnego błędów (ang. FEC – Forward Error Correction). Wymaga się aby stopa błędów (ang. BER - Bit Error Rate) sygnału (na porcie klienckim) po przeprowadzeniu procesu korekcji sygnału z linii była na poziomie równym lub lepszym niż 1×10^{-15} (tj. równa lub mniejsza) przy stopie błędów sygnału liniowego przed korekcją (ang. per-FEC BER) na poziomie (stopa błędów równa lub mniejsza) $1,0 \times 10^{-2}$.
- 10) Dla mechanizmu FEC transponder musi obsługiwać funkcję monitorowania parametrów pracy tego mechanizmu w interwałach 15 minutowych (jeden bieżący i co najmniej 32 historyczne) i 24 godzinnych (jeden bieżący i co najmniej 2 historyczne) informując o: stopie błędów przed korektą (ang. per-FEC BER), naprawionych błędach (ang. CS - Corrected Errors), blokach z nienaprawionymi błędami (ang. UBE - Uncorrected Block Errors), sekundach z błędami (ang. ES - Errored Seconds), sekundach z znaczną liczbą błędów (ang. SES - Severely Errored Seconds).
- 11) Muxponder szyfrujący musi raportować wartości następujących parametrów transmisyjnych sygnału liniowego: moc całego sygnału (ang. Optical Power), odstrojenie nośnej – ang. Carrier Offset, stosunek optyczny sygnału do szumu – OSNR (ang. Optical Signal to Noise Ratio), stosunek sygnału do szumu – SNR (ang. Signal to Noise Ratio), parametr jakości sygnału ang. Q-factor, parametr PDL – ang. Polarization Dependent Loss, parametr DGD – ang. Differential Group Delay, wartość kompensacji dyspersji chromatycznej – CDC (ang. Chromatic Dispersion Compensation), parametr związany ze zmianą polaryzacji - ang. Polarization Rate. Dla tych parametrów muxponder musi raportować wartości bieżące/chwilowe oraz wartości bieżące z interwału 15 minutowego i 24 godzinnego jak i wartości historyczne obejmujące co najmniej 32 interwały 15 minutowe oraz co najmniej 2 interwały 24 godzinne.
- 12) Muxponder szyfrujący musi umożliwiać zmianę mocy sygnału nadawanego na porcie liniowym w zakresie nie węższym niż przedział -3 do +1 dBm z krokiem 0,1 dB.
- 13) Porty klienckie (strona stacyjna) modułu muszą umożliwiać zastosowanie wymiennych modułów optycznych realizujących transmisję 100GE – co najmniej interfejsy: 100GBASE-LR4 oraz 100GBASE-SR4, z możliwością pracy na odległościach nie mniejszych niż, odpowiednio dla: LR4 – 10 km (włókna jednomodowe zgodne z zaleceniami ITU-T G.652) oraz SR4 – 70 m (OM3) i 100 m (OM4) (włókna wielomodowe zgodne z zaleceniami ITU-T G.651.1 i normami ISO/IEC 11801 typ OM3 i OM4).

2.5.5. Moduł transmisyjny 800GE

Podsystem transmisyjny NG-OTN musi posiadać moduł transmisyjny 800GE realizujące transmisję sygnałów 800G, 400 Gigabit Ethernet (400GBASER), 100 Gigabit Ethernet (100GBASER IEEE 802.3ba) po stronie stacyjnej w sygnale 800G po stronie liniowej.

- 1) Moduł transmisyjny 800GE musi być wyposażony w matrycę przełączającą umożliwiającą multipleksację sygnałów stacyjnych w sygnał liniowy.
- 2) Porty po stronie stacyjnej modułu transmisyjnego 800GE muszą obsługiwać wymienne moduły optyczne realizujące transmisję 800G, 400 Gigabit Ethernet (400GBASER) oraz 100 Gigabit Ethernet (100GBASER IEEE 802.3ba). Nie wymaga się aby jeden moduł musiał obsługiwać wszystkie przepływności. Dopuszczalne jest rozwiązanie, w którym moduły optyczne obsługują tylko jedną przepływność.
- 3) Porty po stronie stacyjnej modułu transmisyjnego 800GE muszą umożliwiać zastosowanie wymiennych modułów optycznych realizujących transmisję 400GBASE, co najmniej interfejsy: 400GBASE-LR4 oraz 400GBASE-SR8 z możliwością pracy na odległościach nie mniejszych niż, odpowiednio dla: LR4 – 10 km (włókna jednomodowe zgodne z zaleceniami ITU-T G.652) oraz SR8 – 70 m (OM3) i 100 m (OM4) (włókna wielomodowe zgodne z zaleceniami ITU-T G.651.1 i normami ISO/IEC 11801 typ OM3 i OM4).
- 4) Porty po stronie stacyjnej modułu transmisyjnego 800GE muszą umożliwiać zastosowanie wymiennych modułów optycznych realizujących transmisję 100GBASE, co najmniej interfejsy: 100GBASE-LR4 oraz 100GBASE-SR10 lub 100GBASE-SR4, z możliwością pracy na odległościach nie mniejszych niż, odpowiednio dla: LR4 – 10 km (włókna jednomodowe zgodne zaleceniami ITU-T G.652) oraz SR10 i SR4 – 70 m (OM3) i 100 m (OM4) (włókna wielomodowe zgodne z zaleceniami ITU-T G.651.1 i normami ISO/IEC 11801 typ OM3 i OM4).
- 5) Po stronie liniowej modułu transmisyjnego 800GE transmisja 800G może być realizowana na jednej częstotliwości nośnej (ang. Singiel Carrier – SC) lub z wykorzystaniem wielu częstotliwości nośnych/podnośnych (ang. Multi Carrier – MC).
- 6) Port/porty po stronie liniowej modułu transmisyjnego 800GE może być wyposażony w wymienne modułów optycznych.

2.6. Parametry techniczne elementów podsystemu transmisyjnego NG-OTN

Wszystkie elementy (moduły) urządzeń podsystemu transmisyjnego NG-OTN muszą umożliwiać ich instalację oraz demontaż bez konieczności wyłączania urządzenia (funkcjonalność ang. hot-swap) oraz bez wpływu na funkcjonowanie pozostałych elementów, w tym modułu zarządzania urządzeniem oraz modułów związanych z zarządzaniem siecią (np. realizujących kanał zarządzania OSC/DCN). Funkcjonalność hot-swap dotyczy również wymiennych modułów optycznych takich jak wkładki CFP lub

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

QSFP. Demontaż elementu (modułu) lub jego uszkodzenie może mieć wpływ jedynie na poprawność transmisji przechodzących przez ten element. Uszkodzenie modułu zarządzającego urządzeniem nie może wpłynąć na poprawność transmisji sygnałów użytkowych (sygnałów optycznych) transmitowanych przez to urządzenie przed awarią modułu.

Obudowa

- 1) Wymaga się aby wszystkie zastosowane urządzenia były dostosowane do instalacji w szafach teletechnicznych z rozstawem belek (montażowych) 19" (EIA-310). Parametry szaf dostępnych w lokalizacjach dla podsystemu transmisyjnego NG-OTN (wymiary, dostępne miejsca w szafie) wskazane zostały w punkcie 9. Dostarczone urządzenia muszą posiadać wszystkie niezbędne elementy potrzebne do ich poprawnej instalacji.
- 2) Obudowa musi być tak skonstruowana, aby prawidłowo odprowadzać ciepło na zewnątrz (niezależnie od liczby i typu zainstalowanych modułów) i być wyposażona w redundantne układy wentylacji. Przy czym za redundantne Zamawiający uzna takie układy wentylacji, które są zbudowane przy pomocy odrębnych modułów wentylacji lub przy pomocy jednego modułu wentylacji z redundantnymi wentylatorami umieszczonymi na nim. Przepływ powietrza przez urządzenie (ang. airflow) musi być realizowany w kierunku z przodu urządzenia do tyłu (ang. airflow from front to rear).
- 3) Wszystkie porty optyczne oraz elektryczne (np. Ethernet, konsola RS-232) muszą znajdować się na przednim panelu modułów. Wymaganie to nie dotyczy złącza zasilania -48V (DC) i 230V (AC).

Zasilanie

- 4) Urządzenia muszą mieć możliwość zasilania ich zarówno prądem przemiennym (AC) 230 V jak i prądem stałym (DC) - 48 V.
- 5) W celu zachowania redundancji zasilania, każde urządzenie systemu transmisyjnego musi być wyposażone w co najmniej 2 układy zasilające. Zanik napięcia na jednym z obwodów zasilających, nie może spowodować przerwy w działaniu urządzenia oraz ograniczyć jego funkcjonalności i wydajności.
- 6) Urządzenia muszą poprawnie działać przy zastosowaniu jednocześnie zasilaczy prądu przemiennego (AC) 230 V oraz zasilacza prądu stałego(DC) -48V.
- 7) Dostarczone układy zasilające muszą umożliwiać poprawną pracę urządzenia w maksymalnej konfiguracji (dopuszczonej przez producenta) z wykorzystaniem połowy zainstalowanych zasilaczy.
- 8) Urządzenia muszą pracować poprawnie w przypadku uszkodzenia jednego z obwodów układu zasilającego. Uszkodzenie to nie może powodować przerwy w pracy urządzenia.
- 9) Warunki zasilania urządzeń w poszczególnych węzłach zostały przedstawione w punkcie 9 (maksymalna dostępna moc dla urządzeń – uwaga moc razem z urządzeniami z Zadania C).
- 10) Urządzenia muszą być wyposażone w zaciski ochrony w celu ich uziemienia.
- 11) Po awarii obwodu zasilającego i ponownym włączeniu zasilania lub po restarcie urządzenia podsystemu transmisyjnego NG-OTN, urządzenie to musi automatycznie uruchomić procedurę

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

przywracania konfiguracji sprzed awarii i ponownego uruchomienia transmisji dla wszystkich usług (kanały optyczne).

- 12) Wykonawca musi dostarczyć kable zasilające i uziemiające (linki) umożliwiające podłączenie urządzenia do źródła zasilania w obrębie szafy oraz punktu uziemienia umieszczonych w szafie, w której będzie zainstalowane urządzenie.

Otoczenie

- 13) Urządzenia muszą poprawnie pracować w temperaturze otoczenia od -5 do +45 °C oraz przy wilgotności powietrza od 5% do 85% zakładając brak występowania zjawiska kondensacji pary wodnej (ETSI 300-019-1-3 V2.1.1 class 3.1E).

2.7. Specyfikacja konfiguracji zamawianego podsystemu transmisyjnego NG-OTN

W ramach z Zadań od A1 do A38 Wykonawca musi dostarczyć, instalować i uruchomić podsystem transmisyjny NG-OTN pomiędzy węzłami szkieletowymi sieci Zamawiającego (Tabela 2.7.1. - wykaz węzłów szkieletowych) z wykorzystaniem elementów spełniających opisane wymagania w niniejszym dokumencie.

Dostawa, instalacja i uruchomienie podsystemu transmisyjnego NG-OTN składa się z następujących zadań:

- 1) **Zadanie A1** – obejmujące realizację linii Poznań 1 – Gorzów Wlkp. – Szczecin – Koszalin – Gdańsk wraz z węzłami w Gorzowie Wlkp. i Słubicach oraz z odejściem z Gorzowa Wlkp. do Słubic, zadanie to nie obejmuje budowy węzłów: Poznań 1, Szczecin, Koszalin i Gdańsk (objętych w innych zadaniach);
- 2) **Zadanie A2** – obejmujące realizację linii Gdańsk – Olsztyn – Białystok – Warszawa wraz z węzłami w Elblągu, Suwałkach, Ogrodnikach i Kuźnicy oraz z odejściami z Suwałk do Ogrodnik i z Białegostoku do Kuźnicy, zadanie to nie obejmuje budowy węzłów w: Gdańsku, Olsztynie, Białymstoku i Warszawie (objętych w innych zadaniach);
- 3) **Zadanie A3** – obejmujące realizację linii Poznań 1 – Poznań 2 – Sochaczew – Warszawa, zadanie to nie obejmuje budowy węzłów Poznań 1 i Poznań 2 oraz węzła w Warszawie (objętych w innych zadaniach);
- 4) **Zadanie A4** – obejmujące realizację linii Gdańsk – Toruń – Bydgoszcz – Poznań 2, zadanie to nie obejmuje budowy węzłów w: Gdańsku, Toruniu, Bydgoszczy oraz węzła Poznań 2 (objętych w innych zadaniach);
- 5) **Zadanie A5** – obejmujące realizację linii Poznań 1 – Zielona Góra – Wrocław, zadanie to nie obejmuje budowy węzłów w Zielonej Górze i Wrocławiu oraz węzła Poznań 1 (objętych w innych zadaniach);
- 6) **Zadanie A6** – obejmujące realizację linii Wrocław – Opole – Katowice – Kraków i Katowice – Bielsko-Biała – Kraków wraz z węzłami w Bielsku-Białej, Cieszynie i Zwardoniu oraz z odejściami z Bielska-Białej do Cieszyna oraz z Bielska-Białej do Zwardonia, zadanie to nie obejmuje budowy węzłów we Wrocławiu, Opolu, Katowicach i Krakowie (objętych w innych zadaniach);

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- 7) **Zadanie A7** – obejmujące realizację linii Kraków – Kielce – Radom – Warszawa, zadanie to nie obejmuje budowy węzłów w Krakowie, Kielcach, Radomiu i Warszawie (objętych w innych zadaniach);
- 8) **Zadanie A8** – obejmujące realizację linii Kraków – Rzeszów – Zamość – Lublin – Puławy – Radom wraz z węzłem w Zamościu i Hrebennym oraz z odejściem z Zamościa do Hrebenne, zadanie to nie obejmuje budowy węzłów w Krakowie, Rzeszowie, Lublinie, Puławach i Radomiu (objętych w innych zadaniach);
- 9) **Zadanie A9** – obejmujące realizację linii Katowice – Częstochowa – Łódź – Sochaczew, zadanie to nie obejmuje budowy węzłów w Katowicach, Częstochowie i Łodzi (objętych w innych zadaniach);
- 10) **Zadanie A10** – obejmujące realizację linii Poznań 1 – Łódź, zadanie to nie obejmuje budowy węzła w Łodzi i węzła Poznań 1 (objętych w innych zadaniach);
- 11) **Zadanie A11** – obejmujące realizację linii Toruń – Płock – Warszawa wraz z węzłem w Płocku, zadanie to nie obejmuje budowy węzłów w Toruniu i Warszawie (objętych w innych zadaniach);
- 12) **Zadanie A12** – obejmujące realizację linii Poznań 1 – Leszno – Wrocław wraz z węzłem w Lesznie, zadanie to nie obejmuje budowy węzła Poznań 1 i węzła we Wrocławiu (objętych w innych zadaniach);
- 13) **Zadanie A13** – obejmuje realizację węzła podsystemu w Białymstoku;
- 14) **Zadanie A14** – obejmuje realizację węzła podsystemu w Bydgoszczy;
- 15) **Zadanie A15** – obejmuje realizację węzła podsystemu w Częstochowie;
- 16) **Zadanie A16** – obejmuje realizację węzła podsystemu w Gdańsku;
- 17) **Zadanie A17** – obejmuje realizację węzła podsystemu w Katowicach;
- 18) **Zadanie A18** – obejmuje realizację węzła podsystemu w Kielcach;
- 19) **Zadanie A19** – obejmuje realizację węzła podsystemu w Koszalinie;
- 20) **Zadanie A20** – obejmuje realizację węzła podsystemu w Krakowie;
- 21) **Zadanie A21** – obejmuje realizację węzła podsystemu w Lublinie;
- 22) **Zadanie A22** – obejmuje realizację węzła podsystemu w Łodzi;
- 23) **Zadanie A23** – obejmuje realizację węzła podsystemu w Olsztynie;
- 24) **Zadanie A24** – obejmuje realizację węzła podsystemu w Opolu;
- 25) **Zadanie A25** – obejmuje realizację węzła podsystemu w Poznaniu - Poznań 1;
- 26) **Zadanie A26** – obejmuje realizację węzła podsystemu w Poznaniu - Poznań 2;
- 27) **Zadanie A27** – obejmuje realizację węzła podsystemu w Puławach;
- 28) **Zadanie A28** – obejmuje realizację węzła podsystemu w Radomiu;
- 29) **Zadanie A29** – obejmuje realizację węzła podsystemu w Rzeszowie;
- 30) **Zadanie A30** – obejmuje realizację węzła podsystemu w Szczecinie;
- 31) **Zadanie A31** – obejmuje realizację węzła podsystemu w Toruniu;
- 32) **Zadanie A32** – obejmuje realizację węzła podsystemu w Warszawie;
- 33) **Zadanie A33** – obejmuje realizację węzła podsystemu we Wrocławiu;
- 34) **Zadanie A34** – obejmuje realizację węzła podsystemu w Zielonej Górze;

- 35) **Zadanie A35** – obejmuje realizację węzła podsystemu w Mikołajkach wraz z realizacją linii Mikołajki – Olsztyn i integracją z podsystemem w Olsztynie, zadanie to nie obejmuje budowy węzła w Olsztynie (objęty w innym zadaniu);
- 36) **Zadanie A36** – obejmuje realizację podsystemu monitorowania włókien;
- 37) **Zadanie A37** – dostawa i instalacja muxponderów szyfrujących;
- 38) **Zadanie A38** – dostawa i instalacja modułów transmisyjnych 800GE.

Kolejność realizacji poszczególnych zadań będzie zlecona przez Zamawiającego.

Zadania od A1 do A35

W zadaniach od A13 do A35 Wykonawca musi uwzględnić odpowiednie wyposażenie liniowe węzłów MD-ROADM (np. w wzmacniacze) tak aby była realizowana poprawna transmisja przy realizacji Zadań od A1 do A12.

Wymaga się, aby w każdym węźle szkieletowym sieci Zamawiającego został zainstalowany węzeł typu MD-ROADM – wykaz węzłów wraz z ich wymaganą minimalną konfiguracją przedstawia Tabela 2.7.1. Węzły MD-ROADM muszą mieć funkcjonalność colorless i directionless oraz contentionless (ostatnie dotyczy węzłów wskazanych w Tabela 2.7.1. kolumna 9). Węzeł MD-ROADM w Sochaczewie pełni funkcję przełącznika optycznego (ang. OXC – Optical Cross-Connect) dlatego nie ma potrzeby wyposażania go w blok funkcjonalny R-LADD.

Schemat połączeń światłowodowych pomiędzy węzłami szkieletowymi sieci Zamawiającego został przedstawiony na rysunku 9.2.1., zaś parametry transmisyjne linii światłowodowych zostały podane w tabelach od 9.2.1. do 9.2.13.

Wymaga się aby w węzłach wzmacniających (ang. ILA) były zastosowane tego samego typu obudowy. Takie same wymaganie dotyczy węzłów MD-ROADM, dopuszcza się aby obudowy w węzłach MD-ROADM były innego typu niż w węzłach ILA. Wymaga się aby dostarczone wzmacniacze optyczne (typu EDFA i RAMAN) mogły być instalowane zarówno w obudowach zastosowanych w węzłach ILA jak i w węzłach MD-ROADM.

Wymaga się aby podsystem transmisyjny NG-OTN był tak zaprojektowany (warstwa optyczna) aby realizował poprawnie (z uwzględnieniem wymaganej stopy błędów) między innymi następujące transmisje:

- a) 1,2T – pomiędzy węzłami Poznań 1 i Poznań 2, połączenie musi poprawnie działać co najmniej dwoma osobnymi ścieżkami w sieci (tzn. nie może być wspólnych elementów sieci za wyjątkiem węzłów końcowych), wymagana minimalna liczba muxponderów 1,2T w poszczególnych węzłach została podana w tabeli 2.7.1 (kolumna 4);
- b) 800G – pomiędzy węzłami Gdańsk, Kraków, Poznań 1, Poznań 2, Warszawa i Wrocław w topologii każdy z każdym (ang. full mesh), połączenia pomiędzy dwoma węzłami muszą poprawnie działać co najmniej dwoma osobnymi ścieżkami w sieci (tzn. nie może być wspólnych elementów sieci za

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- wyjątkiem węzłów końcowych), wymagana minimalna liczba muxponderów 800G w poszczególnych węzłach została podana w tabeli 2.7.1 (kolumna 5);
- c) 200G i 100G – pomiędzy wszystkimi węzłami szkieletowymi (MD-ROADM) w topologii każdy z każdym, wymagana minimalna liczba muxponderów w poszczególnych węzłach została podana w tabeli 2.7.1 (kolumna od 6 do 8);
 - d) transmisja szyfrowana – pomiędzy węzłem Poznań 1 a węzłem Warszawa (dwoma niezależnymi ścieżkami) oraz Poznań 2 i Gdańsk (dwoma niezależnymi ścieżkami), z elementami z Zadania 37;
 - e) 800GE – pomiędzy węzłem Poznań 1 a węzłem Poznań 2 na wydzielonej parze włókien, z elementami z Zadania 38.

Ponad to wymaga się od podsystemu transmisyjnego NG-OTN aby:

- a) dla ścieżki Poznań 1 – Poznań 2 – Warszawa (Zadanie A3) wartość stosunku optycznego sygnał do szumu OSNR (ang. Optical Signal-to-Noise) była równa lub większa niż 22,0 dB, mierzona dla sygnałów w kanałach 50 GHz i szumu mierzonego w paśmie 0,1 nm;
- b) dla ścieżki Poznań 2 – Warszawa – Białystok – Suwałki – Ogrodniki (Zadania A3 i A2) wartość stosunku optycznego sygnał do szumu OSNR (ang. Optical Signal-to-Noise) była równa lub większa niż 19,5 dB mierzona dla sygnałów w kanałach 50 GHz i szumu mierzonego w paśmie 0,1 nm.

Tabela 2.7.1. Minimalna konfiguracja węzłów szkieletowych sieci.

Lp.	Węzeł szkieletowy	Minimalna liczba kierunków zewnętrznych	Minimalna liczba muxponderów 1,2 T z konfiguracją portów klienckich 3 x 400GBASE-LR4	Minimalna liczba muxponderów 800G z konfiguracją portów klienckich 2 x 400GBASE-LR4	Minimalna liczba muxponderów 200G z konfiguracją portów klienckich 2 x 100GBASE-LR4	Minimalna liczba muxponderów 200G z konfiguracją portów klienckich 1 x 100GBASE-LR4 i 10 x 10GBASE-LR*	Minimalna liczba muxponderów 200G z konfiguracją portów klienckich 1 x 100GBASE-LR4 i 4 x 10GBASE-LR*	Funkcjonalność contentionless	Funkcjonalność udostępniania spektrum (ang. spectrum service)	Funkcjonalność udostępniania spektrum (ang. spectrum service) z dodatkowy dopasowaniem poziomu mocy
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-	-10-	-11-
1	Gdańsk	3	—	4	5	—	1	tak	tak	—

2	Kraków	4	—	4	8	—	1	tak	tak	—
3	Poznań I	6	1	6	9	—	2	tak	tak	tak
4	Poznań II	4	1	5	10	1	—	tak	tak	tak
5	Warszawa	4	—	5	9	—	1	tak	tak	—
6	Wrocław	2	—	4	5	—	1	tak	tak	—
7	Białystok	2	—	—	2	1	1	—	tak	—
8	Bielsk-Biała	4	—	—	—	—	4	—	tak	—
9	Bydgoszcz	2	—	—	4	—	—	—	tak	—
10	Cieszyn	1	—	—	—	—	1	—	tak	—
11	Częstochowa	2	—	—	4	—	—	—	tak	—
12	Elbląg	2	—	—	—	—	2	—	tak	—
13	Gorzów	3	—	—	—	—	3	—	tak	—
14	Hrebenne	1	—	—	—	—	1	—	tak	—
15	Katowice	4	—	—	4	—	1	—	tak	—
16	Kielce	2	—	—	3	—	—	—	tak	—
17	Koszalin	2	—	—	3	—	—	—	tak	—
18	Kuźnica	1	—	—	—	—	1	—	tak	—
19	Leszno	2	—	—	—	—	2	—	tak	—
20	Lublin	2	—	—	1	—	2	—	tak	—
21	Łódź	3	—	—	6	—	—	—	tak	—
22	Mikołajki	1	—	—	—	1	—	—	tak	—
23	Ogrodniki	1	—	—	—	1	—	—	tak	tak
24	Olsztyn	3	—	—	1	—	2	—	tak	—
25	Opole	2	—	—	3	—	—	—	tak	—
26	Płock	2	—	—	—	—	2	—	tak	—
27	Puławy	2	—	—	2	—	2	—	tak	—
28	Radom	3	—	—	4	—	1	—	tak	—
29	Rzeszów	2	—	—	2	—	1	—	tak	—
30	Słubice	1	—	—	1	—	1	—	tak	tak
31	Sochaczew	3	—	—	—	—	—	—	tak	—
32	Suwałki	3	—	—	—	2	1	—	tak	—
33	Szczecin	2	—	—	2	—	1	—	tak	—
34	Toruń	3	—	—	3	—	1	—	tak	—
35	Zamość	3	—	—	—	—	3	—	tak	—
36	Zielona Góra	2	—	—	3	—	—	—	tak	—
37	Zwardoń	1	—	—	—	—	1	—	tak	—
	Razem		2	28	94	6	40			

* zastosowana optyka musi spełniać wymagania interfejsów 10GBASE-LR

Dodatkowe wyposażenie węzłów

- 1) Węzły Poznań 1 (Zadanie A25), Poznań 2 (Zadanie A26), Warszawa (Zadanie A32) oraz Ogrodniki (Zadanie A2) muszą być wyposażone w elementy monitorujące widmo sygnałów (pkt. 2.4.5.).

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

W każdym węźle musi być możliwość pomiaru widma z co najmniej 4 źródeł (punktów pomiarowych w urządzeniu).

- 2) Każdy z węzłów musi być przystosowany do realizacji usługi transmisji sygnałów obcych (ang. alien wavelengths) oraz usługi udostępniania spektrum (ang. spectrum service).
- 3) Ponad to węzły Poznań 1 (Zadanie A25), Poznań 2 (Zadanie A26), Ogrodniki (zadanie A2) i Słubice (Zadanie A1) (Tabela 2.7.1 kolumna 10) muszą być przystosowane do realizacji usługi udostępniania spektrum tak aby była realizowana poprawna transmisja przy założeniu poziomów mocy sygnałów o różnej szerokości widmowej (moc podawana dla gęstość widmowej sygnału mierzonej w kanale 50 GHz): sygnał odbierany z zewnątrz i wprowadzany do podsystemu transmisyjnego NG-OTN – moc sygnału odbieranego z przedziału od -15 dBm do -8 dBm, sygnał nadawany z podsystemu transmisyjnego NG-OTN na zewnątrz – moc sygnału nadawanego w przedziale nie mniej niż -2 dBm do co najmniej +1 dBm.

Zadanie 36 – podsystem monitorowania włókien

System dalekosiężnej transmisji optycznej musi być wyposażony w podsystem monitorowania włókien składający się z elementów monitorujących trakty światłowodowe obejmujące monitorowaniem wszystkie włókna, na których będzie pracować podsystem transmisyjny NG-OTN. Wymagania techniczne dla elementów monitorujących trakty światłowodowe zostały opisane w punkcie 2.4.6. Wymaga się aby wszystkie elementy podsystemu monitorowania włókien były tego samego typu. Zamawiający dopuszcza rozwiązanie, w którym sygnał pomiarowy w aktywnych węzłach sieciowych (MD-ROADM, ILA) będzie wyplatany z jednej linii (włókna) i ponownie wplatany w inną linię (tzw. obejście węzła, pomiar kaskadowy) zwiększając tym aktywny zasięg (odległość) monitorowania traktu światłowodowego, z zastrzeżeniem, że podsystem pomiarowo-monitorujący będzie poprawnie raportował takie zdarzenie (obejścia - zwiększone tłumienie) oraz będzie poprawnie raportowane tłumienie traktu aż do kolejnego węzła aktywnego objętego zasięgiem pomiaru z danego urządzenia. Długości linii światłowodowych objętych monitoringiem zostały podane w punkcie 9.2. Urządzenia podsystemu monitorowania włókien muszą być widoczne w podsystemie NMS, tj. muszą być dostępne w nim (NMS) informacja o stanie aktywności urządzeń oraz informacje o parametrach transmisyjnych traktów światłowodowych (Wykonawca musi dostarczyć w kalkulowane w cenę wszystkie koszty związane z niezbędnymi licencjami). Dostęp do urządzeń monitorowania włókien należy zintegrować z kanałem DCN podsystemu transmisyjnego NG-OTN (poprzez port Ethernet) oraz z podsystemem zarządzania elementami sieci poza pasmem (poprzez port konsolowy RS-232 lub USB). W tym celu Wykonawca musi dostarczyć odpowiednie przewody połączeniowe umożliwiające realizację połączeń w obrębie szafy teletechnicznej 45RU. Razem z podsystemem monitorowania włókien Wykonawca dostarczy 1 sztukę urządzenia do bezinwazyjnej detekcji włókien i pomiaru mocy sygnałów optycznych.

Zadanie 37 – dostawa i instalacja muxponderów szyfrujących

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

W rama tego zadania Wykonawca dostarczy i zainstaluje w podsystemie transmisyjnym NG-OTN dwa komplety (cztery sztuki) muxponderów szyfrujących (punkt 2.5.4.) i uruchomi transmisję w relacjach pomiędzy węzłem Poznań 1 a węzłem Warszawa (dwoma niezależnymi ścieżkami) oraz węzłem Poznań 2 a węzłem Gdańsk (dwoma niezależnymi ścieżkami). Muxpondery szyfrujące muszą być wyposażone na portach stacyjnych w optykę spełniającą wymagania interfejsu 100GBASE-LR4.

Zadanie 38 – dostawa i instalacja modułów transmisyjnych 800GE

W rama tego zadania Wykonawca dostarczy i zainstaluje w podsystemie transmisyjnym NG-OTN **cztery sztuki** modułów transmisyjnych 800GE (punkt 2.5.5.) i uruchomi transmisję w relacji pomiędzy węzłem Poznań 1 a węzłem Poznań 2 na wydzielonej parze włókien (dla każdego połączenia). Po stronie stacyjnej moduł transmisyjny 800GE musi być wyposażony w moduł optyczny realizujący transmisję 800GE. Po stronie liniowej zastosowana optyka transmisyjna musi umożliwiać poprawną transmisję w podanej relacji.

2.8. Wymagania dla mobilnych stacji zarządzania do podsystemu transmisyjnego NG-OTN

Wykonawca musi dostarczyć wraz z Zadaniem A25 (węzeł Poznań 1) wliczone w cenę oferty mobilne stacje zarządzania do podsystemu transmisyjnego NG-OTN w licznie **2 sztuk** zgodnie ze specyfikacją zamieszczoną w punkcie 8.

3. ZADANIE B – podsystem NMS

3.1. Wymagania dla podsystemu NMS

System dalekosiężnej transmisji optycznej w celu zcentralizowanego monitorowania i zarządzania podsystemem transmisyjnym NG-OTN musi posiadać podsystem NMS (ang. Network Management System) realizujący monitorowanie, zarządzanie i konfigurowanie urządzeń oraz usług. Podsystem NMS musi przedstawiać w sposób graficzny informacje o zarządzanych urządzeniach i usługach w podsystemie transmisyjnym NG-OTN.

- 1) Podsystem NMS musi pracować w architekturze klient-serwer. Aplikacja serwera musi stanowić centralny punkt zarządzania i monitorowania podsystemu transmisyjnego NG-OTN. Zdalny dostęp do aplikacji serwera podsystemu NMS musi być zrealizowany za pomocą dedykowanej aplikacji klienckiej pracującej pod kontrolą systemu operacyjnego Windows 10/11 (w wersji 64 bity). Dostarczone rozwiązanie musi umożliwiać pracę jednocześnie co najmniej 10 użytkowników. Wykonawca jest zobowiązany do dostarczenia co najmniej 10 aplikacji klienckich. Zamawiający dopuszcza rozwiązanie, w którym aplikacja kliencka jest realizowana jako dostęp poprzez protokół https z przeglądarki internetowej. W taki przypadku wsparcie aplikacji klienckiej nie może ograniczać się tylko do jednej przeglądarki.

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- 2) Podsystem NMS musi umożliwiać odbiór i wizualizację bieżących alarmów z urządzeń będących pod kontrolą podsystemu zarządzania.
- 3) Podsystem NMS musi rejestrować alarmy z urządzeń jak i generowane przez siebie. Wszystkie alarmy muszą być gromadzone przez aplikację NMS w taki sposób, aby możliwe było bieżące oraz w późniejszym terminie ich przeglądanie, analizowanie oraz eksportowanie do plików w ogólnodostępnym edytowalnym formacie (np.: .CSV).
- 4) Podsystem NMS musi realizować zarządzanie użytkownikami z uwzględnieniem ich uprawnień do dostępu do elementów podsystemu transmisyjnego NG-OTN (węzłów, podsięci) oraz do usług (grup usług) zestawionych w podsystemie transmisyjnym. Podsystem MMS musi umożliwiać tworzenie grup użytkowników oraz przypisywanie im uprawnień. Musi być możliwe definiowanie różnych poziomów uprawnień użytkowników w dostępie do danych w NMS; wymaga się co najmniej poziomów funkcjonalnych: administracyjny – pełny dostęp i pełne uprawnienia do urządzeń, serwisów oraz funkcjonalności serwera NMS; konfiguracyjny – konfiguracja urządzeń i serwisów w podsystemie transmisyjnym NG-OTN oraz bez dostępu do ustawień administracyjnych związanych z bezpieczeństwem dostępu i działania podsystemu NMS, monitorujący – dostęp do danych transmisyjnych urządzeń i serwisów bez możliwości konfiguracji).
- 5) Podsystem NMS musi wspierać uwierzytelnianie i autoryzację użytkowników w dostępie do niego z wykorzystaniem zewnętrznych serwerów LDAP, TACACS+, RADIUS (zarządzanych przez Zamawiającego) oraz lokalnie.
- 6) Podsystem NMS musi wykrywać topologię sieci i prezentować ją w formie graficznej z uwzględnieniem wzajemnych połączeń między urządzeniami. Podsystem musi umożliwić monitorowanie i prezentację stanu poszczególnych połączeń fizycznych i logicznych. Podsystem musi prezentować fizyczny przebieg wszystkich usług w podsystemie transmisyjnym.
- 7) Podsystem NMS musi gromadzić zdarzenia (logi) z urządzeń wchodzących w skład podsystemu transmisyjnego NG-OTN. Ponadto musi umożliwiać przeglądanie logów historycznych.
- 8) Podsystem NMS musi prezentować w sposób graficzny aktualny, rzeczywisty stan połączeń fizycznych i logicznych, portów, modułów oraz urządzeń.
- 9) Podsystem NMS musi prezentować bieżący stan alarmów (w sposób graficzny na mapie połączeń oraz w postaci listy) odzwierciedlający rzeczywisty stan elementów podsystemu transmisyjnego NG-OTN.
- 10) Podsystem NMS musi gromadzić i udostępniać dane monitorowanych parametrów (ang. Performance Monitoring) z urządzeń podsystemu transmisyjnego NG-OTN (PM wymienione w punkcie 2 Części IV SWZ) z interwałów 15 minutowych z okresu co najmniej 7 dni oraz z interwałów 24 godzinnych z okresu co najmniej 365 dni.
- 11) Podsystem NMS musi realizować funkcję eksportowania powyższych danych PM do plików w ogólnodostępnym edytowalnym formacie (np.: .CSV).

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- 12) Podsystem NMS musi realizować wykonywanie i gromadzenie kopii zapasowych konfiguracji urządzeń wchodzących w skład podsystemu transmisyjnego NG-OTN oraz konfiguracji NMS. Podsystem NMS musi umożliwiać pełne odtworzenie stanu podsystemu transmisyjnego NG-OTN oraz NMS z momentu wykonywania ostatniej kopii zapasowej (m.in. konfiguracja NMS, map połączeń logicznych i fizycznych, uprawnień użytkowników itp.).
 - 13) Podsystem NMS musi posiadać funkcjonalność wysokiej dostępności (ang. High Availability) rozumianej jako zainstalowanie NMS na dwóch niezależnych serwerach pracujących jednocześnie w trybie serwer podstawowy – zapasowy (ang. active – standby). W przypadku awarii serwera podstawowego aplikacji, serwer zapasowy musi przejąć wszystkie funkcje serwera podstawowego. Wykonawca musi dostarczyć wszelkie niezbędne licencje do realizacji tej funkcjonalności.
 - 14) Podsystem NMS musi posiadać programowalny interfejs aplikacyjny (API) umożliwiający dostęp do danych podsystemu transmisyjnego NG-OTN. Wykonawca musi dostarczyć pełną dokumentację dotyczącą API NMS (w języku polskim lub angielskim).
 - 15) Awaria podsystemu NMS nie może wpływać na realizację transmisji (zestawionych usług) oraz konfigurację urządzeń podsystemu transmisyjnego NG-OTN.
 - 16) Podsystem NMS musi realizować funkcję inwentaryzacji urządzeń będących pod jego kontrolą. Wyniki działania funkcji inwentaryzacji oprócz wyświetlenia muszą uwzględniać eksport danych w plikach edytowalnych (w formacie np.: .CSV, HTML).
 - 17) Podsystem NMS musi pracować pod kontrolą systemu operacyjnego Red Hat Enterprise Linux Server. Wykonawca jest zobowiązany do dostarczenia odpowiedniej liczby subskrypcji systemu operacyjnego Red Hat Enterprise Linux Server (potrzebnych do zainstalowania aplikacji NMS oraz zaimplementowania funkcjonalności wysokiej dostępności High Availability w podsystemie NMS) oraz wsparcia technicznego (w okresie gwarancji) obejmującego co najmniej:
 - możliwość instalacji systemu na maszynie wirtualnej uruchomionej na serwerze fizycznym;
 - dostęp do najnowszych wersji oprogramowania Red Hat oraz do poprawek związanych z bezpieczeństwem;
 - aktualizacje oprogramowania Red Hat;
 - dostęp do bazy wiedzy Red Hat przez dedykowany portal producenta.Ponadto Wykonawca jest zobowiązany do dostarczenia bieżących aktualizacji aplikacji NMS oraz oprogramowania urządzeń transmisyjnych przez okres trwania gwarancji.
- Wymaga się aby podsystem NMS miał funkcjonalność (wbudowaną albo jako osobna instancja) zarządzania monitorowaniem traktów światłowodowych. Funkcjonalność ta musi obejmować poniższe wymagania.
- 18) Podsystem NMS musi wyświetlać dane tekstowe i graficzne (pomiar OTDR) z pomiarów traktów światłowodowych.
 - 19) Podsystem NMS musi być wyposażony w moduł GIS wyświetlający na mapie przebiegi tras światłowodów, lokalizacje punktów dostępowych z możliwością konfiguracji typu punktu dostępowego (np. szafa, studnia, słup).

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- 20) Moduł geograficzny GIS musi być zintegrowany z podsystemem NMS w taki sposób aby dane geograficzne być wyświetlane w oknie aplikacji NMS.
- 21) Podsystem NMS musi realizować powiązanie danych pomiarowych z połączeniem pomiędzy węzłami podsystemu transmisyjnego NG-OTN.
- 22) Podsystem NMS musi wspierać generowanie wiadomości e-mail w przypadku wykrycia fizycznej awarii toru światłowodowego. W treści wiadomości musi znajdować się odnośnik (łącze – ang. hiperlink) do systemu ogólnodostępnych map (np. OpenStreet, Google,) ze wskazaniem koordynatów miejsca awarii.

Wymaga się aby podsystem NMS miał funkcjonalność (wbudowaną albo jako osobna instancja) planowania podsystemu transmisyjnego NG-OTN. Funkcjonalność ta musi być dostarczona razem z podsystemem NMS.

Funkcjonalność ta na podstawie danych wejściowych musi umożliwiać:

- 23) automatyczne zaplanowanie warstwy optycznej z rozmieszczeniem węzłów aktywnych w sieci światłowodowej,
- 24) automatyczny dobór elementów warstwy optycznej (w tym, węzły ILA i MD-ROADM),
- 25) dobór elementów warstwy usługowej – transpondery, muxpondery,
- 26) modyfikację wskazanych elementów warstwy optycznej i usługowej (wybór innego komponentu),
- 27) kalkulację ustawień parametrów optycznych – moce wyjściowe, wartości wzmocnień wzmacniaczy, wartość nastaw tłumików w wzmacniaczach,
- 28) kalkulację możliwych ścieżek dla połączeń,
- 29) kalkulację parametrów OSNR oraz GOSNR dla różnych kanałów,
- 30) graficzną prezentację topologii sieci.

Dane wejściowe do funkcjonalności planowania systemów transmisyjnych NG-OTN obejmują:

- 31) dane dotyczące topologii połączeń światłowodowych oraz długości, tłumienia i dyspersji chromatycznej włókien,
- 32) dane zdefiniowanych usług transmisyjnych.

Podsystem NMS musi być dostarczony wraz z licencjami umożliwiającymi obsługę wszystkich urządzeń wchodzących w skład podsystemu transmisyjnego NG-OTN i podsystemu monitorowania włókien oraz dla funkcjonalności planowania podsystemu transmisyjnego NG-OTN i zarządzania monitorowaniem traktów światłowodowych. Podsystem NMS nie może posiadać innych ograniczeń licencyjnych (w tym na liczbę zestawianych połączeń, typ połączeń, usług i innych).

Wymaga się aby aplikacja zarządzająca podsystemem NMS (serwer i klient) działała poprawnie bez konieczności podłączania jej do sieci Internet oraz zestawiania dedykowanych połączeń do producenta systemu/urządzeń lub Wykonawcy. Aktualizacje aplikacji zarządzającej podsystemem NMS muszą odbywać się w trybie offline.

Interfejs użytkownika aplikacji serwera NMS i aplikacji klienckiej oraz dokumentacja do nich musi być dostępna w całości w języku polskim lub angielskim. Wykonawca musi dostarczyć dokumentację

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

techniczną producenta obejmującą instalację, konfigurację i możliwości funkcjonalne podsystemu NMS. Dokumentacja musi być przekazana w formie elektronicznej w formacie ogólnodostępnym umożliwiającym przeszukiwanie tekstu oraz wydruk części jake i całości dokumentu (np.: PDF, DOC, DOCX, ODT, HTML).

W ramach Zadania B Wykonawca dostarczy podsystem NMS pracujący w układzie wysokiej dostępności (ang. High Availability) na dwóch niezależnych instancjach systemu operacyjnego. Zadanie B nie obejmuje dostarczenia fizycznych serwerowych (komputerów).

Przez równoważność do w/w systemu operacyjnego Red Hat Enterprise Linux Server Zamawiający rozumie konieczność:

- 1) **zapewnienia przez system równoważny pełnej funkcjonalności jaką oferuje system Red Hat Enterprise Linux Server w minimalnej wskazanej przez Zamawiającego wersji,**
- 2) **dostępność dla systemu równoważnego tych aplikacji oraz oprogramowania, które są dostępne dla wskazanego przez Zamawiającego systemu Red Hat Enterprise Linux Server lub aplikacji i oprogramowań alternatywnych, zapewniających wszystkie te same funkcjonalności.**

3.2. Wymagania dla mobilnych stacji zarządzania do podsystemu NMS.

Wykonawca musi dostarczyć wliczone w cenę oferty mobilne stacje zarządzania do podsystemu NMS w licznie **2 sztuk** zgodnie ze specyfikacją zamieszczoną w punkcie 8.

4. ZADANIE C – podsystem zarządzania elementami sieci poza pasmem (OoB)

Zadaniem urządzeń podsystemu zarządzania elementami sieci poza pasmem OoB (ang. out-of-band management) jest zapewnienie dostępu do interfejsów zarządzania (Ethernet i konsolowych) urządzeń wchodzących w skład podsystemu transmisyjnego NG-OTN oraz podsystemu podtrzymania zasilania, poza pasmem sieci optycznej.

W ramach realizacji zadania podsystemu zarządzania elementami sieci optycznej poza pasmem (OoB) Zamawiający wymaga dostarczenia, instalacji i uruchomienia przez Wykonawcę następujących zestawów urządzeń w podanych poniżej ilościach:

Zestaw typu A – ilość: 64 zestawy

- Urządzenie dostępowe (wyposażone w moduły optyczne oraz w modem LTE wraz z antenami)
- Serwer konsolowy typu A
- Niezbędne okablowanie

Zestaw typu B - ilość: 35 zestawy

- Urządzenie dostępowe (wyposażone w moduły optyczne oraz w modem LTE wraz z antenami)
- Serwer konsolowy typu B
- Niezbędne okablowanie

Każdy dostarczony przez Wykonawcę zestaw urządzeń musi się składać z jednego (1) urządzenia dostępowego (wyposażonego w moduły optyczne oraz w modem LTE wraz z antenami), z jednego (1) serwera konsolowego oraz z niezbędnego okablowania zgodnie z wymaganiami Zamawiającego.

Wykonawca dostarczy także w ramach realizacji zadania:

- anteny zewnętrzne - **22 szt.**
- moduły optyczne dalekiego zasięgu - **18 szt.**
- patchcordy światłowodowe - **18 szt.**
- urządzenia do zdalnej diagnostyki systemu transmisji optycznej - **36 szt.**
- mobilne stacje zarządzania - **2 szt.**

zgodnie z wymaganiami Zamawiającego.

4.1. Wymagania wspólne dla urządzeń tworzących zestaw - 99 zestawów

Ogólne

- 1) Część lub wszystkie elementy podsystemu zarządzania elementami sieci optycznej poza pasmem (OoB) nie muszą pochodzić od tego samego producenta co urządzenia podsystemu transmisyjnego NG-OTN.
- 2) Wymaga się, aby podsystem zarządzania elementami sieci optycznej poza pasmem działał poprawnie bez konieczności podłączania do sieci Internet oraz zestawiania dedykowanych połączeń do producenta systemu/urządzeń lub Wykonawcy.
- 3) Wszystkie urządzenia oraz elementy współpracujące z nimi (np. moduły optyczne, anteny) muszą być fabrycznie nowe (tj. nieużywane za wyjątkiem wykonania testów potrzebnych do sprawdzenia ich poprawnego działania). Na dzień złożenia oferty żadne z oferowanych urządzeń nie może być przeznaczone do wycofania ze sprzedaży przez producenta (ang. end of sale) ani nie może być wiadomym, że urządzenia te nie będą objęte pomocą techniczną producenta (ang. end of life).
- 4) Urządzenia muszą mieć odblokowane wszystkie wymagane funkcjonalności, a jeśli potrzebne są do tego licencje Wykonawca musi je dostarczyć wraz z urządzeniami. Licencje nie mogą być ograniczone czasowo. Licencje muszą być niezależne od wersji używanego na urządzeniu oprogramowania. Takie licencje muszą również działać po aktualizacji oprogramowania do najnowszej wersji do jakiej Zamawiający będzie uprawniony. Licencje powinny być lokalne dla każdego urządzenia - nie dopuszcza się komunikacji z systemami trzecimi w celu utrzymywania/weryfikacji licencji.

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- 5) Restart urządzeń nie może powodować konieczności wykonania prac serwisowych, utrzymaniowych lub konfiguracyjnych potrzebnych do odblokowania wszystkich wymaganych funkcjonalności.
- 6) Wszystkie interfejsy zainstalowane w urządzeniach muszą być odblokowane. Oznacza to, że nie mogą posiadać żadnych blokad umożliwiających ich wykorzystanie dopiero po wprowadzeniu jakiegokolwiek licencji, klucza, kodu lub innego mechanizmu odblokowującego. Dotyczy to wszystkich interfejsów znajdujących się fizycznie w oferowanych urządzeniach.
- 7) Oprogramowanie urządzeń musi być oficjalną wersją oferowaną przez producenta oraz być w komercyjnie dostępnej wersji, tj. wersji oferowanej wszystkim klientom. Wersja ta musi być wersją rekomendowaną przez producenta. Niedopuszczalne jest wytwarzanie wersji oprogramowania wyłącznie na potrzeby Zamawiającego, nie oferowanej innym klientom.
- 8) Dokumentacja techniczna musi być przekazana w formie elektronicznej w formacie ogólnodostępnym umożliwiającym przeszukiwanie tekstu oraz wydruk części i całości dokumentu (PDF, DOC, DOCX, ODT, HTML) lub dostępna na stronie producenta urządzenia (jeżeli dostęp do tej dokumentacji wymaga autoryzacji Wykonawca zapewni do niej dostęp dla wskazanych pracowników Zamawiającego lub podmiotów wskazanych przez Zamawiającego). W przypadku dokumentacji on-line musi istnieć możliwość jej pobrania do przeglądania off-line.
- 9) W okresie gwarancji Wykonawca musi zapewnić Zamawiającemu, wliczony w cenę oferty, dostęp do aktualizacji i nowych wersji oprogramowania. Aktualizacja oprogramowania nie może wpływać na ograniczenie pozostałych wymagań Zamawiającego.

Instalacja i zasilanie

- 10) Urządzenia muszą być przystosowane do instalacji w szafach teletechnicznych 19" (EIA-310). Dostarczone urządzenia muszą posiadać wszystkie niezbędne elementy potrzebne do ich poprawnej instalacji w szafie.
- 11) Urządzenia muszą posiadać wymiary umożliwiające montaż w szafach teleinformatycznych o głębokości 600 mm oraz głębszych, tj. głębokość i konstrukcja urządzenia muszą zapewnić w szafie o takiej głębokości dołączenie zasilania, przewodów światłowodowych oraz miedzianych przy zapewnieniu wymaganych promieni zginania przewodów.
- 12) Urządzenia muszą być zasilane prądem stałym o napięciu -48V. Każde z urządzeń musi być wyposażone w odpowiednią liczbę zasilaczy dostosowany do pracy przy takim napięciu. Zamawiający nie dopuszcza stosowania zewnętrznych przetworników napięcia. Ilość wymaganych zasilaczy dla poszczególnych urządzeń tworzących zestaw podana została w wymaganiach w pkt 4.3 i 4.4.
- 13) Po awarii układu zasilania i ponownym włączeniu zasilania urządzenia lub po restarcie urządzeń, urządzenia muszą uruchomić się automatycznie z ostatnią zapisaną konfiguracją sprzed awarii.
- 14) Urządzenia muszą być dostarczone wraz z okablowaniem niezbędnym do ich prawidłowej pracy, w tym umożliwiającym podłączenie zasilaczy do źródła zasilania. Należy przyjąć, że przyłączeniowy

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

punkt zasilania oraz najbliższy punkt uziemienia jest zlokalizowany w ramach tej samej szafy o wysokości 45RU (ang. RU - Rack Units).

Warunki środowiskowe

- 15) Urządzenia muszą poprawnie pracować w temperaturze otoczenia co najmniej w zakresie od +5 do +40 °C.

4.2. Wymagania dotyczące okablowania do połączeń pomiędzy urządzeniami tworzącymi zestaw

- 1) W ramach realizacji zadania Wykonawca dostarczy razem z każdym zestawem urządzeń niezbędne okablowanie umożliwiające wykonanie przez Zamawiającego następujących połączeń pomiędzy urządzeniami:
- podłączenie portu konsolowego urządzenia dostępowego do jednego z portów RS-232 serwera konsolowego (połączenie konsolowe),
 - podłączenie portu Ethernet serwera konsolowego do jednego z portów Ethernet urządzenia dostępowego (połączenie ethernetowe).

Należy przyjąć, że urządzenia tworzące pojedynczy zestaw będą zainstalowane w tej samej szafie, jedno pod drugim.

4.3. Wymagania dla urządzenia typu urządzenie dostępowe

- 1) W każdym z dostarczonych przez Wykonawcę zestawów musi znajdować się urządzenie dostępowe.
- 2) Urządzenie dostępowe musi być realizowane w postaci dedykowanego, samodzielnie funkcjonującego urządzenia. Przez urządzenie dostępowe Zamawiający rozumie router z funkcją firewall albo firewall, który może pracować jako router (ang. packet mode).
- 3) System operacyjny urządzenia dostępowego musi posiadać budowę modułową (moduły muszą działać w odseparowanych obszarach pamięci) i zapewniać całkowitą separację płaszczyzny kontrolnej (ang. control plane) od płaszczyzny przetwarzania ruchu użytkowników (ang. data plane), np. moduł routingu IP, odpowiedzialny za ustalenie tras routingu oraz zarządzanie urządzeniem musi być oddzielone od modułu przekazywania pakietów, odpowiedzialnego za przełączanie pakietów pomiędzy segmentami sieci obsługiwanyymi przez urządzenie.
- 4) System operacyjny urządzenia dostępowego musi umożliwiać śledzenie stanu sesji nawiązywanych w ramach działania protokołów działających w warstwie 4 modelu OSI (TCP, UDP itd.) (ang. stateful processing), tworzyć i zarządzać tablicą stanu sesji. Musi istnieć możliwość przełączenia urządzenia w tryb pracy bez śledzenia stanu sesji użytkowników.
- 5) Urządzenie dostępowe musi być wyposażone w co najmniej jeden zasilacz prądu stałego -48V (DC).

Interfejsy i moduły optyczne

- 6) Urządzenie dostępne musi być wyposażone w co najmniej 8 portów z gniazdami RJ-45 obsługujących transmisje 10/100/1000 Mb/s Ethernet. Porty muszą zapewniać obsługę trybów half duplex i full duplex.
- 7) Urządzenie dostępne musi być wyposażone w co najmniej **8 portów** do obsadzenia modułami SFP.
- 8) Urządzenie dostępne musi być wyposażone w co najmniej **2 moduły** optyczne SFP jednomodowe **100BASE-LX**.
- 9) Urządzenie dostępne dla portów SFP musi wspierać odczyt pomiaru modułu diagnostycznego (DDM/DOM - Digital Diagnostic Monitoring/ Digital Optical Monitoring). Dostarczone moduły optyczne SFP muszą posiadać funkcjonalność diagnostyki DDM/DOM.
- 10) Interfejsy w urządzeniu przeznaczone do obsadzenia wkładkami SFP, muszą współpracować z wkładkami SFP (zgodnymi z ogólnie przyjętymi normami właściwymi dla danego typu interfejsu), pochodzącymi od różnych producentów. Restart urządzenia nie może powodować konieczności wykonania prac serwisowych, utrzymaniowych lub konfiguracyjnych, które pozwolą na wykorzystywanie wkładek SFP innych producentów.
- 11) Urządzenie dostępne musi być wyposażone w **port konsolowy** do dołączenia konsoli RS-232 z gniazdem RJ45.
- 12) Urządzenie dostępne musi być wyposażone w **port USB** umożliwiający podłączenie zewnętrznego nośnika danych. Musi być zapewniona opcja umożliwiająca w razie awarii uruchomienie systemu operacyjnego urządzenia dostępowego z zewnętrznego nośnika danych podłączonego do tego portu.

Protokoły i firewall

- 13) Urządzenie dostępne musi zapewniać wsparcie dla protokołów IPv4 oraz IPv6.
- 14) Urządzenie dostępne musi obsługiwać agregację interfejsów z wykorzystaniem protokołu LACP (IEEE 802.3ad).
- 15) Urządzenie dostępne musi obsługiwać statyczny routing IP oraz dynamiczny routing IP zgodny z OSPF, BGP, RIP, IS-IS.
- 16) Urządzenie dostępne musi obsługiwać protokoły STP (ang. Spanning Tree Protocol) (802.1d), Rapid STP (802.1w) oraz Multiple STP (802.1s).
- 17) Urządzenie dostępne musi obsługiwać protokół LLDP (ang. Link Layer Discovery Protocol).
- 18) Urządzenie dostępne musi obsługiwać co najmniej **2048** sieci VLAN zgodnych z 802.1q.
- 19) Urządzenie dostępne musi obsługiwać konfigurację interfejsów warstwy 3 (L3) OSI przypisanych do wybranych sieci VLAN i pozwalających na zapewnienie funkcjonalności bramy domyślnej dla urządzeń w sieci VLAN tzw. Integrated Routing and Bridging (IRB).

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- 20) Urządzenie dostępne musi obsługiwać mechanizm konfigurowania wirtualnych routerów (niezależnych instancji routingu) umożliwiający routing pakietów w oparciu o niezależne tablice routing. Ilość instancji wirtualnych routerów nie może być mniejsza niż **100**.
- 21) Urządzenie dostępne musi obsługiwać funkcjonalność translacji adresów IP (ang. NAT, Network Address Translation), w tym realizowanej w trybie SNAT (ang. Source Network Address Translation) oraz DNAT (ang. Destination Network Address Translation). Translacja musi obsługiwać zamianę wielu adresów prywatnych w sieci wewnętrznej na jeden lub kilka adresów w sieci zewnętrznej. Ponadto musi obsługiwać możliwość przekierowania portów tzn. zamianę adresu zewnętrznego i określonego portu TCP/UDP na adres w sieci wewnętrznej i określony port TCP/UDP. Urządzenie dostępne musi obsługiwać niezależne definiowanie reguł NAT z uwzględnieniem stref bezpieczeństwa, interfejsów i instancji routingu. Ilość reguł NAT nie może być mniejsza niż **1000**.
- 22) Urządzenie dostępne musi obsługiwać zestawianie tuneli GRE. Ilość tuneli GRE nie może być mniejsza niż **500**.
- 23) Urządzenie dostępne musi obsługiwać zestawienie tuneli IPsec VPN w trybie site-to-site. Ilość równoległych tuneli IPsec VPN nie może być mniejsza niż **1000**.
- 24) Urządzenie dostępne musi obsługiwać tryb pracy, w którym uruchamiane będą funkcje przełączania MPLS (ang. Multiprotocol Label Switching) z sygnalizacją LDP i RSVP w zakresie VPLS i L3 VPN.
- 25) Urządzenie dostępne musi obsługiwać funkcje serwera DHCP (ang. Dynamic Host Configuration Protocol) dla podłączonych urządzeń.
- 26) Urządzenie dostępne musi obsługiwać interfejsy logiczne tzn. umożliwiać na jednym interfejsie fizycznym konfigurowanie interfejsów logicznych, które mogą występować w niezależnych rolach w konfiguracji urządzenia.
- 27) Identyfikatory VLAN muszą mieć znaczenie lokalne dla interfejsu fizycznego, co oznacza, że ten sam identyfikator VLAN może być użyty niezależnie na wielu interfejsach fizycznych urządzenia.
- 28) Urządzenie dostępne musi obsługiwać zdalne (ang. remote access) sesje SSL VPN. Wymagane jest dostarczenie urządzenia w konfiguracji umożliwiającej realizację nie mniej niż dwóch (2) jednoczesnych zdalnych sesji SSL VPN. Wymagane jest aby klient zdalnego dostępu obsługiwał połączenie z urządzeń pracujących pod kontrolą systemu Windows 10 lub Windows 11.
- 29) Urządzenie dostępne musi obsługiwać funkcję stateful firewall wykonując kontrolę pomiędzy co najmniej **40** strefami bezpieczeństwa z wydajnością nie mniejszą niż **1000 Mb/s** liczoną dla ruchu typu IMIX.
- 30) Urządzenie dostępne musi obsługiwać definiowanie polityk bezpieczeństwa w oparciu co najmniej o strefy bezpieczeństwa, adresy IP klientów i serwerów, protokoły i usługi sieciowe z możliwością rejestrowania zdarzeń.
- 31) Urządzenie dostępne musi obsługiwać funkcje wykrywania i blokowania ataków intruzów (IPS, ang. intrusion prevention). System zabezpieczeń musi identyfikować próby skanowania, penetracji i włamań, ataki typu exploit (poziomu sieci i aplikacji), ataki destrukcyjne i destabilizujące DoS/DDoS

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

oraz inne techniki stosowane przez hakerów. Baza sygnatur IPS musi być utrzymywana, udostępniana i aktualizowana przez producenta urządzenia. Jeżeli do realizacji tego wymagania konieczny jest zakup dodatkowych licencji lub oprogramowania, Zamawiający NIE WYMAGA dostarczenia tych licencji lub oprogramowania w ramach niniejszego postępowania.

Zarządzanie

- 32) Konfiguracja urządzenia dostępowego musi być realizowana poprzez tryb tekstowy z poziomu interfejsu CLI (ang. Command Line Interface) z wykorzystaniem protokołu SSH (w tym przez połączenie przez modemem LTE) oraz poprzez dedykowany interfejs konsolowy (port RS-232).
- 33) Interfejs CLI urządzenia dostępowego (generowane komunikaty i wydawane komendy) musi bazować na języku angielskim lub polskim (dopuszczalne jest stosowanie skrótów lub nazw własnych mających jednak za bazę języki polski lub angielski).
- 34) Urządzenie dostępowe musi obsługiwać edycję konfiguracji implementowanej na urządzeniu bez natychmiastowego uruchamiania poszczególnych elementów podlegających edycji, cofanie zmian konfiguracyjnych do poprzedniej wersji. Ponadto urządzenie musi obsługiwać automatyczne przywrócenie poprzedniej wersji konfiguracji po zdefiniowanym czasie, w którym użytkownik nie potwierdzi powtórnie wprowadzonych zmian (np. w przypadku utraty łączności administracyjnej z urządzeniem w wyniku ostatniej wprowadzonej zmiany).
- 35) Urządzenie dostępowe musi obsługiwać tworzenie i przywracanie kopii zapasowych konfiguracji, przy czym lokalnie na urządzeniu dostępowym musi być możliwość przechowywania co najmniej dwóch (2) poprzednich kompletnych konfiguracji z możliwością ich odtworzenia. Musi istnieć także możliwość zapisu konfiguracji na zdalnym serwerze.
- 36) Urządzenie dostępowe musi obsługiwać zapisanie całej konfiguracji urządzenia do pliku tekstowego.
- 37) Urządzenie dostępowe musi obsługiwać zdalną aktualizację oprogramowania.
- 38) Urządzenie dostępowe musi obsługiwać co najmniej trzy poziomy dostępu do urządzenia: pełen dostęp dla administratorów, ograniczony dostęp dla operatorów NOC, dostęp w trybie tylko do odczytu.
- 39) Urządzenie dostępowe musi współpracować z serwerami uwierzytelniania RADIUS i TACACS+.
- 40) Urządzenie dostępowe musi obsługiwać protokół SNMP w wersji SNMPv2c oraz SNMPv3. Urządzenie musi obsługiwać odczyt (poprzez zapytania SNMP) co najmniej stanu interfejsów i liczników interfejsów (wielkość przesyłanego ruchu, liczba błędów). Urządzenie musi obsługiwać wysyłanie wiadomości typu SNMP TRAP.
- 41) Urządzenie dostępowe musi obsługiwać uwierzytelnianie administratora poprzez klucz SSH.
- 42) Urządzenie dostępowe musi obsługiwać definiowanie list kontroli dostępu (ACL – ang. Access Control List) dla IPv4 i IPv6.
- 43) Urządzenie dostępowe musi obsługiwać protokół NTP.

44) Urządzenie dostępne musi obsługiwać wysyłanie logów na zdalny serwer SYSLOG.

Modem LTE

- 45) Urządzenie dostępne musi być wyposażone w **modem LTE** (ang. Long Term Evolution) zapewniający transmisję w sieci 4G/LTE. Modem może być zintegrowany z urządzeniem (wbudowany na stałe w urządzenie) lub w postaci dedykowanej karty (modułu) do tego urządzenia dostępowego.
- 46) Za pośrednictwem modemu LTE urządzenie dostępne musi obsługiwać komunikację między stacją zarządzania podłączoną do lub dostępną przez sieć LTE oraz urządzeniami dołączonymi do tego urządzenia dostępowego, z wykorzystaniem protokołu IPv4 oraz mechanizmu translacji adresów NAT. Komunikacja między stacją zarządzania a urządzeniami dołączonymi do urządzenia dostępowego musi być obsługiwana niezależnie od systemu, który ją zainicjował.
- 47) Modem LTE musi być wyposażony w sloty na karty SIM pozwalające na umieszczenie w nim co najmniej dwóch (2) kart SIM.
- 48) Modem LTE musi obsługiwać skonfigurowanie co najmniej dwóch różnych profili APN (ang. Access Point Name).
- 49) Modem LTE musi obsługiwać odblokowanie karty SIM zabezpieczonej kodem PIN.
- 50) Modem LTE musi obsługiwać co najmniej pasma LTE B1, B3, B7, B8, B20.
- 51) Modem LTE musi obsługiwać podłączenie anten zewnętrznych, w tym zestawu składającego się z dwóch (2) anten.
- 52) Modem LTE musi być dostarczony wraz z **zestawem dwóch (2) anten** współpracujących z tym modemem. Anteny te muszą być zamontowane na niezależnych podstawach magnetycznych w celu instalacji anten poza szafą, w której zainstalowane zostanie urządzenie dostępne. Dla każdej z anten długość przewodu łączącego antenę na podstawie magnetycznej z modemem LTE musi wynosić co najmniej **2,5 metra**, maksymalnie 4 metry. Przewody te muszą posiadać złącza do podłączenia do modemu LTE. Wysokość każdej z anten nie może przekraczać 45 cm.
- 53) Modem LTE musi obsługiwać odczyt przez administratora urządzenia podstawowych parametrów połączenia LTE, w tym co najmniej przyznanego adresu IP, miary mocy sygnału RSRP (ang. Reference Signal Receiving Power) oraz miary jakości sygnału RSRQ (ang. Reference Signal Receiving Quality).
- 54) Modem LTE musi obsługiwać opcję skonfigurowania do pracy w trybie zawsze połączonym (aktywnym) oraz w trybie połączenia zapasowego (backup/failover), przy czym w trybie aktywnym modem LTE musi nawiązywać automatycznie połączenie z siecią w przypadku restartu urządzenia spowodowanym np. chwilowym zanikiem zasilania.

4.4. Wymagania dla urządzenia typu serwer konsolowy

Poniższe wymagania dotyczą zarówno serwera konsolowego typu A jak i serwera konsolowego typu B:

- 1) W każdym z dostarczonych przez Wykonawcę zestawów musi znajdować się serwer konsolowy.

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- 2) Serwer konsolowy musi być realizowany w postaci niezależnego, dedykowanego, samodzielnie funkcjonującego urządzenia.
- 3) Serwer konsolowy musi zapewniać zdalny dostęp do interfejsów konsolowych urządzeń sieciowych (transmisyjnych) przez porty RS-232 oraz USB.
- 4) Dostęp do interfejsów konsolowych, rozumiany jako nawiązywanie połączeń do interfejsów konsolowych urządzeń podłączonych do portów konsolowych serwera konsolowego, musi być zapewniony z poziomu interfejsu linii komend CLI serwera konsolowego oraz z poziomu interfejsu webowego serwera konsolowego (przez przeglądarkę internetową).
- 5) Dostęp do interfejsów konsolowych przez przeglądarkę internetową nie może wiązać się z koniecznością instalacji dodatkowych komponentów programowych poza przeglądarką internetową (dodatków, wtyczek, rozszerzeń, innych aplikacji). Dostęp musi być możliwy co najmniej z przeglądarek Google Chrome i Mozilla Firefox.
- 6) Serwer konsolowy musi obsługiwać nawiązywanie bezpośrednich połączeń do interfejsów konsolowych podłączonych urządzeń z wykorzystaniem protokołu SSH. Połączenie nawiązywane jest poprzez podanie adresu IP serwera konsolowego i przypisanego na serwerze konsolowym dla każdego z portów konsolowych dedykowanego numeru portu dla połączenia SSH.
- 7) W celu nawiązania połączenia do interfejsu konsolowego urządzenia aktywnego systemu transmisji optycznej, przez port konsolowy, z wykorzystaniem serwera konsolowego, nie może być wymagane instalowanie i uruchamianie dodatkowego oprogramowania klienckiego (w tym sterowników) na stacji operatora poza klientem SSH, przeglądarką internetową.
- 8) Serwer konsolowy w zależności od typu musi być wyposażony w następującą ilość zasilaczy prądu stałego -48V (DC):
 - a. serwer konsolowy typu A – co najmniej dwa zasilacze z redundancją zasilania.
 - b. serwer konsolowy typu B – co najmniej jeden zasilacz.
- 9) Serwer konsolowy musi być wyposażony w następujące porty:
 - a. **porty konsolowe RS-232** z gniazdami typu RJ-45 obsługującymi możliwość ustawienia/wyboru/konfigurowania podstawowych parametrów transmisji. Minimalna wymagana liczba portów w zależności od typu serwera konsolowego podana została w tabeli poniżej.
 - b. **porty USB (2.0 lub wyższe) Type-A**, które muszą obsługiwać pracę w trybie portu konsolowego w celu podłączenia i zarządzania urządzeniami wyposażonymi w interfejs konsolowy dostępny przez port USB np. w postaci gniazda mini-USB. Minimalna wymagana liczba portów w zależności od typu serwera konsolowego podana została w tabeli poniżej.
 - c. co najmniej **2 porty Gigabit Ethernet** typu dual media tzn. z gniazdem na moduł SFP oraz z gniazdem RJ-45 (konstrukcja typu combo). Porty Gigabit Ethernet muszą umożliwiać podłączenie do różnych sieci IP. Każdy z portów musi obsługiwać możliwość przypisania niezależnego adresu IP. Co najmniej jeden z portów musi zapewnić dołączenie serwera

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

konsolowego do urządzenia dostępowego z wykorzystaniem połączenia UTP. Zamawiający dopuszcza rozwiązanie, w którym serwer konsolowy wyposażony jest w porty jedynie z gniazdami na moduły SFP, jednak wówczas serwer konsolowy musi być dostarczony wraz z dwoma modułami SFP 1000BASE-T (RJ-45).

d. **lokalny port konsoli** RS-232 z gniazdem RJ-45 do lokalnego zarządzania urządzeniem.

Minimalna wymagana liczba portów konsolowych RS-232 i USB Type-A, w które musi być wyposażony serwer konsolowy w zależności od jego typu podana została w poniższej tabeli:

Lp.	Typ serwera konsolowego	Minimalna liczba portów konsolowych RS-232 (RJ-45)	Minimalna liczba portów USB Type-A
-1-	-2-	-3-	-4-
1	Serwer konsolowy typu A	32	2
2	Serwer konsolowy typu B	16	2

- 10) Konfiguracja serwera konsolowego musi być realizowana poprzez tryb tekstowy za pomocą interfejsu linii komend CLI (przez połączenie SSH oraz lokalny port konsolowy).
- 11) Serwer konsolowy musi obsługiwać jednoczesną pracę nie mniej niż czterech (4) użytkowników, dołączonych do różnych linii (portów) konsolowych RS-232.
- 12) Serwer konsolowy musi obsługiwać odczyt wartości liczników z portów konsolowych RS-232 w zakresie co najmniej ilości danych odebranych (Rx) i nadanych (Tx).
- 13) Serwer konsolowy musi obsługiwać logowanie (buforowanie) danych na portach konsolowych RS-232 z możliwością zapisu lokalnie lub na zdalnym serwerze (np. NFS, SYSLOG). Administrator musi mieć możliwość wyboru poszczególnych portów dla których zostanie uruchomiona funkcja logowania (buforowania) danych.
- 14) Serwer konsolowy musi zapewniać dostęp do interfejsu linii komend CLI z wykorzystaniem protokołu SSHv2.
- 15) Serwer konsolowy musi zapewniać dostęp do interfejsu webowego z wykorzystaniem protokołu HTTPS.
- 16) Interfejs CLI serwera konsolowego (generowane komunikaty i wydawane komendy) musi bazować na języku angielskim lub polskim (dopuszczalne jest stosowanie skrótów lub nazw własnych mających jednak za bazę języki polski lub angielski). Także interfejs webowy serwera konsolowego musi bazować na języku angielskim lub polskim.
- 17) Serwer konsolowy musi obsługiwać tworzenie lokalnych kont użytkowników oraz obsługiwać funkcję uwierzytelnienia użytkownika w oparciu o login i hasło.
- 18) Serwer konsolowy musi obsługiwać funkcję zróżnicowania uprawnień w dostępie do funkcjonalności serwera konsolowego dla użytkowników lub grup, do których przypisani są użytkownicy (np. dla

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

administratorów, operatorów NOC, serwisu), w zakresie co najmniej prawa dostępu do poszczególnych portów konsolowych oraz ograniczenia możliwości dokonywania zmian w konfiguracji serwera konsolowego. Urządzenie musi obsługiwać konfigurację tych uprawnień lokalnie na serwerze konsolowym.

- 19) Serwer konsolowy musi obsługiwać funkcję definiowania przez administratora nazw (opisów) dla portów konsolowych.
- 20) Serwer konsolowy musi obsługiwać funkcję zapewniającą uzyskanie przez użytkownika zalogowanego do interfejsu CLI serwera konsolowego (poprzez połączenie SSH) informacji o nazwach (opisach) portów konsolowych zdefiniowanych przez administratora co najmniej dla tych portów, dla których użytkownik ten posiada uprawnienia dostępu (może nawiązać połączenie konsolowe). Informacja ta musi bazować na konfiguracji urządzenia.
- 21) Serwer konsolowy musi obsługiwać funkcję uwierzytelniania poprzez klucz SSH.
- 22) Serwer konsolowy musi obsługiwać protokół IPv4 oraz funkcję dodawania statycznych tras routingu IP.
- 23) Serwer konsolowy musi obsługiwać wysyłanie logów z urządzenia na zdalny serwer SYSLOG.
- 24) Serwer konsolowy musi obsługiwać protokół NTP do synchronizacji.
- 25) Serwer konsolowy musi obsługiwać protokół SNMP (w tym wysyłanie wiadomości SNMP TRAP).
- 26) Serwer konsolowy musi obsługiwać współpracę z serwerami uwierzytelniania RADIUS lub TACACS+.
- 27) Serwer konsolowy musi obsługiwać zdalną aktualizację oprogramowania.
- 28) Serwer konsolowy musi obsługiwać tworzenie kopii zapasowych konfiguracji oraz przywracanie konfiguracji z kopii zapasowej. Urządzenie musi obsługiwać funkcję zapisu kopii konfiguracji na zdalnym serwerze.
- 29) Serwer konsolowy musi obsługiwać następujące funkcję administracyjno-diagnostyczne dostępne przynajmniej dla protokołu IPv4: ping, traceroute.

Odczyt temperatury

- 30) Serwer konsolowy musi być wyposażony w co najmniej jeden wewnętrzny sensor umożliwiający odczyt temperatury urządzenia, modułu (np. temperatura modułu płyty głównej, CPU itp.) lub otoczenia za pomocą interfejsu serwera konsolowego lub zapewniać możliwość podłączenia dedykowanego zewnętrznego sensora umożliwiającego odczyt temperatury otoczenia. W przypadku braku wewnętrznego sensora Wykonawca musi dostarczyć z każdym serwerem konsolowym kompatybilny z nim zewnętrzny sensor zapewniający odczyt temperatury otoczenia z poziomu interfejsu serwera konsolowego.

4.5. Wymagania dla anten zewnętrznych – 22 sztuki

- 1) Wykonawca musi dostarczyć **22 sztuki** (wliczonych w cenę zamówienia) anten przystosowanych do zastosowań zewnętrznych (na zewnątrz budynku/kontenera telekomunikacyjnego), wodoszczelnych.
- 2) Anteny muszą być dookolne (ang. omnidirectional), MIMO 2x2, z dwoma przewodami antenowymi lub podwójnym przewodem antenowym typu „twin”.
- 3) Zakres pracy anten musi obsługiwać co najmniej pasmo B20 (LTE800).
- 4) Wykonawca musi dostarczyć wliczone w cenę oferty niezbędne okablowanie i akcesoria (np. odpowiednie konektory) pozwalające na bezpośrednie podłączenie anteny do modemu LTE w urządzeniu dostępowym. Długość każdego przewodu antenowego musi wynosić co najmniej **5 metrów**. Zastosowane przewody antenowe muszą być dostosowane do pracy na zewnątrz.
- 5) Wykonawca musi dostarczyć wliczone w cenę oferty uchwyty oraz niezbędne akcesoria montażowe umożliwiające zamocowanie anteny na zewnętrznej ścianie bocznej kontenera telekomunikacyjnego. Wszystkie elementy montażowe muszą być przystosowane do zastosowań zewnętrznych.

4.6. Wymagania dla modułów optycznych dalekiego zasięgu – 18 sztuk

- 1) Wykonawca musi dostarczyć wliczone w cenę oferty moduły optyczne SFP 1GbE w liczbie **14 sztuk**, jednomodowe, przeznaczone do transmisji na odległość do 80 km.
- 2) Wykonawca musi dostarczyć wliczone w cenę oferty moduły optyczne SFP 1GbE w liczbie **4 sztuk**, jednomodowe, przeznaczone do transmisji na odległość do 120 km.
- 3) Dostarczone moduły optyczne SFP muszą posiadać funkcjonalność diagnostyki DDM/DOM.
- 4) Moduły optyczne muszą być obsługiwane w urządzeniu dostępowym.

4.7. Wymagania dla patchcordów światłowodowych – 18 sztuk

- 1) Wykonawca musi dostarczyć wliczone w cenę patchcody typu duplex do transmisji jednomodowej w liczbie **18 sztuk**, z włóknem G.652D, o długości 3 metrów, zakończonych po jednej stronie złączami SC/APC a po drugiej LC/PC.

4.8. Wymagania dla urządzeń do zdalnej diagnostyki – 36 sztuk

- 1) Wykonawca musi dostarczyć wliczone w cenę oferty urządzenia do zdalnej diagnostyki systemu transmisji optycznej w licznie **36 sztuk** zgodnie ze specyfikacją zamieszczoną w poniższej tabeli:

Lp.	Parametr	Charakterystyka (wymagania minimalne)
-1-	-2-	-3-
1	Obudowa:	1) MiniPC o wymiarach zewnętrznych nie większych niż 57 mm x 120 mm x 120 mm (wysokość x szerokość x głębokość) 2) Umożliwiająca instalację dysku w rozmiarze 2,5"
2	Płyta główna:	Współpracująca z pozostałymi zaproponowanymi komponentami
3	Procesor:	Jeden procesor czterordzeniowy, o taktowaniu co najmniej 1.6GHz, klasy x86, umożliwiający osiągnięcie wyniku CPU Mark minimum 6,000 punktów w teście PassMark CPU Benchmark.
4	Pamięć RAM:	Minimum 8GB
5	Dysk HDD:	1) 1 dysk SSD o pojemności minimum 120 GB SATA III 6GB/s o rozmiarze nie większym niż 2,5". 2) Dysk musi być zainstalowany we wnętrzu obudowy.
6	Karta sieciowa:	1) Gigabit Ethernet 10/100/1000 2) zintegrowana z płytą główną
7	Karta graficzna:	1) Zintegrowana 2) Minimum 1 złącze HDMI
8	Karta dźwiękowa:	1) Zintegrowana 2) Minimum 1 port audio wyjściowy (słuchawki/głośniki) 3) Minimum 1 port audio wejściowy (mikrofon)
9	Wbudowane porty we/wy:	1) Minimum 1 port RJ-45 karty sieciowej 2) Minimum 4 porty USB 3.0 3) Minimum 1 port HDMI 4) Minimum 1 port audio wyjściowy (głośniki/słuchawki) 5) Minimum 1 port audio wejściowy (mikrofon)
10	Zasilanie:	Zasilacz 230V w obudowie zewnętrznej
11	Okablowanie:	Kabel typu skrętka co najmniej kat. 5 do podłączenia do urządzenia dostępowego
12	Montaż:	1) W standardzie VESA (75 x 75 mm + 100 x 100 mm) 2) Gniazdo uchwytu na linkę zabezpieczającą typu Kensington

4.9. Wymagania dla mobilnych stacji zarządzania

Wykonawca musi dostarczyć wliczone w cenę oferty mobilne stacje zarządzania do podsystemu zarządzania elementami sieci poza pasmem (OoB) w licznie **2 sztuk** zgodnie ze specyfikacją zamieszczoną w punkcie 8.

5. ZADANIE D – podsystem podtrzymania zasilania

5.1. Wymagania dla podsystemu podtrzymania zasilania

W ramach tego zadania Wykonawca dostarczy, zainstaluje i uruchomi podsystem podtrzymania zasilania, którego elementy (siłownia) muszą spełniać poniższe wymagania. W tabeli poniżej zostały przedstawione wymagane typy siłowni.

Lp.	Typ siłowni	Minimalna wymagana wartość „maksymalnego prądu odbiorów” [A]*
-1-	-2-	-3-
1	Siłownia A	100
2	Siłownia B	160

* Przez pojęcie „maksymalny prąd odbiorów” rozumie się maksymalny dostępny na wyjściu prąd DC (ang. Direct Current) przy nominalnym napięciu siłowni ($V_{dc} = 53,5V$) pomniejszony o prąd ładowania akumulatorów, którego wartość Zamawiający przyjmuje równą $I_{bat} = 20A$.

- 1) Siłownie muszą spełnić wymagania Polskiej Normy PN-IEC 60038 i być przystosowane do zasilania z sieci 230 VAC 50Hz. Przewód zasilający urządzenie musi być zakończony złączem zasilającym męskim czerwonym 5p 32A zgodne z Polską Normą PN-EN 60309.
- 2) Siłownia musi zasilac odbiory napięciem stałym o wartości z zakresu od -42 do 58 VDC - zgodnie ze standardem zasilania -48 VDC dla urządzeń telekomunikacyjnych.
- 3) Wymiary siłowni muszą umożliwiać poprawne zainstalowanie jej oraz poprawną pracę w szafach teletechnicznych o minimalnych wymiarach 60 x 60 cm z szynami montażowymi 19". Maksymalna wysokość dostępna dla samej siłowni to 3 RU dla Siłowni A oraz 5 RU dla Siłowni B.
- 4) Siłownia musi zostać zasilona z miejsca wskazanego przez Zamawiającego w tablicy rozdzielczej zlokalizowanej w ramach tego samego lub sąsiedniego pomieszczenia (droga kablowa nie dłuższa niż 15 metrów). Po stronie wykonawcy zostaje wymiana ewentualnego zabezpieczenia na większe (standardowo jest dostępne C10 3f), ułożenie przewodu zasilającego i podłączenie do siłowni przez złącze czerwone 5p 32A zgodne z Polską Normą PN-EN 60309.
- 5) Siłownia nie może wprowadzać zniekształceń harmonicznnych na wejściu zasilacza THD większych niż 5%.
- 6) Każda siłownia musi być wyposażona w co najmniej w jeden nadmiarowy zasilacz (z ang. redundantny), wymaga się aby minimalna liczba zasilaczy wraz z nadmiarowymi zasilaczami nie była mniejsza niż 3 zasilacze.
- 7) Wszystkie zasilacze muszą być wykonane w technologii „hot-swap”, tzn. muszą umożliwiać instalowanie ich i deinstalowanie bez konieczności wyłączenia zasilania 230 V (AC) lub -48 V (DC).

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- 8) Zainstalowane prostowniki powinny mieć minimalną sprawność 97%, mierzoną w zakresie od 30% do 100% obciążenia.
- 9) Siłownia musi działać poprawnie w temperaturze otoczenia w zakresie od 0 °C do 55 °C.
- 10) Siłownie muszą być wyposażone w zabezpieczenia odbiorcze nadprądowe typu MCB (ang. Miniature Circuit Breaker). Siłownia musi mieć możliwość bezpiecznej wymiany tych zabezpieczeń.
- 11) Pole dystrybucji odbiorów musi być dostosowane do zasilania N+N zasilaczy (pole dystrybucji odbiorów wyposażone w N + N zabezpieczeń nadprądowych automatycznych odpowiednie do zasilanego sprzętu, jednak nie mniej niż 8 szt., przy czym N to liczba zasilaczy oferowanych. Zamawiający dopuszcza realizację w oparciu o dodatkowe pole dystrybucji.
- 12) Siłownia musi być wyposażona w minimum dwa zabezpieczenia nadprądowe bateryjne, każde o wartości nominalnej nie mniejszej niż prąd odbiorów.
- 13) Siłownia musi być wyposażona w bocznik do pomiaru prądu baterii.
- 14) Siłownia musi umożliwiać rozbudowanie jej o dodatkowe min. 2 boczniki pomiarowe dla wydzielonych odbiorów – Zamawiający dopuszcza rozwiązanie poza obudową urządzenia.
- 15) Siłownia musi być wyposażona w Rozłącznik Głębokiego Rozładowania (RGR) akumulatorów realizowany stycznikiem bistabilnym przenoszącym cały prąd odbiorów.
- 16) Wymaga się aby dostarczany stojak (według tabeli ...) na akumulatory 180 Ah FT (ang. Front Terminal) miał możliwość instalacji 8 szt. akumulatorów na 4 poziomach z obu długich i z krótkiego boku, zajmował powierzchnię nie większą niż: 0,2275 m². Kolor RAL7016. Akumulatory i zakończenia elektrycznych przewodów połączeniowych akumulatorów muszą mieć osłonięte dielektryczne punkty przyłączeniowe. Zamawiający wymaga aby Wykonawca udostępnił w ramach opcjonalnego zamówienia elementy wzdłużne rozkładające ciężar wzdłuż długiego boku stojaka, o długości 150 cm.
- 17) Wymaga się aby stojak (według tabeli 4.1.) na akumulatory 100 Ah TT (ang. Top Terminal) miał możliwość instalacji 8 szt. akumulatorów na 2 poziomach z obu długich i z krótkiego boku, zajmował powierzchnię nie większą niż: 0,315 m². Kolor RAL7016. Akumulatory i zakończenia elektrycznych przewodów połączeniowych akumulatorów muszą mieć osłonięte dielektryczne punkty przyłączeniowe. Zamawiający wymaga aby Wykonawca udostępnił w ramach opcjonalnego zamówienia elementy wzdłużne rozkładające ciężar wzdłuż długiego boku stojaka, o długości 150 cm.
- 18) Dostarczana „półka” na akumulatory, rozumiana jest jako element mocowany do szyn montażowych 19” z przodu i z tyłu szafy (w czterech miejscach), musi mieć obciążalność wystarczającą do montażu akumulatorów. Szafy, w których Zamawiający przewiduje montaż akumulatorów na półce mają minimalne wymiary zewnętrzne: 80 x 80 cm, z zastrzeżeniem, że rozstaw szyn montażowych na szerokość szafy ma wymiar 19”. Akumulatory muszą mieć osłonięte dielektryczne klemy.
- 19) Instalacja „Pod podłogą” – rozumie się przez to ułożenie akumulatorów we wskazanym przez Zamawiającego miejscu pod podłogą teletechniczną bez stojaka. Akumulatory i zakończenia elektrycznych przewodów połączeniowych akumulatorów muszą mieć osłonięte dielektryczne punkty przyłączeniowe. Zamawiający wskaże takie miejsce aby instalacja była możliwa.

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- 20) Wymaga się aby akumulatory o pojemności nie mniejszej niż C10=180 Ah mierzonej do rozładowania 1,75V/ogn, w temperaturze 20 st.C, typu AGM (ang. Absorbent Glass Mat) były zgodne z normą IEC 60896 Part 21, 22 i miały konstrukcję typu FT (ang. Front Terminal). Dla tych akumulatorów wymaga się aby miały minimalną żywotność według EUROBAT powyżej 12 lat. W przypadku zastosowania akumulatorów w technologii litowo-jonowej wymaga się aby ich żywotności nie była mniejsza jak 12 lat. Akumulatory przewidziane są do pracy buforowej.
- 21) Wymaga się aby akumulatory o pojemności nie mniejszej niż C10=100 Ah mierzonej do rozładowania 1,75V/ogn, w temperaturze 20 st.C, typu AGM (ang. Absorbent Glass Mat) były zgodne z normą IEC 60896 Part 21, 22 i miały konstrukcję typu TT (ang. Top Terminal). W przypadku zastosowania akumulatorów w technologii litowo-jonowej wymaga się aby ich żywotności nie była mniejsza jak 12 lat. Akumulatory przewidziane są do pracy buforowej.
- 22) Dostarczony stojak na akumulatory (według tabeli 4.1.1) typu open rack 19” musi mieć wymiary podstawy nie większe niż powierzchnia 0,36 m² i wysokość nie większą niż 2 metra w przypadku dostawy akumulatorów Litowo-Jonowych. Wielkość stojak musi być dobrana tak aby umożliwiać instalację akumulatorów w liczbie co najmniej podwójnej liczby akumulatorów wskazanych w tabeli.
- 23) Do każdego dostarczonego akumulatora musi być dołączony i zainstalowany przewód pomiaru napięcia (ang. Block Measurement) wykonany przewodem miedzianym typu linka o przekroju min. 0,75 mm². Przewód taki powinien być ułożony tą samą drogą co podłączenie akumulatorów. Przewód musi łączyć akumulator z odpowiednim punktem pomiarowym w sterowniku lub module zewnętrznym również dostarczonym przez Wykonawcę. Zamawiający dopuszcza użycie przewodu wielożyłowego, dla wielu akumulatorów.
- 24) Pole dystrybucji siłowni musi być wysuwane poza obrys wieszaka rack oraz obudowane w taki sposób aby wszystkie elementy przewodzące, poza uziemionymi, były zabezpieczone przed dotykiem.
- 25) Siłownia musi posiadać funkcję rozbudowy o panele fotowoltaiczne wraz z ładowarką solarną obsługującą panele, współpracująca z oferowanym systemem -48 VDC i sterowaną (zrządzaną) przez sterownik siłowni. Siłownia musi mieć możliwość wyboru priorytetu poboru energii pomiędzy ogniwami fotowoltaicznymi, siecią i akumulatorami.

Wymagania dotyczące sterownika siłowni – urządzenie (Hardware):

- 26) Sterownik siłowni musi posiadać minimum 4 wejścia cyfrowe odczytujące stan zwarcia i rozwarcia. Zamawiający wymaga aby istniała możliwość zmiany nazewnictwa alarmów przypisanych do poszczególnych wejść oraz zmiany (inwersji) stanu wejścia wywołującego alarm (zwarcie na rozwarcie i odwrotnie).
- 27) Sterownik musi posiadać minimum 4 wyjścia przekaźnikowe działające w trybie NO (ang. Normaly Open) oraz NC (ang. Normaly Closed). Zamawiający wymaga aby istniała możliwość przypisania dowolnego dostępnego alarmu (zdarzenia) z systemu jako czynnika wyzwalający stan dla danego wyjścia.

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- 28) Sterownik musi posiadać min. 3 czujniki temperatury z przewodami o długościach: jeden minimum 3 metry, drugi 10 metrów i trzeci równy odległości od sterownika do akumulatorów określonej w Tabeli 5.1 (jeśli nie określono w tabeli to 10 metrów).
- 29) Wymaga się aby sterownik mógł być rozszerzony o dodatkowe czujniki wilgotności i temperatury.
- 30) Sterownik musi posiadać dostępną dla Zamawiającego magistralę MODBUS lub 1-WIRE w celu podłączenia dodatkowych modułów i czujników.
- 31) Sterownik musi posiadać minimum 8 wejść analogowych do pomiarów napięcia na 8 akumulatorach, z możliwością rozbudowy systemu do pomiaru na 16 akumulatorach. Dopuszcza się użycie dodatkowych modułów dołączonych do systemu, pod warunkiem instalacji w zamkniętej obudowie 19" nie wyższej niż 1HU lub z wykorzystaniem istniejącej szyny DIN w tej samej szafie co kaseca siłowni, w izolowanej obudowie. Punkt ten nie dotyczy instalacji, w której Wykonawca użyje akumulatorów litowo-jonowych.
- 32) Sterownik musi posiadać funkcjonalność realizacji pomiarów i prezentacja ich ze wszystkich dostępnych w systemie boczników i wejść.
- 33) Sterownik musi znajdować się w kasecie siłowni oraz być wymienialny bez konieczności wyłączenia odbiorów.
- 34) Sterownik musi być wyposażony w złącze Ethernet (RJ45). W ramach tego punktu Zamawiający wymaga dostarczenia odpowiedniego przewodu do połączenia z systemem zarządzania Out of Band w ramach jednej szafy teletechnicznej (lokalizacje siłowni – Tabela 5.1., lokalizacje podsystemu OoB - Tabela 9.1.1. i 9.1.2.).

Wymagania dotyczące sterownika – oprogramowanie (Software):

- 35) Sterownik musi obsługiwać następujące protokoły sieciowe: SNMP, trapy SNMP, TCP/IP (over Ethernet), HTTP/HTTPS, DNS, NTP/SNTP.
- 36) System posiadał minimum jeden port Ethernet realizowany w postaci gniazda Rj45 do komunikacji ze sterownikiem.
- 37) Sterownik musi działać poprawnie w sieci lokalnej, bez konieczności łączenia się z zewnętrznymi serwerami poza siecią zewnętrzną (np.: Internetem).
- 38) Dostęp do urządzenia musi być zabezpieczony hasłem indywidualnym dla każdego użytkownika. System musi umożliwić stworzenie przynajmniej 2-ch kont użytkowników z możliwością przypisania jednego z dwóch trybów dostępu:
 - tylko odczyt,
 - odczyt i konfiguracja.
- 39) System musi wspierać uwierzytelnianie użytkowników protokołem TACACS+ lub RADIUS.
- 40) Wykonawca musi zapewnić dostęp do najnowszej wersji oprogramowania (software/firmware) systemu w okresie gwarancji i wsparcia określonych w punkcie 11 SWZ. System musi umożliwiać

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

zdalną aktualizację systemu. Plik software może być zabezpieczony podpisem cyfrowym lub certyfikatem.

- 41) Wymaga się aby oprogramowanie urządzeń było oficjalną wersją oferowaną przez producenta oraz było w komercyjnie dostępnej wersji, tj. wersji oferowanej wszystkim klientom. Wersja ta musi być wersją rekomendowaną przez producenta. Niedopuszczalne jest wytwarzanie wersji oprogramowania wyłącznie na potrzeby Zamawiającego, nie oferowanej innym klientom.
- 42) Wraz z najnowszą wersją oprogramowania systemu Wykonawca dostarczył definicje MIB SNMP zgodną z tą wersją oprogramowania.
- 43) Sterownik siłowni musi umożliwiać zdalny zapisu konfiguracji i ponownego wgrania do urządzenia.
- 44) Sterownik musi umożliwiać predefiniowanie ustawień w formie pliku konfiguracyjnego, przechowywania ich w sterowniku i wczytywania ich do sterownika przez Zamawiającego.
- 45) Wymaga się aby wszystkie możliwe zmiany i odczyty w sterowniku były dostępne zarówno lokalnie jak i zdalnie poprzez interface WEB dla Zamawiającego.
- 46) Sterownik musi prezentować pomiary napięcia systemowego, zużytej energii, energii pobranej z akumulatorów, prądu odbiorów, prądu akumulatorów, temperatur, napięcia na blokach akumulatorów (do 16stu pomiarów) itp. oraz umożliwiać logowanie wszystkich wspomnianych parametrów.
- 47) System musi mieć możliwość rozbudowy w taki sposób aby mierzył energię pobraną na wybranym odbiorze (min. 2 dodatkowe niezależne pomiary energii przez boczniki pomiarowe) oraz umożliwiać logowanie tych wartości.
- 48) System musi mieć możliwość tworzenia nowych pomiarów i zdarzeń na podstawie wejść i danych dostępnych w systemie.
- 49) System musi umożliwiać tworzenie progów alarmowych dla pomiarów dostępnych w systemie (napięcia, prądów, temperatur). W ramach danego progu powinna istnieć możliwość zmiany jego wartości, wartości histerezy, nazwy alarmu pojawiającego się w systemie po przekroczeniu progu.
- 50) System musi mieć możliwość zmiany ustawień wartości napięcia wyzwalającego zadziałanie RGR`a.
- 51) System musi udostępniać kalibrację do zadanej wartości, rzeczywistych pomiarów pochodzących z wejść (np. napięcia, prądy, temperatury).
- 52) System musi mieć funkcję przeprowadzania testów akumulatorów (minimum dwa różne), wraz z zmianą parametrów testów oraz umożliwiać automatyczny start testów co określony czas. Konfiguracja parametrów testu musi zawierać między innymi:
 - obciążenie akumulatorów prądem o wartości rzeczywistej obciążenia prądem odbiorów (I_{odb}) lub prądem o stałej wartości z zakresu od zera do rzeczywistego obciążenia prądem odbiorów (od 0 do I_{odb});
 - napięcie końcowe testu jako parametr decydujący o powodzeniu testu;
 - czas trwania testu jako parametr decydujący o powodzeniu testu;

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- możliwość wykluczenia konkretnych dni tygodnia jako zabronione dla wykonywania testu.
- 53) System musi alarmować o przekroczonym progu różnicy napięć pomiędzy poszczególnymi akumulatorami (wartość ta musi być modyfikowalna przez Zamawiającego), dla trybu ładowania i rozładowywania.
- 54) System musi posiadać funkcjonalność (ustawienia i mechanizmy) do podłączenia, eksploatacji i monitorowania akumulatorów typu AGM (ładowanie forsujące, buforowe, wyrównawcze, kompensacja temperaturowa z możliwością zmiany współczynnika kompensacji, ograniczenie prądu ładowania do zadanej wartości). Możliwość dostosowania tych funkcji do konkretnego zestawu akumulatorów - zgodnie z instrukcją eksploatacji tych akumulatorów.
- 55) System musi posiadać funkcjonalność (ustawienia i mechanizmy) niezbędne do podłączenia, eksploatacji i monitorowania akumulatorów litowo – jonowych zgodnie z instrukcją eksploatacji tych akumulatorów.
- 56) System musi podawać przewidywany czas podtrzymania zasilania z akumulatorów, liczonego w oparciu o parametry tych akumulatorów, np.: pojemność podłączonych akumulatorów, zużycie się akumulatorów, ilość pobranego ładunku, napięcie na akumulatorach lub przedstawiać informacje z BMS (eng. Battery Management System) akumulatora litowo-jonowego.
- 57) Wymaga się aby system miał możliwość tworzenia własnych schematów logowania danych dostępnych w systemie, w tym również pomiarów i zdarzeń stworzonych przez użytkownika lub logowanie wszystkiego.
- 58) System musi umożliwiać eksportowanie logów systemowych do pliku (plików) w formacie edytowalnym .CSV lub równoważnym.
- 59) System musi realizować wysyłanie informacji na serwer „Syslog” (możliwość definiowania przez użytkownika parametrów logowanych: dostępnych zdarzeń i pomiarów sterownika lub wysyłania wszystkich). System musi mieć możliwość zdefiniowania minimum dwóch adresów IP docelowych serwerów syslog.
- 60) System musi umożliwiać wybór alarmów (zdarzeń), które będą wysyłane w postaci trapów SNMP, wybór alarmów musi być realizowany z pośród wszystkich dostępnych alarmów w systemie w tym również nowych kreowanych przez Zamawiającego alarmów.
- 61) System musi wysyłać trapy SNMP zgodnie z biblioteką MIB dostarczoną przez Wykonawcę.
- 62) System umożliwiał zmianę parametrów protokołu SNMP:
 - adres IP odbiorcy trapów (min. 2);
 - community zapisu oraz odczytu;
 - nazwy systemu;
 - ponowne wysłanie trapu gdy alarm trwa, co czas z przedziału od 1minuty do 30 minut.
- 63) System musi realizować automatyczną synchronizację zegar systemu z wykorzystaniem protokołu NTP do co najmniej dwóch serwerów NTP zdefiniowanych przez Zamawiającego. Wymaga się funkcjonalności ustawiania czasu letniego i zimowego (system może wprowadzać to automatycznie).

- 64) System musi mieć co najmniej 3 poziomy priorytetów dla alarmów. System musi umożliwiać dowolne przypisanie poszczególnych alarmów do konkretnego poziomu priorytetu.

Tabela 5.1. Lokalizacje oraz wymagania konfiguracyjne dla podsystemu podtrzymania zasilania

Lp.	Lokalizacja	Typ siłowni	Gałąź akumulatorów [Pojemność @I _{c10} , Ah]	Instalacja gałęzi akumulatorów [stojak, półka, pod podłogą]*	Szacowana odległość od akumulatorów w do siłowni
-1-	-2-	-3-	-4-	-4-	-5-
1	Gdańsk	B	1x 100	—	—
2	L1-01	A	1x 180	Stojak	8
3	L1-02	A	1x 180	Stojak	8
4	L1-03	A	1x 180	Stojak	8
5	Koszalin	B	1x 100	—	—
6	L1-05	A	1x 180	Stojak	8
7	L1-06	A	1x 180	Stojak	8
8	L1-07	A	1x 180	Stojak	8
9	Szczecin	B	1x 100	Stojak	8
10	L1-08	A	1x 180	Stojak	15
11	Gorzów Wlkp.	B	bez akumulatorów	—	—
12	L1-09	B	2x 180	Stojak	8
13	L1-10	B	1x 180	Stojak	8
14	Poznań 1	B	1x 180	Stojak	15
15	L1-11	B	2x 180	Stojak	8
16	Słubice	A	1x180	Stojak	15
17	Warszawa	B	1x 100	Stojak	8
18	Białystok	B	1x 100	—	—
19	L2-02	B	2x 180	Stojak	8
20	L2-03	A	1x 180	Stojak	8
21	Suwałki	B	bez akumulatorów	—	—
22	L2-04	B	1x 180	Stojak	10
23	L2-05	A	1x 180	Stojak	8
24	L2-06	B	bez akumulatorów	—	—
25	Mikołajki	A	1x 100	Półka	3
26	L2-07	A	1x 180	Stojak	8

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

27	L2-08	A	1x 180	Stojak	8
28	Olsztyn	B	1x 100	—	—
29	L2-09	B	2x 180	Stojak	8
30	Elbląg	B	2x 180	Stojak	8
31	Kuźnica	A	1x 180	Stojak	8
32	Ogrodniki	B	1x 100	—	—
33	L3-02	B	2x 180	Stojak	8
34	L3-03	B	2x 180	Stojak	8
35	L3-04	B	2x 180	Stojak	10
36	L3-05	B	2x 180	Stojak	8
37	Sochaczew	B	bez akumulatorów	—	10
38	Bydgoszcz	B	1x 100	—	—
39	L5-03	A	1x 100	Stojak	3
40	Zielona Góra	B	1x 100	—	3
41	L5-07	A	1x 100	Półka	3
42	Wrocław	B	1x 100	Pod podłogą	6
43	Opole	B	2x 180	Stojak	8
44	Bielsko-Biała	B	2x 180	Stojak	15
45	Cieszyn	A	2x 180	Stojak	8
46	Kielce	B	1x 100	Pod podłogą	6
47	L8-01	B	2x 180	Stojak	8
48	L8-02	B	2x 100	—	15
49	L8-03	B	2x 180	Stojak	10
50	Rzeszów	B	2x 180	Stojak	15
51	L8-04	B	2x 180	Stojak	15
52	L8-05	B	2x 180	Stojak	8
53	Zamość	B	2x 180	Stojak	12
54	L8-06	B	2x 100	—	8
55	Lublin	B	1x 100	Pod podłogą	3
56	Puławy	B	1x 180	Stojak	15
57	Radom	B	1x 180	Stojak	8
58	Hrebenne	B	2x 180	Stojak	12
59	L9-01	B	2x180	Stojak	12
60	Częstochowa	B	1x 100	Pod podłogą	3
61	L9-04	A	1x 100	Półka	3
62	L9-05	A	1x 100	Półka	3

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

63	L9-06	A	1x 100	Półka	3
64	Łódź	B	1x 180	Stojak	15
65	L9-09	A	1x 100	Półka	3

* W kolumnie 4 znak „—” oznacza, że akumulatory będą instalowane w istniejących półkach lub stojakach.

Nazwy miejscowości lokalizacji węzłów podanych w tabeli 5.1. oraz tabelach 9.1.2 i od 9.2.1. do 9.2.13 zostaną podane Wykonawcy na etapie podpisywania umowy.

5.2. Wymagania dla mobilnych stacji zarządzania

Wykonawca musi dostarczyć wliczone w cenę oferty mobilne stacje zarządzania do podsystemu podtrzymania zasilania w licznie **2 sztuk** zgodnie ze specyfikacją zamieszczoną w punkcie 8.

6. Zadanie E - podsystem wizualizacji

W ramach systemu dalekosiężnej transmisji optycznej Wykonawca dostarczy, zainstaluje i uruchomi podsystem wizualizacji, tj. system ściany graficznej w Centrum Zarządzania w siedzibie Zamawiającego przy ul. Wieniawskiego 17/19 w Poznaniu w pomieszczeniu 227D, który musi składać się z:

- ekranu,
- systemu pozyskiwania obrazów ze źródeł i przetwarzania obrazów,
- oprogramowania do zarządzania układami obrazów systemu ściany graficznej.

6.1. Ekran

Ekran musi składać się z 10 jednakowych profesjonalnych wyświetlaczy przeznaczonych do modułowej budowy ścian graficznych ustawionych w układzie 5 (poziom) x 2 (pion). Łączna rozdzielczość ekranu 9600x2160 pikseli. Maksymalne łączne wymiary ekranu 780 x 175 cm.

Ekran systemu ściany graficznej złożony z wielu wyświetlaczy, musi posiadać system automatycznej kalibracji kolorów i jasności, bez potrzeby interwencji serwisowej, w celu zapewnienia równomiernej jasności i kolorystyki obrazu na całym ekranie ściany. System ten musi pracować w czasie rzeczywistym, bez konieczności interwencji obsługi technicznej.

Wymagania techniczne dla pojedynczego modułu wyświetlacza, z których zbudowany będzie ekran ściany graficznej:

Lp.	Cecha	Wymagania
-1-	-2-	-3-
1	Przekątna:	Od 50" do 70"
2	Głębokość całkowita:	Maksymalnie 56 cm wraz z konstrukcją montażową

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

3	Rozdzielczość:	Rozdzielczość natywna 1920 x 1080 pikseli przy 60 Hz umożliwiająca wyświetlanie w natywnej rozdzielczości obrazu Full HD 1080p
4	Grubość ramek:	0 mm – brak ramek zarówno w pionie jak i poziomie
5	Przerwa w obrazie:	Przerwa w obrazie na styku dwóch modułów nie większa niż 1mm
6	Jasność świecenia:	280 cd/m ²
7	Jednorodność kolorystyki i jasności:	98%@ANSI9
8	Porty wejściowe:	2xHDMI 2.0 lub 2xDisplayPort 1.2 lub 2xDVI
9	Port LAN:	1 x 10/100 Mb/s Ethernet RJ45
10	Przełączanie sygnału na portach wejściowych:	Automatyczne przełączanie sygnału na drugie wejście w przypadku utraty sygnału na wejściu pierwszym
11	Czujnik jasności i kolorów:	Czujnik jasności i kolorów wbudowany w wyświetlacz
12	Praca ciągła:	Przystosowany do pracy ciągłej w trybie 24/7
13	Zasilanie:	Redundantne zasilanie 100 – 240 V, 50/60Hz
14	Żywotność:	Minimum 100 000 godz.
15	Temperatura pracy:	0 - 40 °C
16	Dostęp serwisowy:	Realizowany od przodu
17	Eksploatacja:	Nie dopuszcza się występowania elementów eksploatacyjnych, które podlegałyby okresowym wymianom.

6.2. System pozyskiwania obrazów ze źródeł i przetwarzania obrazów

Pod pojęciem systemu pozyskiwania obrazów ze źródeł i przetwarzania obrazów Zamawiający wymaga dostarczenia niezbędnej infrastruktury sprzętowej (tzw. kontrolera) umożliwiającego pozyskanie źródeł obrazu (np. sieci LAN, z serwera aplikacyjnego lub ze stacji stacji roboczej), przetworzenie ich i wyświetlenie na ekranie systemu ściany graficznej w prawidłowy, zdefiniowany przez użytkownika sposób.

Zadaniem kontrolera graficznego jest poprawne wyświetlenie obrazów ze źródeł na całej powierzchni ekranu ściany graficznej oraz możliwość uruchomienia aplikacji użytkownika bezpośrednio na kontrolerze i wyświetlenie obrazu z tych aplikacji na ekranie ściany graficznej wraz z obrazami ze źródeł.

System musi zapewniać możliwość elastycznej jego rozbudowy, bez konieczności przebudowy istniejącej architektury i wymiany pracujących urządzeń. Modułowa architektura musi pozwalać na zwiększenie możliwości systemu poprzez dodawanie jednostkowych elementów. Rozbudowa modułowego systemu oznacza zwiększenie liczby dostępnych źródeł (łącznie do 10) oraz ilości wyświetlaczy (łącznie do 16).

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

Wszystkie źródła w tym również dodane później muszą mieć możliwość wyświetlania na dowolnym wyświetlaczu.

Minimalne wymagania techniczne dla kontrolera ściany graficznej:

Lp.	Cecha	Wymagania
-1-	-2-	-3-
1	Zasilanie:	Dwa redundantne zasilacze
2	Dyski twarde:	Dyski SSD o pojemności minimum 200 GB, pracujące w układzie RAID1
3	Procesor:	O wydajności umożliwiającej dekodowanie minimum 16 strumieni FullHD 1920x1080@30Hz
4	Pamięć RAM:	64GB
5	Karta graficzna:	<ul style="list-style-type: none"> • 4 wyjścia DisplayPort 1.2 lub 4 wyjścia HDMI 2.0 • Pamięć 8 GB • Prędkość transferu danych 160 Gb/s
6	Port LAN:	4 x 10/100/1000 Mb/s Ethernet RJ45
7	Porty USB:	3 x USB 2.0
8	Rozdzielczość:	Obsługa pełnej, łącznej natywnej rozdzielczości dostarczanego ekranu ściany graficznej 9600 x 2160. Umożliwić obsługę łącznej natywnej rozdzielczości ekranu ściany graficznej do 15360 x 2160 w przyszłości, w przypadku rozbudowy systemu o kolejne wyświetlacze.
9	Praca ciągła:	Przystosowany do pracy ciągłej w trybie 24/7
10	Klawiatura:	Klawiatura bezprzewodowa ze zintegrowanym panelem dotykowym (touchpad)
11	System operacyjny:	Windows 10 Professional lub Enterprise w celu uruchamiania lokalnych aplikacji posiadanych przez Zamawiającego i pracujących w środowisku Windows 10 bezpośrednio na kontrolerze. Poniżej opisano kryteria, jakie Zamawiający będzie stosował w celu oceny równoważności rozwiązania zaproponowanego przez Wykonawcę jako równoważne dla systemu operacyjnego Windows 10 Professional PL lub Enterprise PL lub równoważny. Przez równoważność Zamawiający rozumie konieczność: <ol style="list-style-type: none"> 1. zapewnienia przez system pełnej funkcjonalności jaką oferuje system Windows w minimalnej wskazanej przez Zamawiającego wersji, 2. dostępność dla systemu równoważnego tych aplikacji oraz oprogramowania, które są dostępne dla wskazanego przez Zamawiającego systemu Windows lub aplikacji i oprogramowań alternatywnych, zapewniających wszystkie te same funkcjonalności.

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

W celu uzyskania właściwej funkcjonalności systemu Zamawiający zakłada zastosowanie enkodera dołączonego do serwera aplikacyjnego, do zamiany sygnałów źródłowych wideo (HDMI/DVI/DisplayPort) w strumieniu H.264 a następnie ich dystrybucję poprzez sieć LAN do kontrolera ściany graficznej i stacji roboczych.

Zamawiający wymaga dostarczenia **2 sztuk** enkodera.

Wymagania techniczne dla enkodera:

Lp.	Cecha	Wymagania
-1-	-2-	-3-
1	Porty źródłowe:	HDMI, DisplayPort, DVI
2	Obsługa sygnałów wejściowych:	Jednocześnie dwa sygnały wejściowe DVI/HDMI/DisplayPort o rozdzielczości do 2560 x 1440 @ 30Hz każdy lub jeden sygnał wejściowy DisplayPort/HDMI o rozdzielczości 3840 x 2160@30Hz. Wraz z enkoderem należy dostarczyć adapter umożliwiający podłączenie do dekodera sygnału wejściowego VGA. Wraz z enkoderem należy dostarczyć rozdzielacz sygnału VGA (1 wtyk męski na 2 wtyki żeńskie).
3	Kodowanie wyjściowego sygnału video:	H.264
4	Port LAN:	2 x 10/100/1000 Mb/s Ethernet RJ45 z funkcją redundancji
5	Port USB	Funkcjonalność zdalnej myszki i klawiatury poprzez USB HID w przypadku podłączenia komputera jako źródła obrazu
6	Zarządzanie i konfiguracja:	Poprzez wbudowany serwer WWW możliwość: <ul style="list-style-type: none"> • ustawienia żądanej rozdzielczości oraz częstotliwości wyświetlanego źródła • ustawienia adresu IP enkodera • sprawdzenia stanu sygnałów wideo ze źródeł na wejściach enkodera • przeprowadzenia pełnej diagnostyki enkodera • aktualizacji oprogramowania enkodera • utworzenia oraz odtworzenia kopii zapasowej ustawień enkodera • przydzielenie wielkości pasma dla każdego enkodowanego sygnału źródłowego • pełnej konfiguracji wszystkich parametrów enkodera

6.3. Oprogramowanie do zarządzania układami obrazów

Oprogramowanie do zarządzania układami obrazów służy do zarządzania układami obrazów na ekranie systemu ściany graficznej. Umożliwia tworzenie i zapisywanie żądanych przez użytkownika układów obrazów (tzw. layout), a następnie ich odtwarzanie.

Oprogramowanie do zarządzania wyświetlanymi obrazami musi być oparte o architekturę serwer – klient i musi umożliwiać dostęp do zarządzania wyświetlanymi obrazami dla każdego operatora przy zachowaniu przypisanych dla niego indywidualnie poziomów autoryzacji.

Oprogramowanie do zarządzania układami obrazów musi być zainstalowane i uruchomione na systemie pozyskiwania obrazów ze źródeł (kontrolerze ściany graficznej).

Wymagania techniczne dla oprogramowania do zarządzania układami obrazów na ścianie graficznej:

Lp.	Cecha	Wymagania
-1-	-2-	-3-
1	Zarządzanie obrazami i konfiguracja:	<ul style="list-style-type: none"> • Serwer oprogramowania, zainstalowany na kontrolerze ściany graficznej lub w środowisku wirtualnym • Jednoczesne wyświetlenie, w obrębie ekranu ściany graficznej, wszystkich sygnałów wejściowych w dowolnym miejscu i dowolnej wielkości w formie okien aż do rozmiaru całego ekranu ściany graficznej • Jednoczesna obsługa minimum trzech ekranów ścian graficznych • Zapisywanie i przywoływanie ustawień okien źródłowych (tzw. layout). Minimum możliwość zapisania co najmniej 100 takich układów • Możliwość obsługi układów obrazów na kilku ścianach graficznych z jednego interfejsu użytkownika. • Obsługa źródeł WWW (Internet i Intranet) przez podanie adresu URL oraz aplikacji uruchamianych lokalnie na kontrolerze systemu ściany graficznej • Przywołanie zapisanych układów obrazów prostym kliknięciem myszy z listy wyboru lub przypisanej do danego układu sekwencji wciśniętych klawiszy. Każdy z użytkowników może nadać indywidualną kombinację klawiszy do wywołania układu obrazów

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

		<ul style="list-style-type: none"> Przypisanie do obrazów dodatkowych dekoratorów takich jak: ramka, aktualna data i czas, logo, tekst statyczny lub przesuwający się oraz nazwa źródła obrazu
2	Aplikacja klienta:	<ul style="list-style-type: none"> Graficzna aplikację klienta uruchamiana na stacji operatora systemu ściany graficznej Jednoczesna praca na co najmniej trzech zalogowanych użytkowników na stanowiskach operatorskich Z zainstalowanym pakietem oprogramowania - graficznym interfejsem użytkownika zapewniającym możliwość zarządzania układem obrazów na ścianie graficznej poprzez wybór żądanego układu z listy wyboru i kliknięcie na jego nazwę myszą. Umożliwiająca wybór podstawowych funkcji oprogramowania takich jak: tworzenie nowych układów obrazów, wyświetlanie układów obrazów na systemie ściany graficznej i stacjach operatorskich oraz podgląd źródeł Umożliwiająca przechwytywanie, w postaci cyfrowego strumienia, zawartości całości pulpitu, a także jego fragmentu ściśle określonej wielkości lub wybranego okna uruchomionej aplikacji na stacji operatora ściany graficznej Obsługa zdalnego wskaźnika myszy i zdalnej klawiatury (programowy KVM), aby za pomocą lokalnej myszy i klawiatury na komputerze z oprogramowaniem klienckim istniała możliwość sterowania aplikacjami i oknami zarówno na ekranie ściany graficznej jak i innej stacji roboczej, której ekran został przechwycony za pomocą modułu oprogramowania opisanego powyżej.
3	Uprawnienia użytkowników:	Możliwość nadawania uprawnień użytkownikom praw dostępu do określonych zasobów oprogramowania do zarządzania układami obrazów – np. konkretnych źródeł obrazów, możliwości lub braku możliwości dokonywania zmian układów.
4	System logowania:	System logowania użytkowników wykorzystujący technologię LDAP, Active Directory bez konieczności tworzenia nowych baz użytkowników i nowych haseł.
5	Wersja językowa:	Polska
6	Ilość źródeł jednocześnie wyświetlanych na ekranie:	Minimum 10. Możliwość zwiększenia poprzez rozszerzenie licencji.

7	Licencja:	Na czas nieokreślony
---	-----------	----------------------

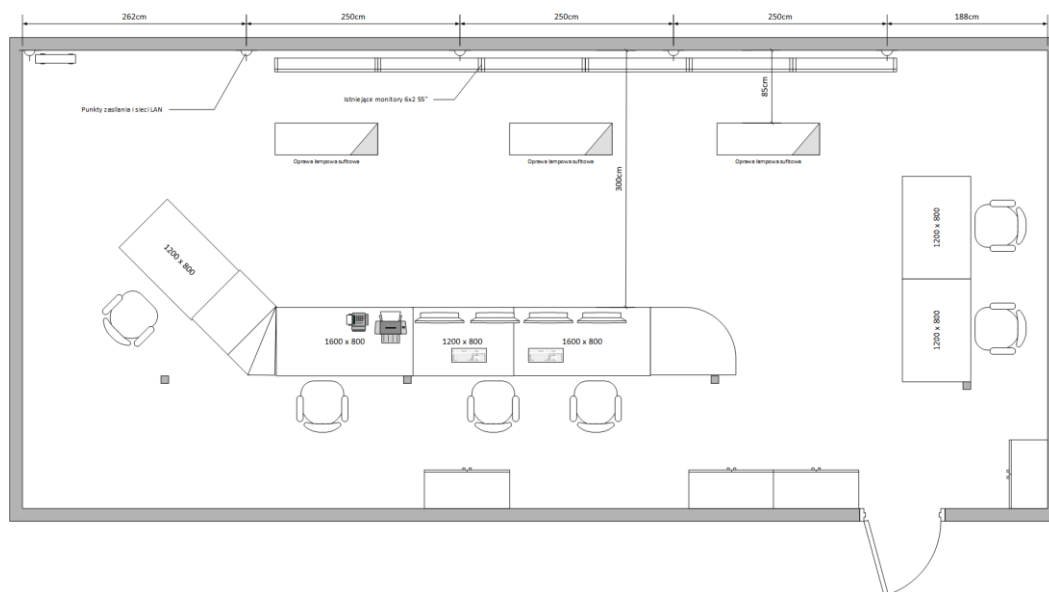
6.4. Zabudowa i wykonanie

Planowanym miejsce instalacji ekranu ściany graficznej jest pomieszczenie 227D ul. Wieniawskiego 17/19. Planowanym miejscem instalacji systemu pozyskiwania obrazów ze źródeł i przetwarzania obrazów (kontrolera) jest przestrzeń poniżej zamontowanego ekranu ściany graficznej w pomieszczeniu 227D. Obecnie w pomieszczeniu 227D na ścianie docelowej zamontowanych jest 6x2 monitorów 55” zawieszonych na uchwytych. Wykonawca jest zobowiązany do demontażu istniejących monitorów wraz z uchwytyami oraz ich okablowania sygnałowego przed rozpoczęciem prac. Wysokość pomieszczenia 227D wynosi 245 cm. Na suficie, w odległości 85 cm od ściany z monitorami zamocowane są oprawy rastrowe oświetlenia. Plan sytuacyjny pomieszczenia 227D przedstawia Rysunek 1.

W zakresie prac Wykonawca zobowiązany jest wykonać estetyczną zabudowę ekranu ściany graficznej mająca na celu zamaskowanie konstrukcji montażowej modułów, systemu pozyskiwania obrazów ze źródeł i przetwarzania obrazów (kontrolera) oraz całości okablowania. Bezpośrednio całość ekranu powinna otaczać zlicowana z powierzchnią modułów rama w kolorze czarny mat zamontowana w sposób umożliwiający jej łatwe zdejmowania (np. na magnes). Pozostałą część zabudowy frontowej należy wykonać z płyt meblowych zlicowanych z powierzchnią modułów, w sposób umożliwiający łatwy dostęp serwisowy do znajdujących się pod nimi elementów ekranu ściany graficznej, kontrolera i okablowania. Szczegółowy sposób montażu i zabudowy wszystkich elementów Wykonawca uzgodni z Zamawiającym na etapie projektowania, przed rozpoczęciem prac montażowych i instalacyjnych.

Wykonawca dostarczy i zainstaluje niezbędne okablowanie pomiędzy poszczególnymi komponentami systemu ściany graficznej.

Zasilanie modułów i kontrolera należy poprowadzić z gniazd przyłączeniowych znajdujących się w strefie montażu ekranu zgodnie z planem sytuacyjnym. Gniazda przyłączeniowe zasilania zamontowane są w dwóch rzędach – przy suficie, poniżej biegnącego wzdłuż sufitu koryta kablowego PCV, w odległości 11 cm od sufitu (wysokość puszek 15 cm) oraz przy podłodze, ponad biegnącym wzdłuż podłogi korytem kablowym PCV, w odległości 11 cm od podłogi (wysokość puszek 15 cm). W każdym punkcie zasilania są 4 gniazda 230V. Jeśli planowana przez Wykonawcę zabudowa ekranu ściany graficznej uniemożliwia wykorzystanie istniejących gniazd zasilających, Wykonawca zobowiązany jest w zakresie prac do odpowiedniej modyfikacji ich położenia.



Rysunek 1. Plan sytuacyjny pomieszczenia 227D

6.5. Wymagania dla mobilnych stacji zarządzania

Wykonawca musi dostarczyć wliczone w cenę oferty mobilne stacje zarządzania do podsystemu wizualizacji w licznie **2 sztuk** zgodnie ze specyfikacją zamieszczoną w punkcie 8.

7. Zadanie F – podsystem zabezpieczeń

Przedmiotem zamówienia jest dostawa, instalacja i uruchomienie podsystemu zabezpieczeń dla systemu dalekosiężnej transmisji optycznej w postaci rozwiązań Next Generation Firewall (NGFW) wraz ze wsparciem technicznym oraz komponentem zarządczym dla wszystkich urządzeń (firewalli typu NGFW)

Zrealizowanie przedmiotu zamówienia zakłada osiągnięcie przez dostarczany podsystem zabezpieczeń funkcjonalności opisanych w Części IV SWZ. Podsystem zabezpieczeń musi być oparty na komponente sprzętowym, który musi spełniać wymagania określone w załączniku Części IV SWZ. W ramach realizacji przedmiotu zamówienia Wykonawca zobowiązany jest przeprowadzić instruktaż dla wskazanych przez Zamawiającego osób, w wymiarze 6 x 8h dla maksymalnie 12 osób, obejmujący instalację, konfigurację i optymalizację podsystemu zabezpieczeń.

Komponenty wchodzące w skład podsystemu zabezpieczeń, które należy dostarczyć w tym zamówieniu oraz elementy zawierające się w nich wymienione są w tabeli poniżej:

Lp.	Nazwa komponentu	Element komponentu
-1-	-2-	-3-
1	Komponent zabezpieczający	Dwa jednakowe urządzenie sprzętowe Next Generation Firewall (NGFW) połączone w klaster wysokiej dostępności (HA) Wkładki/moduły światłowodowe
2	Instruktaż	6 dniowy instruktaż
3	Komponent zarządczy	Oprogramowanie do zarządzania dostarczonymi urządzeniami Next Generation Firewall (NGFW) wchodzących w skład komponentu zabezpieczającego Dedykowane urządzenie lub obraz maszyny wirtualnej (virtual appliance)
4	Komponent zapasowy „cold spare”	Urządzenie sprzętowe Next Generation Firewall (NGFW) do pełnienia roli „cold spare”

7.1. Wymagania szczegółowe dla podsystemu zabezpieczeń

1. Wszystkie elementy oferowanego podsystemu zabezpieczeń muszą pochodzić z oficjalnych kanałów dystrybucyjnych producenta obejmujących także Unię Europejską, muszą być dopuszczone do obrotu, spełniać normy CE (jeśli dotyczą).
2. Wszystkie elementy oferowanego podsystemu zabezpieczeń muszą być dostępne w ofercie produktowej producenta aktualnej na dzień złożenia oferty oraz nie mogą być przeznaczone do wycofania z produkcji, sprzedaży bądź wsparcia (end-of-life, end-of-sale, end-of-support).
3. W momencie oferowania wszystkie elementy oferowanego podsystemu zabezpieczeń muszą być dostępne (dostarczane) przez producenta.
4. Urządzenia dostarczone w podsystemie zabezpieczeń i ich komponenty muszą być oznakowane przez producentów w taki sposób, żeby była możliwa identyfikacja zarówno produktu jak i producenta.
5. Urządzenia dostarczone w podsystemie zabezpieczeń muszą być dostarczone Zamawiającemu w oryginalnych opakowaniach fabrycznych producenta.
6. Wszystkie elementy oferowanego podsystemu zabezpieczeń muszą być dostarczone wraz z kompletem standardowej dokumentacji dla użytkownika w formie papierowej lub elektronicznej.
7. Wszystkie elementy oferowanego podsystemu zabezpieczeń muszą być dostarczone z najnowszą (na dzień złożenia oferty) wersją oprogramowania systemowego (firmware) lub z wersją oprogramowania rekomendowaną przez producenta oferowanego rozwiązania. Jeżeli urządzenia są fabrycznie wysyłane z inną wersją oprogramowania to Wykonawca zobowiązany jest do dostarczenia wersji najnowszej lub wersji rekomendowanej przez producenta (na nośniku, poprzez wskazanie jej lokalizacji w portalu producenta z możliwością jej pobrania lub też poprzez pobranie jej bezpośrednio na urządzenie, itp.).
8. W przypadku wymiany nośników danych, które uległy awarii, uszkodzone nośniki muszą pozostać w całości u Zamawiającego. Nie przewiduje się opcji demontażu nośników danych i pozostawienia u Zamawiającego fragmentów nośników z danymi, np. talerzy dysków.

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

9. Urządzenia składające się na oferowany podsystem zabezpieczeń muszą być wyposażone w redundantne zasilacze typu AC z możliwością wymiany hot-swap.
10. Urządzenia składające się na oferowany podsystem zabezpieczeń muszą przewidywać redundancję zasilania z zachowaniem następujących cech:
 - a) awaria połowy zasilaczy zainstalowanych w urządzeniu nie może wpływać na działanie urządzenia;
 - b) awaria lub wyłączenie połowy przyłączy elektrycznych dołączonych do zasilaczy urządzenia nie wpływa na działanie urządzenia;
 - c) wymiana zasilacza, kabli zasilających musi być możliwa przy włączonym urządzeniu i nie może wpływać na jego działanie.
11. Elementy podsystemu zabezpieczeń muszą być przystosowane do montażu w szafie Rack 19" oraz dostarczone wraz z szynami montażowymi i okablowaniem zasilającym.
12. Urządzenia składające się na oferowany podsystem zabezpieczeń muszą działać przy zasilaniu z jednej fazy 230V/50Hz z sieci elektrycznej. Dostarczone kable zasilające muszą być zakończone wtyczką pasującą do gniazd C14 bez wykorzystania adapterów.
13. Podsystem zabezpieczeń musi pochodzić od jednego producenta. Zamawiający dopuszcza aby okablowanie, wkładki optyczne oraz ewentualne dodatkowe elementy realizujące funkcję inspekcji SSL/TLS komponentu zabezpieczającego pochodziły od innego producenta.
14. Podsystem zabezpieczeń musi pozwalać na import reguł zgodnych z rozwiązaniami SNORT i/lub Suricata do modułów systemu wykrywania i zapobiegania włamaniom komponentu zabezpieczającego.

Specyfikacja komponentu zabezpieczającego:

1. Na komponent zabezpieczający muszą składać się dwa jednakowe sprzętowe urządzenia Next Generation Firewall (NGFW) połączone w klaster wysokiej dostępności (HA) oraz ewentualny dodatkowy element (również w konfiguracji wysokiej dostępności) realizujący funkcje inspekcji SSL/TLS (o ile funkcja ta nie jest zawarta w samym urządzeniu).
2. Wszystkie wymienione poniżej funkcje muszą być dostępne jednocześnie. Nie jest dopuszczalne, aby realizacja jakiegokolwiek funkcjonalności powodowała konieczność przełączenia urządzenia w osobny tryb pracy, który będzie powodował niedostępność lub ograniczenie zakresu działania jakiegokolwiek innej funkcji wymaganej przez Zamawiającego. Zamawiający zastrzega sobie prawo do wezwania Wykonawcy do złożenia wyjaśnień oraz prezentacji działania zaoferowanego urządzenia w przypadku powzięcia wątpliwości w tym zakresie.
3. Komponent zabezpieczający musi być dostarczony jako dwa jednakowe, dedykowane urządzenia typu appliance. Zamawiający wymaga, aby zaoferowane urządzenia NGFW pochodziły z najnowszej dostępnej serii/linii/modelu producenta.
4. Każde z urządzeń NGFW wchodzące w skład komponentu zabezpieczającego musi być wyposażone w:
 - a) minimum 12 interfejsów o przepustowości 10 Gbps (10 Gigabit Ethernet) każdy, obsługujące moduły optyczne SFP+
 - b) minimum 4 interfejsy o przepustowości minimum 100 Gbps (100 Gigabit Ethernet) każdy, obsługujące moduły optyczne QSFP28

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- c) interfejsy potrzebne do budowy klastra HA muszą być traktowane jako dodatkowe, niezależne względem wymaganych przez Zamawiającego. Nie dopuszcza się wykorzystania do celu klastrowania portów opisanych w podstawowych wymaganiach.
- d) 2 dyski o pojemności nie mniejszej niż 480GB działającą w RAID-1, przeznaczoną na system operacyjny oraz dzienniki zdarzeń (logi).

Zamawiający akceptuje rozwiązanie tego samego producenta co urządzenie NGFW, na którym logi i konfiguracja będą przechowywane w komponencie zarządzczym, z zaoferowaną przez Wykonawcę przestrzenią dyskową działającą w RAID-1, RAID-5, RAID-6 lub RAID-10 pod warunkiem, że logi będą mogły być bezpośrednio i automatycznie przesyłane z komponentu zarządzczego, z wykorzystaniem co najmniej protokołu SYSLOG, do zewnętrznego narzędzia składowania logów. W takim przypadku Zamawiający wymaga dodatkowo, aby przestrzeń przeznaczona na przechowywanie logów na komponencie zarządzczym była co najmniej takiej samej wielkości, jakiej Zamawiający żąda w urządzeniach NGFW wchodzących w skład komponentu zabezpieczającego. Dopuszczone powyżej rozwiązanie dotyczy wyłącznie przeznaczonej na system operacyjny oraz dzienniki zdarzeń (logi) przestrzeni dyskowej niezbędnej do prawidłowego działania komponentu zabezpieczającego. Wykonawca oferujący takie rozwiązanie oparte na urządzeniu fizycznym jest zobowiązany dostarczyć dwa takie fizyczne urządzenia zarządzcze działające w modelu redundantnym.

- 5. Wszystkie interfejsy zainstalowane w urządzeniach muszą być odblokowane. Oznacza to, że nie mogą posiadać żadnych blokad umożliwiających ich wykorzystanie dopiero po wprowadzeniu jakiegokolwiek licencji, klucza, kodu lub innego mechanizmu odblokowującego. Dotyczy to wszystkich interfejsów znajdujących się fizycznie w oferowanych urządzeniach.
- 6. Dla komponentu zabezpieczającego muszą zostać dostarczone dla każdego urządzenia NGFW:
 - a) wkładki światłowodowe SFP+ jednomodowe w ilości co najmniej 12 sztuk i zasięgu transmisji nie mniejszym niż 10 km ze złączem LC,
 - b) wkładki światłowodowe QSFP28 jednomodowe w ilości co najmniej 4 sztuki i zasięgu transmisji nie mniejszym niż 10 km ze złączem LC,
 - c) niezbędna liczba wkładek światłowodowych, jednomodowych do interfejsów koniecznych do połączenia urządzeń w klastr (z maksymalną liczbą nadmiarowych połączeń HA – np. rozwiązanie typu „dual fabric link” i „dual control link”) z najwyższą możliwą przepustowością dla tych interfejsów również na dystansie 10 km.
- 7. Ponadto wymagane jest obsadzenie wkładkami optycznymi wszystkich dostępnych interfejsów optycznych w każdym urządzeniu NGFW, tak aby interfejsy pracowały z maksymalną możliwą przepustowością i obsługiwały transmisję jednomodową o zasięgu transmisji nie mniejszej niż 10 km oraz były ze złączem LC.
- 8. Komponent zabezpieczający musi spełniać co najmniej następujące parametry wydajnościowe w odniesieniu do pojedynczego urządzenia NGFW:

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- a) minimum 22 Gbps przepustowości (ang. throughput) dla ruchu rzeczywistego z włączoną pełną funkcjonalnością (Firewall, IPS, antywirus, anty-spyware, kontrola aplikacji, włączone logowanie),
- b) minimum 230 tys. nowych połączeń na sekundę,
- c) minimum 3 600 000 równoległych sesji.

Wszystkie parametry dotyczące wydajności, pod kątem przepustowości (ang. throughput), wymaganej na komponencie zabezpieczającym zakładają, iż będą to parametry wskazane przez producentów w kartach katalogowych jako Enterprise Mix/Enterprise Testing Conditions/appmix lub dla równoważnego modelu ruchu. Przy czym przez równoważny model ruchu rozumie się taki ruch:

- a) dla którego wymagane parametry wydajnościowe są osiągnięte w ruchu całościowym (up/down) i jednocześnie
- b) w którym rozkład procentowy ruchu wybranych protokołów wykorzystujących pakiety różnej wielkości, przy pomocy których realizowane są różne aplikacje (np. youtube, facebook, google, gmail, ssh, smtp z załącznikami) jest przedstawiony w tabeli poniżej:

Protokół	Udział w %
HTTP	15%
HTTPS	60%
SMTP, IMAP, POP3, FTP, SMB i inne	22%
DNS	3%

Zamawiający dopuszcza odchylenie od przedstawionych wielkości udziałów dla poszczególnych protokołów o 10 punktów procentowych w górę albo w dół.

- 9. Komponent zabezpieczający musi umożliwiać działanie w co najmniej dwóch trybach pracy:
 - a) routera (tzn. w warstwie 3 modelu OSI),
 - b) przełącznika (tzn. w warstwie 2 modelu OSI).
- 10. Komponent zabezpieczający musi obsługiwać protokół Ethernet z obsługą sieci VLAN. Urządzenie musi obsługiwać 4094 znaczników VLAN zgodnych z 802.1q. Urządzenie musi pozwalać na tworzenie tzw. subinterfejsów na interfejsach pracujących w trybie L2 i L3.
- 11. Komponent zabezpieczający musi umożliwiać translację adresów IP (NAT) zarówno statyczną jak i dynamiczną. Reguły dotyczące NAT muszą być odrębne od reguł definiujących polityki bezpieczeństwa tak aby reguły dotyczące translacji nie powodowały w żaden sposób zależności od konfiguracji tych polityk.
- 12. Komponent zabezpieczający musi umożliwiać zestawianie tuneli VPN w oparciu o standardy IPsec i IKE w konfiguracji site-to-site. Konfiguracja VPN musi odbywać się w oparciu o ustawienia routingu (tzw. routing-based VPN).
- 13. Komponent zabezpieczający musi spełniać co najmniej następujące parametry wydajnościowe:
 - a) minimum 15 Gbps dla IPSEC VPN
 - b) minimum 1 000 tuneli IPSEC VPN (site-to-site)

Jeżeli wykorzystanie funkcji VPN IPsec wymaga zakupu dodatkowych licencji, to należy je przewidzieć w ofercie dla maksymalnej jego wydajności, w ramach wynagrodzenia Wykonawcy. Licencje muszą

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

być zapewnione co najmniej na czas trwania wsparcia technicznego zaoferowanego przez Wykonawcę.

14. Komponent zabezpieczający musi zapewniać zarządzanie pasmem sieci (QoS) w zakresie co najmniej:
 - a) oznaczania pakietów znacznikami DiffServ,
 - b) ustawiania dla dowolnych aplikacji priorytetu, pasma maksymalnego i gwarantowanego,
 - c) utworzenia co najmniej 8 klas ruchu sieciowego.
15. Komponent zabezpieczający musi realizować funkcję ochrony przed atakami typu DoS wraz z możliwością limitowania ilości jednoczesnych sesji w odniesieniu do źródłowego lub docelowego adresu IP.
16. Komponent zabezpieczający musi umożliwiać obsługę protokołów routingu minimum OSPF w wersji 2 i 3, BGP, wraz z BFD. Komponent zabezpieczający musi obsługiwać nie mniej niż 20 wirtualnych routerów posiadających odrębne tabele routingu.
17. Komponent zabezpieczający musi obsługiwać nie mniej niż 10 wirtualnych firewalli/systemów/domen/kontekstów i posiadać możliwość rozbudowy do co najmniej 20 takich systemów. Każdy firewall wirtualny musi mieć możliwość konfiguracji indywidualnych, niezależnych i odrębnych:
 - a) tablic routingu,
 - b) polityk bezpieczeństwa obejmujących:
 - i. systemu IPS,
 - ii. systemu ochrony antymalware/antyspyware,
 - iii. systemu ochrony antywirus,
 - iv. tuneli VPN IPsec.

Zamawiający wymaga dostarczenia licencji na nie mniej niż 10 wirtualnych firewalli/systemów/domen/kontekstów w chwili dostarczenia komponentu zabezpieczającego. Licencje muszą być zapewnione co najmniej na czas trwania wsparcia technicznego zaoferowanego przez Wykonawcę.

18. Komponent zabezpieczający musi wspierać mechanizm PBR (policy based routing) – mechanizm przekierowania ruchu z pominięciem tablicy routingu.
19. Polityka bezpieczeństwa komponentu zabezpieczającego musi prowadzić kontrolę ruchu sieciowego i uwzględniać strefy bezpieczeństwa, adresy IP klientów i serwerów, protokoły i usługi sieciowe, aplikacje, kategorie URL reakcje zabezpieczeń, rejestrowanie zdarzeń oraz zarządzanie pasmem QoS. Komponent zabezpieczający musi umożliwiać zdefiniowanie nie mniej niż 5 000 reguł polityki bezpieczeństwa oraz obsługę minimum 200 stref bezpieczeństwa.
20. Komponent zabezpieczający musi umożliwiać rozpoznawanie aplikacji bez względu na numery portów, na których działa aplikacja (ang. application/services). Identyfikacja aplikacji musi odbywać się co najmniej poprzez sygnatury. Identyfikacja aplikacji nie może wymagać podania w konfiguracji komponentu zabezpieczającego numeru lub zakresu portów, na których dokonywana jest identyfikacja aplikacji. Należy założyć, że wszystkie aplikacje mogą występować na wszystkich 65 535

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

dostępnych portach. Komponent zabezpieczający musi wykrywać predefiniowane aplikacje wspieranych przez producenta (np. Skype, Tor, BitTorrent, eMule, UltraSurf) wraz z aplikacjami tunelującymi się w HTTP lub HTTPS oraz pozwalać na ręczne tworzenie sygnatur dla nowych aplikacji bezpośrednio na urządzeniu lub z wykorzystaniem komponentu zarządzającego. W przypadku gdy producent nie dostarcza takiej funkcjonalności, Zamawiający dopuszcza dostarczenie zewnętrznego narzędzia w formie oprogramowania, dostarczonego na koszt Wykonawcy oraz bez ponoszenia przez Zamawiającego jakichkolwiek dodatkowych kosztów w terminie późniejszym, z licencją zapewniającą możliwość użytkowania i aktualizacji przez czas nieograniczony i bez możliwości jej wypowiedzenia, realizującego funkcjonalność tworzenia nowych definicji aplikacji, importowanych następnie przez komponent zarządzający lub zabezpieczający.

21. Komponent zabezpieczający musi posiadać i być dostarczony z funkcjonalnością systemu wykrywania i zapobiegania włamaniom (Intrusion Prevention System – IPS) wraz z aktualizacją sygnatur w okresie gwarancji. System musi działać w warstwie 7 modelu OSI. Baza sygnatur systemu wykrywania i zapobiegania włamaniom musi być przechowywana na urządzeniu, regularnie aktualizowana w sposób automatyczny i pochodzić od tego samego producenta co producent urządzenia. Moduł systemu wykrywania i zapobiegania włamaniom musi mieć możliwość wykluczenia z filtrowania specyficznego ruchu sieciowego na podstawie zarówno adresu źródłowego IP jak i adresu docelowego IP jak i rozpoznania aplikacji lub zdefiniowanych serwisów, np. poprzez numer portu, protokół transportowy. Zamawiający wymaga dostarczenia licencji na system wykrywania i zapobiegania włamaniom w chwili dostarczenia urządzeń wchodzących w skład komponentu zabezpieczającego. Licencje muszą być zapewnione co najmniej na czas trwania wsparcia technicznego zaoferowanego przez Wykonawcę.
22. Komponent zabezpieczający musi posiadać funkcjonalność Antywirus (AV) wraz z aktualizacją sygnatur w okresie gwarancji. Moduł AV musi być uruchamiany per aplikacja (ang. application/services) oraz wybrany dekodery taki jak np. http, smtp, imap, pop3, ftp, smb itp. Baza sygnatur AV musi być przechowywana na urządzeniu, regularnie aktualizowana w sposób automatyczny nie rzadziej niż co 24 godziny i pochodzić od tego samego producenta co producent urządzenia na którym realizowana jest ta funkcja. Moduł AV musi mieć możliwość wykluczenia z filtrowania specyficznego ruchu sieciowego na podstawie zarówno adresu źródłowego IP jak i adresu docelowego IP jak i rozpoznania aplikacji lub zdefiniowanych serwisów, np. poprzez numer portu, protokół transportowy. Zamawiający wymaga dostarczenia licencji na ochronę antywirusową w chwili dostarczenia urządzenia będącego komponentem zabezpieczającym. Licencje muszą być zapewnione co najmniej na czas trwania wsparcia technicznego zaoferowanego przez Wykonawcę.
23. Komponent zabezpieczający musi zapewniać ochronę przed atakami typu Spyware. Zamawiający dopuszcza by odbywało się to poprzez silnik AV lub silnik IPS lub silnik antymalware lub dedykowany silnik antyspyware. Baza sygnatur anty-spyware musi być przechowywana na urządzeniu, regularnie aktualizowana w sposób automatyczny i pochodzić od tego samego producenta co producent systemu zabezpieczeń. Reguły/silnik anty-spyware musi mieć możliwość wykluczenia z filtrowania

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

specyficznego ruchu sieciowego na podstawie zarówno adresu źródłowego IP jak i adresu docelowego IP jak i rozpoznania aplikacji bez względu na numery portów, na których działa. Zamawiający wymaga dostarczenia licencji na silnik Antyspyware w chwili dostarczenia urządzeń wchodzących w skład komponentu zabezpieczającego. Licencje muszą być zapewnione co najmniej na czas trwania wsparcia technicznego zaoferowanego przez Wykonawcę.

24. Zarządzanie urządzeniami wchodzącymi w skład komponentu zabezpieczającego (w tym zarządzanie regułami/politykami bezpieczeństwa) musi odbywać się z linii poleceń (CLI) i graficznej konsoli Web GUI dostępnej przez przeglądarkę WWW. Dostęp do urządzenia i zarządzanie z sieci muszą być zabezpieczone kryptograficznie (poprzez szyfrowanie komunikacji). Zamawiający dopuszcza możliwość realizacji wyżej wymienionych funkcjonalności za pośrednictwem dodatkowych urządzeń (np. komponentu zarządczego) pod warunkiem, że urządzenia te zostaną dostarczone w ramach przedmiotu zamówienia i że będą funkcjonowały z zachowaniem wymogów, o których mowa w części: Specyfikacja komponentu zarządczego, w pkt 4. Komponent zabezpieczający musi pozwalać na zdefiniowanie wielu administratorów o różnych uprawnieniach w szczególności komponent musi mieć zdefiniowane w systemie co najmniej dwa konta typu:
 - a) Administrator, który ma pełen dostęp do konfiguracji, odczytu i zapisu,
 - b) Operator, który ma możliwość tylko odczytu konfiguracji.
25. Komponent zabezpieczający musi umożliwiać uwierzytelnianie administratorów za pomocą co najmniej dwóch z następujących metod:
 - a) bazy lokalnej,
 - b) serwera LDAP,
 - c) RADIUS lub TACACS+ (lub z pomocą protokołu kompatybilnego z tymi protokołami).
26. Praca na urządzeniach będących komponentem zabezpieczającym musi odbywać się na konfiguracji kandydackiej, a nie aktywnej. Zmiany w konfiguracji aktywnej odbywają się poprzez zatwierdzanie zmian (ang. commit) i są zapisywane automatycznie na urządzeniu, bez wykonywania dodatkowych czynności przez administratora/operatora. Zamawiający wymaga, aby przed zatwierdzeniem zmian na urządzeniu była możliwość przejrzania zmian, które zostały wykonane na konfiguracji kandydackiej w stosunku do wersji aktywnej. Sposób prezentacji zmian powinien dać administratorowi pełną wiedzę o wprowadzanych zmianach. Ponadto funkcja ta musi umożliwiać sprawdzenie konfiguracji kandydackiej przed jej zatwierdzeniem jako aktywnej konfiguracji urządzenia.

Funkcja musi być dostępna co najmniej w interfejsie GUI albo Zamawiający dopuszcza możliwość realizacji wspomnianej funkcjonalności za pośrednictwem dodatkowych urządzeń (np. komponentu zarządczego) pod warunkiem, że urządzenia te zostaną dostarczone w ramach przedmiotu zamówienia i że będą funkcjonowały za zachowaniem wymogów, o których mowa w części: Specyfikacja komponentu zarządczego, w pkt. 4.
27. Komponent zabezpieczający musi zapewniać automatyczne zapisanie minimum 20 poprzednich wersji konfiguracji w przestrzeni dyskowej urządzenia. Komponent zabezpieczający musi mieć

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

możliwość przywrócenia konfiguracji z określonego dnia, w którym były dokonywane zmiany, tzn. po każdym zapisie konfiguracji na urządzeniu powinna być automatycznie zapisywana konfiguracja, a podczas wyboru konfiguracji musi być widoczna data zapisania konfiguracji.

Funkcja automatycznego zapisu minimum 20 poprzednich wersji konfiguracji może być również realizowana z wykorzystaniem komponentu zarządczego w uzupełnieniu komponentu zabezpieczającego zastrzegając, że komponent zarządczy musi być zaoferowany zgodnie z punktem 4. Specyfikacji komponentu zarządczego, z jednoczesną koniecznością spełnienia wymagania 11. Wymagań dotyczących Systemu.

Zamawiający wymaga funkcjonalności odtworzenia konfiguracji urządzenia z każdej dowolnie wybranej wersji zapisanej konfiguracji.

28. Zmiany zatwierdzane w pojedynczym firewallu wirtualnym nie mogą być w jakikolwiek sposób widoczne w innych systemach wirtualnych, w szczególności niedopuszczalne jest, aby zatwierdzenie zmian w pojedynczym systemie/kontekście wpływało w jakikolwiek sposób na ciągłość komunikacji/filtrację/reguły/polityki etc. w innych systemach wirtualnych.
29. Komponent zabezpieczający musi zapewniać interfejs API (JSON, REST, XML lub inny) będący integralną częścią urządzenia, za pomocą którego możliwa jest konfiguracja i monitorowanie stanu urządzenia bez użycia konsoli zarządzania lub linii poleceń (CLI).
30. Komponent zabezpieczający musi umożliwiać eksportowanie logów do zewnętrznych serwerów SYSLOG z wyłączeniem serwerów pośredniczących.
31. Zamawiający wymaga dostarczenia funkcjonalności polegającej na deszyfracji połączeń SSL/TLS, następnie przesłania (w trybie transparentnym lub L3) rozszyfrowanego ruchu do analizy przez zewnętrzne systemy bezpieczeństwa (np. WAF/IPS/ZEEK/AV/Anty-Spyware) (service chaining) - w tym systemy wbudowane w komponent zabezpieczający (IPS/AV/Anty-Spyware) w zależności od umiejscowienia – na NGFW komponentu zabezpieczającego lub elemencie dodatkowym). Rozszyfrowany ruch zbadany przez zewnętrzne systemy bezpieczeństwa zostaje przekazany z powrotem do zaszyfrowania do urządzenia, które wykonało deszyfrowanie, w celu ponownego zaszyfrowania (funkcjonalność nazywana dalej inspekcją SSL/TLS).

Funkcjonalność ta może zostać spełniona przez Wykonawcę przy pomocy dwóch alternatywnych rozwiązań.

Rozwiązanie pierwsze bazuje na NGFW komponentu zabezpieczającego, gdzie NGFW jest urządzeniem w którym wykonywane jest deszyfrowanie SSL/TLS i ponowne zaszyfrowanie.

Drugie rozwiązanie pełniące funkcjonalność inspekcji SSL/TLS bazuje na elemencie dodatkowym (które rozszyfrowuje i ponownie zaszyfrowuje ruch) współpracującym z NGFW komponentu zabezpieczającego, przy czym rozwiązanie to musi być dostarczone z niezbędnymi licencjami i gwarancją zgodną z długością wsparcia komponentu zabezpieczającego. W tym drugim rozwiązaniu wymagane jest dostarczenie opisu współpracy proponowanej integracji z dostarczonymi funkcjami bezpieczeństwa (IPS/AV/Anty-Spyware i dodatkowo punktowane funkcje bezpieczeństwa: WAF, DNS

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

Security, WEB Security/URL filtering w zależności od umiejscowienia – na NGFW komponencie zabezpieczającego lub elemencie dodatkowym).

Bez względu na użyte rozwiązanie, wymaga się wydajności minimum 4 Gbps przepustowości dla inspekcji SSL/TLS (ang. SSL Inspection Throughput) oraz obsługę 20 wirtualnych instancji (analogicznie do NGFW).

32. Zamawiający dopuszcza, aby wymagane funkcjonalności komponencie zabezpieczającego (z wyjątkiem funkcji wykrywania aplikacji, obsługi IPS, AV i NAT) zostały zrealizowane poprzez dostarczenie urządzenia albo zespołu urządzeń wraz z odpowiednim oprogramowaniem (zwanym dalej łącznie elementem dodatkowym) pod warunkiem, że spełnione zostaną łącznie niżej określone wymagania:

- a) element dodatkowy może realizować funkcje: inspekcji SSL/TLS, WAF, DNS Security, WEB Security/URL filtering, nie jest dopuszczalne realizowanie przez element dodatkowy innych funkcji komponencie zabezpieczającego;
- b) stosowanie elementu dodatkowego jest możliwe tylko przy zapewnieniu jego wysokiej dostępności. Oznacza to, że Zamawiający dopuszcza dostarczenie takiego komponencie jako dedykowanego rozwiązania (urządzenie/urządzenia z dedykowanym dla niego oprogramowaniem serwisowane w całości przez jednego producenta), które stworzy rozwiązanie wysoko dostępne i niezawodne.
- c) element dodatkowy musi być zaoferowany z pełnym wsparciem producenta co oznacza wymóg zaoferowania wszystkich pakietów funkcjonalnych i serwisowych dostępnych dla danego rozwiązania w zakresie wymaganej funkcjonalności; zatem w przypadku rozwiązania realizującego funkcję inspekcji SSL/TLS, wsparcie musi obejmować zarówno urządzenie, jak i pakiety oprogramowania uruchamiane w ramach tego urządzenia oraz zapewniać wszystkie aktualizacje oprogramowania i posiadać wsparcie na czas wymagany w SWZ;
- d) element dodatkowy musi spełniać wymagania zdefiniowane dla całego Systemu;
- e) dla ewentualnych urządzeń w funkcji Inspekcji SSL/TLS, wymagane są co najmniej 4 interfejsy o przepustowości minimum 10Gpbs i minimum 4 wkładki jednomodowe o przepustowości 10 Gbps (transmisja na odległość min. 10km);
- f) element dodatkowy musi mieć możliwość wysyłania zdarzeń do zewnętrznych serwerów SYSLOG.

33. Funkcja Inspekcji SSL/TLS musi posiadać możliwość zdefiniowania ruchu SSL/TLS, który należy poddać lub wykluczyć z operacji deszyfrowania

34. Komponent zabezpieczający musi zapewniać realizację funkcjonalności zdalnych sesji VPN (ang. remote access VPN) dla użytkowników w zakresie opisanym poniżej:

- 1) Komponent zabezpieczający musi obsługiwać funkcjonalność zdalnych sesji VPN umożliwiającą realizację zdalnych sesji VPN przez użytkowników z wykorzystaniem każdej z poniższych metod:

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- a) z wykorzystaniem aplikacji klienckich instalowanych na stacjach roboczych (ang. desktop clients),
 - b) z wykorzystaniem aplikacji na platformy mobilne (ang. mobile clients),
 - c) z wykorzystaniem przeglądarki internetowej bez konieczności instalacji klienta (ang. clientless access).
- 2) Komponent zabezpieczający musi zapewniać realizację co najmniej 2000 jednoczesnych zdalnych sesji VPN.
- 3) Jeżeli wykorzystanie funkcjonalności zdalnych sesji VPN zgodnie z wymaganiami Zamawiającego wymaga zakupu dodatkowych licencji, to należy je przewidzieć w ofercie w ramach wynagrodzenia Wykonawcy. Licencje muszą być zapewnione co najmniej na czas trwania wsparcia technicznego zaoferowanego przez Wykonawcę. Wyjątek stanowi wykorzystanie funkcjonalności pozwalającej na realizację zdalnych połączeń VPN ze stacji roboczych z systemami Windows i macOS w oparciu o aplikacje klienckie, która to funkcjonalność nie może być ograniczona czasowo i jeżeli wymaga ona licencji to muszą być one przewidzieć w ofercie w ramach wynagrodzenia Wykonawcy jako permanentne (bez ograniczenia czasowego).
- 4) Komponent zabezpieczający musi zapewniać następujące funkcjonalności dla zdalnych sesji VPN:
- a) obsługę zdalnych sesji VPN z wykorzystaniem protokołu IPsec (ang. Internet Protocol Security) oraz protokołu SSL (ang. Secure Sockets Layer) co najmniej dla dostępu z wykorzystaniem aplikacji klienckich instalowanych na stacjach roboczych,
 - b) tunelowanie całego ruchu pochodzącego od stacji klienckiej z wykorzystaniem połączenia VPN oraz tunelowanie jedynie ruchu kierowanego do wybranych adresów IP tzw. dzielone tunelowanie VPN (ang. split-tunneling),
 - c) konfigurowanie polityk dostępu umożliwiających dostęp do określonych zasobów wskazywanych w postaci adresów IP i portów UDP/TCP,
 - d) konfigurowanie polityk połączenia określających co najmniej statyczne pule adresów IP, z których przyznawane są użytkownikom adresy podczas nawiązywania połączenia oraz możliwość wskazywania adresu serwera DNS,
 - e) wsparcie dla IPv4 oraz IPv6,
 - f) zakończenie (przerwanie) przez administratora aktywnych zdalnych sesji VPN,
 - g) uzyskanie przez administratora informacji o liczbie aktualnie zalogowanych użytkowników (aktywnych zdalnych sesji VPN).
- 5) Komponent zabezpieczający musi zapewniać realizację połączeń VPN z wykorzystaniem klientów instalowanych na stacjach roboczych (ang. desktop clients) oraz z wykorzystaniem klientów instalowanych na urządzeniach mobilnych (ang. mobile clients). Aplikacje te muszą być kompatybilne z oferowanym urządzeniem i pochodzić od tego samego producenta lub być przez niego rekomendowane.

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- 6) Aplikacje klienckie instalowane na stacjach roboczych muszą być udostępnione przez Wykonawcę lub producenta i nie mogą wymagać dodatkowych licencji instalowanych na tych stacjach. Jeżeli dostęp do strony umożliwiającej pobranie oprogramowania wymaga autoryzacji Wykonawcy, musi zapewnić do niej dostęp dla wskazanych pracowników Zamawiającego. W czasie trwania wsparcia technicznego Wykonawca musi zapewnić dostęp do aktualizacji i nowych wersji aplikacji klienckich.
- 7) Wymagane jest, aby aplikacje klienckie umożliwiały realizację połączeń VPN z urządzeń pracujących pod kontrolą co najmniej następujących systemów operacyjnych: Windows, macOS, Linux Ubuntu oraz co najmniej z następujących platform mobilnych: Android i iOS.
- 8) Podczas nawiązywania przez użytkownika zdalnego połączenia VPN musi być obsługiwana funkcjonalność automatycznej weryfikacji wersji aplikacji klienckiej z możliwością jej aktualizacji. Funkcjonalność powinna być dostępna co najmniej dla stacji roboczych pracujących pod kontrolą systemów Windows 10/11.
- 9) Oprogramowanie klienta musi posiadać możliwość weryfikacji kondycji bezpieczeństwa stacji zdalnej z systemem Windows i macOS co najmniej w zakresie sprawdzenia:
 - a) czy zainstalowano oprogramowanie anty-wirusowe i czy posiada ono aktualne sygnatury
 - b) czy włączony jest osobisty firewall.Jeżeli wykorzystanie funkcjonalności weryfikacji kondycji bezpieczeństwa wymaga zakupu dodatkowych licencji, to należy je przewidzieć w ofercie w ramach wynagrodzenia Wykonawcy. Licencje muszą być zapewnione co najmniej na czas trwania wsparcia technicznego zaoferowanego przez Wykonawcę.
- 10) Komponent zabezpieczający musi zapewniać zdalny dostęp do zasobów przez przeglądarkę internetową (po zalogowaniu się) bez konieczności instalowania klienta na stacji użytkownika (ang. clientless access). Dostęp ten musi umożliwiać co najmniej dostęp do aplikacji posiadających interfejs web (http/https). Dostęp musi być obsługiwany co najmniej z przeglądarek Firefox, Chrome, Safari, Edge. Zasoby dostępne dla użytkownika muszą być prezentowane po zalogowaniu się na stronie w postaci np. linków (zakładek). Musi być możliwość definiowania zakładek przez administratora systemu.
- 11) Komponent zabezpieczający musi umożliwiać uwierzytelnianie użytkowników z wykorzystaniem kont lokalnych oraz z wykorzystaniem co najmniej protokołu LDAP poprzez odwołanie się do zewnętrznego serwera.
- 12) Przy uwierzytelnianiu użytkowników z wykorzystaniem protokołu LDAP musi być obsługiwana możliwość przypisania dla użytkownika dostępu do określonych zasobów (polityk dostępu) w oparciu o przynależność do grup LDAP do których użytkownik jest przypisany na serwerze LDAP
- 13) Komponent zabezpieczający musi zapewniać logowanie danych dotyczących połączeń zdalnych sesji VPN w zakresie co najmniej:
 - a) nazwy lub identyfikatora użytkownika nawiązującego połączenie,

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- b) adresu IP, z którego nawiązywane jest przez użytkownika połączenie,
- c) daty i godziny nawiązania i zakończenia połączenia,
- d) informacji o zakończonych niepowodzeniem próbach nawiązania sesji przez użytkownika (np. nieprawidłowa autoryzacja),
- e) przyznanego na czas trwania sesji adresu IP (w przypadku połączenia z wykorzystaniem aplikacji klienta).

Specyfikacja komponentu zarządczego

Komponent zarządczy musi umożliwiać centralne zarządzanie urządzeniami wchodzącymi w skład komponentu zabezpieczającego (w tym zarządzanie regułami/politykami bezpieczeństwa) przy pomocy graficznej konsoli WebGUI dostępnej przez przeglądarkę WWW. Musi umożliwiać zarządzanie wszystkimi urządzeniami NGFW wchodzącymi w skład zaofertowanego komponentu zabezpieczającego.

1. Komponent zarządczy może być dostarczony w postaci dedykowanego urządzenia z oprogramowaniem lub w postaci obrazu maszyny wirtualnej (virtual appliance) działającej pod kontrolą wirtualizatora (hypervisor) VMware. W przypadku gdy komponent może być dostarczony w każdej z ww. form wymagana jest forma w postaci obrazu maszyny wirtualnej (virtual appliance).
2. Komponent zarządczy musi pochodzić od tego samego producenta, co urządzenia NGFW wchodzące w skład komponentu zabezpieczającego.
3. Komponent zarządczy musi umożliwiać zarządzanie łącznie co najmniej 10 urządzeniami NGFW.
4. Komponent zarządczy musi umożliwiać zdefiniowanie co najmniej 10 lokalnych kont administracyjnych z możliwością określenia praw dostępu.
5. Komponent zarządczy musi dawać możliwość pełnej konfiguracji urządzeń ze wszystkimi ich funkcjami składowymi.
6. Komponent zarządczy musi być w stanie zarządzać wersjami baz sygnatur na urządzeniach NGFW oraz zdalnymi uaktualnieniami baz sygnatur.

Specyfikacja komponentu zapasowego cold spare

Urządzenie typu „cold spare” powinno być bliźniacze do urządzenia Next Generation Firewall (NGFW) wchodzącego w skład komponentu zabezpieczającego (o identycznych parametrach sprzętowych). To urządzenie, znajdujące się na stanie Zamawiającego w roli „cold spare”, musi pozwalać na zastąpienie, z pełną funkcjonalnością, uszkodzonego węzła działającego klastra HA.

Wykonawca musi dostarczyć wszystkie niezbędne licencje albo zapewnić funkcjonalności dające możliwość odtworzenia pełnej funkcjonalności klastra komponentów centralnych poprzez zastąpienie niedziałającego lub nieprawidłowo działającego komponentu centralnego komponentem zapasowym

(cold spare). Licencje muszą być zapewnione co najmniej na czas trwania wsparcia technicznego zaoferowanego przez dostawcę.

7.2. Wymagania dla mobilnych stacji zarządzania

Wykonawca musi dostarczyć wliczone w cenę oferty mobilne stacje zarządzania do podsystemu zabezpieczeń w licznie **2 sztuk** zgodnie ze specyfikacją zamieszczoną w punkcie 8.

8. Wymagania dla mobilnych stacji zarządzania

Wykonawca dostarczy mobilne stacje zarządzania w ilościach opisanych w poszczególnych zadaniach (Zadania A – F). Mobilna stacja zarządzania składa się z komponentów opisanych w poniższych punktach.

8.1. Jednostka główna mobilnej stacji zarządzania

Lp.	Cecha	Wymagania
-1-	-2-	-3-
1	Wyświetlacz	14 cali, rozdzielczość 1920 x 1080, gama barw 100% sRGB, współczynnik kontrastu 1000:1, jasność min. 400 nit, o niskiej emisji światła niebieskiego, z powłoką przeciwoodblaskową
2	Procesor	zgodny z x64, posiadający co najmniej 10 fizycznych rdzeni, w dwóch klasach wydajności (co najmniej 2 rdzenie zapewniające wydajność i co najmniej 8 rdzenie energooszczędne), co najmniej 12 wątków. Zaprojektowany do pracy w mobilnych stacjach roboczych (pobór mocy w podstawowym trybie pracy nie więcej niż 15W, w trybie turbo nie więcej niż 55W), posiadający min. 12 MB cache, osiągający wydajność minimum: 13650 punktów Passmark CPU Mark w teście wydajności Pass Mark Performance Test (stan na 18.01.2023) pracujący z minimalną częstotliwością w trybie turbo dla rdzeni energooszczędnych 3,60 GHz oraz dla rdzeni zapewniających wydajność 4,80 GHz
3	Pamięć RAM	nie mniej niż 32 GB min DDR4
4	Dysk twardy	nie mniej niż 1 TB w technologii M.2 SSD PCIe x4 NVMe Class 40

5	Zintegrowane porty	<ul style="list-style-type: none"> a) min. 2 x Thunderbolt 4 w postaci złącza USB Type-C z obsługą standardu Display Port/ USB 4 / Power Delivery b) min. 1 x USB Type-A w standardzie minimum USB 3.2 Gen 1 z funkcją PowerShare c) złącze słuchawkowo-mikrofonowe – Jack 3,5 mm d) min. 1x HDMI min. 2.0 e) gniazdo na zewnętrzną kartę microSIM do obsługi modemu LTE f) gniazdo kabla zabezpieczającego / blokady klinowej g) wbudowane gniazdo czytnika kart SmartCard Reader h) wbudowany czytnik kart SmartCard Reader/NFC
6	Komunikacja	<ul style="list-style-type: none"> a) Wi-Fi 6E zgodna z co najmniej IEEE 802.11 ax/ac/a/b/g/n pracująca w pasmach 2.40 GHz/5 GHz/6 GHz b) Bluetooth 5.2 c) Wbudowany modem LTE min.CAT 16. Maksymalna obsługiwana prędkość pobierania do 1Gb/s, wysyłania do 150 Mb/s.
7	Bateria	nie mniej niż 58Wh z Express Charge
8	Waga i wymiary	<p>Waga nie więcej niż 1,3 kg</p> <p>Wymiary nie więcej niż 322 mm x 210 mm przy wysokości nie większej niż 19 mm</p>
9	Dodatkowe wymagania	<ul style="list-style-type: none"> a) klawiatura: QWERTY, podświetlana b) Touchpad c) co najmniej dwa wbudowane głośniki o mocy min. 2W oraz dwa mikrofony d) wbudowana kamera FHD o rozdzielczości min. 1920x1080 z funkcją IR z czujnikiem zbliżeniowym i ALS oraz mechaniczną osłoną kamery zintegrowaną w obudowie e) zintegrowany czytnik linii papilarnych f) zasilacz ze złączem USB-C z obsługą napięcia 100-240VAC wraz z przewodem umożliwiającym zasilanie z gniazdek używanych na terenie PL g) wbudowany układ zabezpieczający TPM (Trusted Platform Module), h) zestaw funkcji wbudowanych w płytę główną komputera i innych podzespołów (m.in. procesor, BIOS, chipset płyty głównej, LAN) zapewniających kombinację technologii zawartych w procesorze, usprawnień sprzętowych, funkcji

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

		<p>zarządzających i zabezpieczających. Zapewnia on zdalny dostęp do komputera wliczając monitoring, sterowanie nim, konserwację niezależnie od stanu systemu operacyjnego nawet wtedy, gdy komputer jest wyłączony, w szczególności w zakresie:</p> <ul style="list-style-type: none"> i. inwentaryzacji zasobów systemowych, ii. zdalnego włączenie/wyłączenie/restart komputera poprzez TCP/IP, iii. zdalnego diagnozowania - zdalna konsola tekstowa do BIOSu i konsola graficznej (KVM), iv. obsługi moduł TMP, v. zdalna konfiguracja BIOS, zdalny update BIOS vi. zdalne monitorowanie stanu komponentów komputera – m.in. CPU, pamięć, dysk itp. vii. możliwość zdalnej blokady komputera w przypadku kradzieży sprzętowego. Jedynym warunkiem jest podłączenie komputera do sieci komputerowej oraz do zasilania.
10	System operacyjny	Licencja na system Windows 11 Professional PL 64-bit lub równoważny
11	Wsparcie producenta dla następujących systemów operacyjnych	<ul style="list-style-type: none"> a) Microsoft Windows 10 Pro 64-bit b) Microsoft Windows 11 Pro 64-bit c) Ubuntu w wersji min. 20.04 LTS 64-bit
12	W ramach ceny ofertowej musi być dostarczone oprogramowanie do automatycznej diagnostyki z funkcją przewidywania usterek dysków twardych oraz baterii laptopa, i informowania o nich zanim wystąpią awarie	<p>Oprogramowanie musi posiadać co najmniej poniższe funkcjonalności:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) monitorowanie komputera i generowanie zgłoszeń o błędach / nieprawidłowym działaniu w zakresie pracy komponentów i wydajności systemów b) powiadamianie o nowych wersjach sterowników i umożliwienie użytkownikowi wykonania upgrade systemu c) powiadamianie o problemach wydajnościowych i diagnozowanie / rozwiązywanie takich problemów

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

Poniżej opisano kryteria, jakie Zamawiający będzie stosował w celu oceny równoważności rozwiązania zaproponowanego przez Wykonawcę jako równoważne do systemu operacyjnego Windows 11 Professional PL 64-bit lub równoważny.

Przez równoważność do w/w systemu operacyjnego Zamawiający rozumie konieczność:

- 3) **zapewnienia przez system równoważny pełnej funkcjonalności jaką oferuje system Windows w minimalnej wskazanej przez Zamawiającego wersji,**
- 4) **dostępność dla systemu równoważnego tych aplikacji oraz oprogramowania, które są dostępne dla wskazanego przez Zamawiającego systemu Windows lub aplikacji i oprogramowań alternatywnych, zapewniających wszystkie te same funkcjonalności.**

8.2. Dedykowana przez producenta stacja dokująca do zaoferowanej jednostki głównej mobilnej stacji zarządzania

Stacja dokująca kompatybilna z jednostką główną mobilnej stacji zarządzania podłączana poprzez Thunderbolt 4 (USB Type-C) za pomocą złącza USB Type-C. Musi być wyposażona co najmniej w następujące złącza (gniazda):

- a) 1x gniazdo USB Type-C w standardzie minimum USB 3.2 Gen 2,
- b) 3x gniazdo USB Type-A w standardzie minimum 3.2 Gen 1 w tym co najmniej 1 z funkcjonalnością PowerShare
- c) 2x gniazdo DisplayPort 1.4,
- d) 1x gniazdo HDMI min. 2.0,
- e) 1x gniazdo USB-C w standardzie minimum USB 3.2 Gen 2 z funkcją DisplayPort 1.4
- f) 1x LAN 10/100/1000 Ethernet w postaci gniazda RJ-45
- g) 2x Thunderbolt 4 w postaci gniazda USB Type-C,
- h) gniazdo do podłączenia zewnętrznego dedykowanego do stacji zasilacza

Stacja dokująca musi być wyposażona w 1 Thunderbolt 4 w postaci wtyczki USB Type-C, do podłączenia komputera, na kablu o długości min. 0,8 m.

Stacja musi zapewnić poprawną pracę z 3 monitorami w rozdzielczości 4K.

Ze stacją musi zostać dostarczony dedykowany do niej zasilacz, zapewniający zasilanie podłączonego do stacji dokującej komputera o mocy min. 90 W (130 W w przypadku podłączenia komputera, którego producentem jest producent stacji dokującej) z obsługą napięcia 100-240VAC wraz z przewodem umożliwiającym zasilanie z gniazdek używanych na terenie Polski. Wymagane jest, aby dostarczane poprzez stację zasilanie było wystarczające do poprawnej pracy stacji zarządzania Typu 1-2 bez potrzeby podłączania ich do dodatkowego zasilania.

Dodatkowa wymagana poprawna obsługa: PXE Boot, Wake-On-LAN, Wake-On-Dock.

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

Stacja dokująca musi poprawnie współpracować z następującymi systemami operacyjnymi: Windows 10 i 11, Ubuntu min. 20.04, macOS (w przypadku systemu macOS nie jest wymagana obsługa funkcjonalności PXE Boot, Wake-On-LAN, Wake-On-Dock oraz praca z 3 monitorami w rozdzielczości 4K).

8.3. Dedykowany przez producenta monitor do zaoferowanej jednostki głównej mobilnej stacji zarządzania - 2 szt.

Zestaw **dwóch sztuk** monitorów dla każdej jednostki głównej mobilnej stacji zarządzania. Kompatybilny ze jednostką główną mobilnej stacji zarządzania monitor LCD 27" 4K ze złączem USB Type-C o następującej parametrach technicznych:

- a) przekątna „27” – widoczna matryca min. 26,96" w formacie 16:9,
- b) rozdzielczość 3840 x 2160 (WQHD),
- c) matowa matryca IPS,
- d) kontrast min. 2000:1,
- e) jasność min. 400 cd/m²
- f) czas reakcji monitora – nie dłuższy niż 5 ms,
- g) obsługa kolorów – min. 1 miliard,
- h) paleta kolorów – 100% Rec 709, 100% sRGB, 98% DCI-P3,
- i) kąty widzenia: 178° w pionie i poziomie,
- j) złącza (gniazda): min. 1x HDMI , min. 1x DisplayPort min. 1.4, 1x wyjście DisplayPort (dla monitora z obsługą MST (Multi-Stream Transport), min. 1x USB Type-C do podłączenia z komputerem(z funkcją ładowania laptopa z mocą min. 90W oraz DisplayPort z obsługą min. 3840 x 2160), RJ45 (Ethernet), min 4x USB Type-A w USB w standardzie min. 3.2 Gen 2; min. 1x USB Type-C w USB w standardzie min. 3.2 Gen 2,
- k) funkcje: funkcja obrotowego ekranu (PIVOT -90 ° /+90°), regulacja wysokości (min. 150mm), regulacja kąta pochylecia (w zakresie min. -5 ° /+20°), obrót na podstawie (min. -30 ° /+30°),
- l) dołączone przewody (min): 1 x kabel z wtyczkami DisplayPort-DisplayPort, 1 x kabel z wtyczkami USB Type-C – USB Type-C, 1 x kabel z wtyczkami USB Type-C – USB Type-A,
- m) zasilanie – napięcie 100-240VAC,
- n) razem z monitorem musi zostać dostarczony przewód umożliwiającym zasilanie z gniazdek używanych na terenie PL,
- o) Waga z podstawką: nie więcej niż 6,65 kg.

8.4. Zestaw mysz i klawiatura

- 1) Kompatybilny z jednostką główną stacji zarządzania zestaw klawiatury i myszy.
- 2) Musi posiadać następującą funkcjonalność:

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- a) zasilanie za pomocą baterii 2x AAA (klawiatura) oraz 1xAA (mysz) – poprawność pracy na jednym komplecie baterii nie krócej niż 36 miesięcy,
 - b) możliwość jednoczesnego bezprzewodowego podłączenie do trzech różnych komputerów – jednego za pomocą odbiornika USB, pozostałych dwóch za pomocą Bluetooth. Przełączania pomiędzy poszczególnymi komputerami musi być realizowane przy użyciu klawisza lub przycisku na klawiaturze lub myszy. Aktualne podłączone urządzenie musi być sygnalizowane za pomocą dedykowanej diody zarówno na klawiaturze jak i na myszy,
 - c) układ klawiatury QWERTY US międzynarodowy z oddzielnym blokiem numerycznym oraz klawiszami strzałek i klawiszami funkcyjnymi,
 - d) mysz z optyczną technologią wykrywania ruchu obsługującą rozdzielczość min. 1000 dpi,
 - e) mysz musi posiadać co najmniej 7 przycisków,
 - f) poprawna współpraca z systemami: Microsoft Windows 11 (lub równoważnym), Android, Apple macOS.
- 3) Do zestawu muszą zostać dołączone baterie w liczbie i modelu umożliwiającym poprawną pracę zestawu.

9. Posiadana infrastruktura Zamawiającego do realizacji Zadań A1 do A38, Zadania C i Zadania D

W niniejszym punkcie Zamawiający przedstawia parametry posiadanej infrastruktury technicznej (podzielonej na lokalizacje) oraz infrastruktury światłowodowej (podzielonej na linie) przeznaczonej do realizacji Zadań od A1 do A38, Zadania C i Zadania D.

Nazwy miejscowości lokalizacji węzłów podanych w tabelach 9.1.2 oraz od 9.2.1. do 9.2.13 i 5.1 zostaną podane Wykonawcy na etapie podpisywania umowy.

9.1. Posiadana infrastruktura techniczna Zamawiającego

W tabeli 9.1.1. zostały wymienione węzły sieci światłowodowej Zamawiającego przeznaczone na lokalizację węzłów szkieletowych podsystemu transmisyjnego NG-OTN, zaś w tabeli 9.1.2. zostały wymienione węzły na liniach światłowodowych.

W tabelach tych zostały przedstawione informacje dotyczące głębokości szaf teletechnicznych oraz dostępnej przestrzeni w nich przeznaczonej do realizacji Zadań od A1 do A38 oraz Zadania C i Zadania D. W kolumnach jest informacja o konieczności uwzględnienia występowania urządzeń z poszczególnych zadań w węzłach.

W tabelach jest informacja o maksymalnej sumarycznie mocy (pobór energii elektrycznej) dla urządzeń z Zadań od A1 do A38 oraz Zadania C z podziałem na poszczególne podsystemy.

Tabela 9.1.1. Węzły sieci światłowodowej Zamawiającego przeznaczone na lokalizacje węzłów szkieletowych podsystemu transmisyjnego NG-OTN

Lp.	Lokalizacja	Maksymalna przestrzeń dla instalacji urządzeń (liczona jako wysokość w szafie w jednostkach RU - rack.unit)	Głębokość szafy [cm]	Możliwość jednoczesnego zainstalowania urządzeń z przodu i tyłu szafy	Max moc instalowanych urządzeń w ramach Zadań A1 do A38 i C	Instalacja podsystemu transmisyjnego NG-OTN Zadania A1 do A38	Instalacja podsystemu zarządzania elementami sieci poza pasmem (OoB) - Zadanie C1	Instalacja elementów podtrzymania zasilania – Zadanie D1	Długość trasowa w metrach od ODF liniowego do urządzenia Zadań A1 do A38 (dla każdego kierunku osobno) – typ złącza na ODF
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-	-10-
1	Białystok	20 RU	80	tak	2000 W	tak	tak	tak	8 m – SC/APC
2	Bydgoszcz	20 RU	80	nie	2000 W	tak	tak	tak	8 m – SC/APC
3	Częstochowa	20 RU	80	nie	2000 W	tak	tak	tak	8 m – SC/APC
4	Gdańsk	40 RU	100	nie	6000 W	tak	tak	tak	6 m – SC/APC
5	Katowice	20 RU	80	tak	3000 W	tak	tak	nie	8 m – SC/APC
6	Kielce	20 RU		nie	2000 W	tak	tak	tak	6 m – SC/APC
7	Koszalin	20 RU	80	nie	2000 W	tak	tak	tak	8 m – SC/APC
8	Kraków	40 RU	80	tak	6000 W	tak	tak	nie	40 m – SC/APC
9	Lublin	20 RU	60	nie	2000 W	tak	tak	tak	6 m – SC/APC
10	Łódź	20 RU		tak	3000 W	tak	tak	tak	5 m – SC/APC
11	Olsztyn	20 RU	80	nie	2000 W	tak	tak	tak	10 m – SC/APC
12	Opole	20 RU		nie	2000 W	tak	tak	tak	6 m – SC/APC
13	Poznań 1	30 RU	100	tak	6000 W	tak	tak	tak	10 m – SC/APC W kalkulacji budżetu należy doliczyć łącznik 90 i 50

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

									metrów plus krosowanie, na każdy kierunek.
14	Poznań 2	30 RU	100	nie	6000 W	tak	tak	nie	10 m – LC/PC W kalkulacji budżetu należy doliczyć łącznik 40 metrów plus krosowanie, na każdy kierunek.
15	Puławy	20 RU	80	nie	2000 W	tak	tak	tak	15 m – SC/APC
16	Radom	20 RU		nie	2000 W	tak	tak	tak	8 m – SC/APC
17	Rzeszów	20 RU	80	nie	2000 W	tak	tak	tak	8 m – SC/APC
18	Szczecin	20 RU	80	nie	2000 W	tak	tak	tak	6 m – SC/APC
19	Toruń	15 RU	80	nie	2000 W	tak	tak	nie	12 m – SC/APC
20	Warszawa	30 RU	80	nie	6000 W	tak	tak	tak	8 m – SC/APC W kalkulacji budżetu należy doliczyć łącznik 70 metrów plus krosowanie
21	Wrocław	20 RU	80	tak	6000 W	tak	tak	tak	12 m – SC/APC
22	Zielona Góra	20 RU	80	nie	2000 W	tak	tak	tak	12 m – SC/APC
23	Gorzów Wlkp.	20 RU	80	nie	2000 W	tak	tak	tak	5 m – SC/APC
24	Płock	40 RU	60	nie	2000 W	tak	tak	nie	3 m – LC/PC
25	Suwałki	20 RU	80	tak	2000 W	tak	tak	tak	5 m – SC/APC
26	Elbląg	20 RU	80	tak	2000 W	tak	tak	tak	5 m – SC/APC
27	Ogrodniki	15 RU	80	nie	1500 W	tak	tak	tak	6 m – SC/APC
28	Kuźnica	15 RU	80	nie	1500 W	tak	tak	tak	3 m – SC/APC
29	Sochaczew	2 x 15 RU	80	nie	1500 W	tak	tak	tak	8 m – SC/APC
30	Zamość	20 RU	80	nie	2000 W	tak	tak	nie	6 m – SC/APC
31	Słubice	20 RU	80	nie	1500 W	tak	tak	tak	6 m – SC/APC
32	Bielsk-Biała	20 RU	100	tak	3000 W	tak	tak	tak	6 m – SC/APC
33	Hrebenne	15 RU	80	nie	1500 W	tak	tak	tak	3 m – SC/APC
34	Cieszyn	15 RU	80	nie	1500 W	tak	tak	tak	6 m – SC/APC
35	Zwardoń	15 RU	80	nie	1500 W	tak	tak	nie	3 m – SC/APC

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

36	Leszno	15 RU	80	nie	1500 W	tak	tak	nie	3 m – SC/APC
37	Mikołajki	15 RU	80	nie	1500 W	tak	tak	tak	3 m – SC/APC

Tabela 9.1.2. Węzły sieci światłowodowej Zamawiającego na liniach światłowodowych

Lp.	Lokalizacja	Maksymalna przestrzeń dla instalacji urządzeń (liczona jako wysokość w szafie w jednostkach RU - rack unit)	Głębokość szafy [cm]	Możliwość jednoczesnego zainstalowania urządzeń z przodu i tyłu szafy	Max moc instalowanych urządzeń w ramach Zadań A1 do A38 i C	Instalacja podsystemu transmisyjnego NG-OTN Zadania A1 do A38	Instalacja podsystemu zarządzania elementami sieci poza pasmem (OoB) - Zadanie C1	Instalacja elementów podtrzymania zasilania – Zadanie D1	Długość trasowa w metrach od ODF liniowego do urządzenia Zadań A1 do A38 (dla każdego kierunku osobno) – typ złącza na ODF
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-	-10-
Linia światłowodowa Poznań I – Szczecin – Koszalin – Gdańsk z odejściem do granicy									
1	L1-01	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
2	L1-02	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
3	L1-03	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
4	L1-05	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
5	L1-06	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
6	L1-07	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
7	L1-08	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
8	L1-09	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
9	L1-10	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
10	L1-11	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
Linia światłowodowa Gdańsk – Olsztyn – Suwałki – Białystok – Warszawa z odejściami do granic									
11	L2-01	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	nie	12 m – SC/APC
12	L2-02	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
13	L2-03	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
14	L2-04	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

15	L2-05	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
16	L2-06	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
17	L2-07 / L2-11	12 RU	80	nie	750 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
18	L2-08 / L2-12	12 RU	80	nie	750 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
19	L2-09	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
Linia światłowodowa Poznań 1 – Poznań 2 – Warszawa									
20	L3-02	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
21	L3-03	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
22	L3-04	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
23	L3-05	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
Linia światłowodowa Gdańsk – Toruń – Bydgoszcz – Poznań 2									
24	L4-02	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	nie	12 m – SC/APC
25	L4-03	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	nie	12 m – SC/APC
26	L4-04	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	nie	12 m – SC/APC
27	L4-05	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	nie	12 m – SC/APC
28	L4-06	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	nie	12 m – SC/APC
29	L4-07	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	nie	12 m – SC/APC
30	L4-08	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	nie	12 m – SC/APC
31	L4-09	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	nie	12 m – SC/APC
Linia światłowodowa Poznań 1 – Zielona Góra – Wrocław									
32	L5-01	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	nie	15 m – SC/APC
33	L5-02	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	nie	15 m – SC/APC
34	L5-03	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	nie	15 m – SC/APC
35	L5-05	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	nie	15 m – SC/APC
36	L5-06	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	nie	15 m – SC/APC
37	L5-07	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	nie	15 m – SC/APC
38	L5-08	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	nie	15 m – SC/APC
Linia światłowodowa Wrocław – Opole – Katowice – Kraków – Bielsko-Biała									
39	L6-01	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	nie	15 m – SC/APC
40	L6-02	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	nie	15 m – SC/APC
41	L6-04	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	nie	15 m – SC/APC
Linia światłowodowa Kraków – Kielce – Radom – Warszawa									
42	L7-01	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	nie	15 m – SC/APC
43	L7-02	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	nie	15 m – SC/APC
44	L7-03	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	nie	15 m – SC/APC
45	L7-04	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	nie	15 m – SC/APC
Linia światłowodowa Kraków – Rzeszów – Lubin – Puławy – Radom									
46	L8-01	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC

47	L8-02	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
48	L8-03	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
49	L8-04	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
50	L8-05	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
51	L8-06	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
Linia światłowodowa Katowice – Częstochowa – Łódź – Sochaczew									
52	L9-01	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
53	L9-04	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
54	L9-05	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
55	L9-06	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
56	L9-09	8 RU	80	nie	500 W	możliwa	tak	tak	12 m – SC/APC
Linia światłowodowa Poznań – Łódź									
57	L10-01	30 RU	60	nie	500 W	możliwa	tak	nie	brak danych na obecnym etapie*
58	L10-02	30 RU	60	nie	500 W	możliwa	tak	nie	brak danych na obecnym etapie*
59	L10-03	30 RU	60	nie	500 W	możliwa	tak	nie	brak danych na obecnym etapie*
Linia światłowodowa Toruń – Warszawa									
60	L11-01	30 RU	60	nie	500 W	możliwa	tak	nie	brak danych na obecnym etapie*
61	L11-02	30 RU	60	nie	500 W	możliwa	tak	nie	brak danych na obecnym etapie *

* Obecnie do szaf doprowadzone są patchcordsy z przełącznic (ODF) zakończone złączami LC/PC.

9.2. Posiadana infrastruktura światłowodowa Zamawiającego

Rysunek 9.2.1. przedstawia topologię posiadanej infrastruktury światłowodowej, która będzie wykorzystana do budowy podsystemu transmisyjnego NG-OTN w ramach Zadań od nr A1 do A38. W tabelach od 9.2.1 do 9.2.13 zostały przedstawione parametry linii światłowodowych, zaś w punkcie 9.1.1. i 9.1.2. zostały podane dane dotyczące połączeń światłowodowych w poszczególnych węzłach.



Rysunek 9.2.1. Przebieg linii światłowodowych przeznaczonych do realizacji podsystemu transmisyjnego NG-OTN.

Tabela 9.2.1 Linia światłowodowa Poznań 1 – Szczecin – Koszalin – Gdańsk z odejściem do granicy

Lokalizacja A	Lokalizacja B	Długość optyczna [km]	Typ włókna	Producent włókna	Tłumienie dla 1550 nm [dB]	Dyspersja chromatyczna a 1550 nm [ps/nm]	Typ węzła w systemie transmisji optycznej w lokalizacji A	Możliwość instalacji urządzenia w lokalizacji A
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-
Gdańsk	L1-01	64,9	G.652	DRAKA/ Alcatel	13,5	1084	MD-ROADM	Tak
L1-01	L1-02	52,3	G.652	DRAKA/ Alcatel	10,9	878	możliwy ILA	Tak
L1-02	L1-03	64,5	G.652	DRAKA/ Alcatel	13,1	1080	możliwy ILA	Tak
L1-03	L1-04	50,2	G.652	DRAKA/ Alcatel	9,9	850	możliwy ILA	Tak
L1-04	Koszalin	47,9	G.652	DRAKA/ Alcatel	9,7	810	---	Nie
Koszalin	L1-05	50,9	G.652	DRAKA/ Alcatel	10,3	852	MD-ROADM	Tak
L1-05	L1-06	60,3	G.652	DRAKA/ Alcatel	11,9	1012	możliwy ILA	Tak
L1-06	L1-07	52,9	G.652	DRAKA/ Alcatel	10,4	876	możliwy ILA	Tak
L1-07	Szczecin	48,1	G.652	DRAKA/ Alcatel	9,8	810	możliwy ILA	Tak
Szczecin	L1-08	59,1	G.652	DRAKA/ Alcatel	10,5	875	MD-ROADM	Tak
L1-08	Gorzów Wlkp.	63,7	G.652	DRAKA/ Alcatel	12,8	1067	możliwy ILA	Tak
Gorzów Wlkp.	L1-09	59,8	G.652	DRAKA/ Alcatel	12,3	1018	możliwy ILA	Tak
L1-09	L1-10	60,4	G.652	DRAKA/ Alcatel	12,2	1023	możliwy ILA	Tak
L1-10	Poznań 1	48,6	G.652	DRAKA/ Alcatel	9,9	820	możliwy ILA	Tak

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

Poznań 1	---	---	---	---	---	---	MD-ROADM	Tak
Gorzów Wilkp.	L1-11	52,2	G.652	DRAKA/ Alcatel	10,5	890	MD-ROADM	Tak
L1-11	Stubice	45,6	G.652	DRAKA/ Alcatel	9,9	760	możliwy ILA	Tak
Stubice	---	---	---	---	---	---	MD-ROADM	Tak

Tabela 9.2.2. Linia światłowodowa Gdańsk – Olsztyn – Suwałki – Białystok – Warszawa z odejściami do granic

Lokalizacja A	Lokalizacja B	Długość optyczna [km]	Typ włókna	Producent włókna	Tłumienie dla 1550 nm [dB]	Dyspersja chromatyczna 1550 nm [ps/nm]	Typ węzła w systemie transmisji optycznej w lokalizacji A	Możliwość instalacji urządzenia w lokalizacji A
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-
Warszawa	L2-01	106,1	G.652	DRAKA/ Alcatel	28,1*	brak danych	MD-ROADM	Tak
L2-01	Białystok	105,8	G.652	brak danych	25,2**	brak danych	możliwy ILA	Tak
Białystok	L2-02	54,2	G.652	DRAKA/ Alcatel	11,4	933	MD-ROADM	Tak
L2-02	L2-03	71,4	G.652	DRAKA/ Alcatel	14,1	1221	możliwy ILA	Tak
L2-03	Suwałki	39,6	G.652	DRAKA/ Alcatel	7,6	679	możliwy ILA	Tak
Suwałki	L2-04	44,2	G.652	DRAKA/ Alcatel	9,4	738	MD-ROADM	Tak
L2-04	L2-05	37,4	G.652	DRAKA/ Alcatel	8,1	630	możliwy ILA	Tak
L2-05	L2-06	54,9	G.652	DRAKA/ Alcatel	11,3	904	możliwy ILA	Tak
L2-06	L2-07	56,3	G.652	DRAKA/ Alcatel	11,3	924	możliwy ILA	Tak
L2-07	L2-08	48,9	G.652	DRAKA/ Alcatel	10,1	811	możliwy ILA	Tak
L2-08	Olsztyn	54,1	G.652	DRAKA/ Alcatel	11,7	887	możliwy ILA	Tak
Olsztyn	L2-09	64,4	G.652	DRAKA/ Alcatel	13,5	1070	MD-ROADM	Tak
L2-09	Elbląg	54,1	G.652	DRAKA/ Alcatel	10,8	925	możliwy ILA	Tak
Elbląg	L2-10	34,5	G.652	DRAKA/ Alcatel	7,5	585	możliwy ILA	Tak
L2-10	Gdańsk	58,8	G.652	DRAKA/ Alcatel	11,9	975	---	Nie
Gdańsk	---	---	---	---	---	---	MD-ROADM	Tak
Białystok	Kuźnica	89,7	G.652	DRAKA/ Alcatel	19,3*	1545	MD-ROADM	Tak
Kuźnica	---	---	---	---	---	---	MD-ROADM	Tak
Suwałki	Ogrodniki	56,0	G.652	Alcatel	11,6	957	MD-ROADM	Tak
Ogrodniki	---	---	---	---	---	---	MD-ROADM	Tak

* W odległości 2,0 km od węzła Warszawa są dwa krosy, należy uwzględnić ich tłumienie.

** W odległości 5,5 km od węzła Warszawa jest jeden kros, należy uwzględnić jego tłumienie.

Tabela 9.2.3. Linia światłowodowa Olsztyn – Mikołajki

Lokalizacja A	Lokalizacja B	Długość optyczna [km]	Typ włókna	Producent włókna	Tłumienie dla 1550 nm [dB]	Dyspersja chromatyczna 1550 nm [ps/nm]	Typ węzła w systemie transmisji optycznej w lokalizacji A	Możliwość instalacji urządzenia w lokalizacji A
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-
Olsztyn	L2-11	54,1	G.652	DRAKA/ Alcatel	11,7	887	MD-ROADM	Tak
L2-11*	L2-012	48,9	G.652	DRAKA/ Alcatel	10,1	811	możliwy ILA	Tak
L2-12*	Mikołajki	61,5	G.652	brak danych	12,8	b/d	możliwy ILA	Tak

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

Mikołajki	---	---	---	---	---	---	MD-ROADM	Tak
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----------	-----

* Węzeł L2-11 jest tym samym węzłem sieci światłowodowej co węzeł L2-07, tak samo węzeł L2-12 i węzeł L2-08. Transmisja pomiędzy węzłami Olsztyn a Mikołajki będzie realizowana na innej parze włókien niż transmisja pomiędzy węzłami Olsztyn a Suwałki.

Tabela 9.2.4. Linia światłowodowa Poznań 1 – Poznań 2 – Warszawa

Lokalizacja A	Lokalizacja B	Długość optyczna [km]	Typ włókna	Producent włókna	Tłumienie dla 1550 nm [dB]	Dyspersja chromatyczna na 1550 nm [ps/nm]	Typ węzła w systemie transmisji optycznej w lokalizacji A	Możliwość instalacji urządzenia w lokalizacji A
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-
Poznań 1	Poznań 2	5,5 i 8,0 km	G.652	---	2,5 i 3,5 *	b/d	MD-ROADM	Tak
Poznań 2	L3-01	67,8	G.652	DRAKA/ Alcatel	14,1	1138	MD-ROADM	Tak
L3-01	L3-02	21,9	G.652	DRAKA/ Alcatel	4,9	372	---	Nie
L3-02	L3-03	56,7	G.652	DRAKA/ Alcatel	11,8	956	możliwy ILA	Tak
L3-03	L3-04	52,6	G.652	DRAKA/ Alcatel	11,4	885	możliwy ILA	Tak
L3-04	L3-05	59,2	G.652	DRAKA/ Alcatel	11,6	988	możliwy ILA	Tak
L3-05	Sochaczew	64,6	G.652	DRAKA/ Alcatel	12,9	1083	możliwy ILA	Tak
Sochaczew	Warszawa	62,4	G.652	DRAKA/ Alcatel	12,2**	1045	MD-ROADM	Tak
Warszawa	---	---	---	---	---	---	MD-ROADM	Tak

* Pomiędzy węzłami Poznań I i Poznań II należy zrealizować niezależną transmisję dwoma drogami

** W odległości 2,0 km od węzła Warszawa są dwa krosy, należy uwzględnić ich tłumienie

Tabela 9.2.5. Linia światłowodowa Gdańsk – Toruń – Bydgoszcz – Poznań II

Lokalizacja A	Lokalizacja B	Długość optyczna [km]	Typ włókna	Producent włókna	Tłumienie dla 1550 nm [dB]	Dyspersja chromatyczna na 1550 nm [ps/nm]	Typ węzła w systemie transmisji optycznej w lokalizacji A	Możliwość instalacji urządzenia w lokalizacji A
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-
Gdańsk	L4-01	71,2	G.652	Corning	15,5*	1186	MD-ROADM	Tak
L4-01	L4-02	27,4	G.652	Corning	6,3	454	---	Nie
L4-02	L4-03	57,5	G.652	Corning	12,8	959	możliwy ILA	Tak
L4-03	L4-04	48,1	G.652	Corning	11,5	771	możliwy ILA	Tak
L4-04	Toruń	83,9	G.652	Corning	18,5	1405	możliwy ILA	Tak
Toruń	Bydgoszcz	63,4	G.652	Corning	14	1045	MD-ROADM	Tak
Bydgoszcz	L4-05	33,8	G.652	Corning	7,6	590	MD-ROADM	Tak
L4-05	L4-06	27,8	G.652	Corning	6,6	461	możliwy ILA	Tak
L4-06	L4-07	46,2	G.652	Corning	10,2	766	możliwy ILA	Tak
L4-07	L4-08	32,2	G.652	Corning	8,3	533	możliwy ILA	Tak
L4-08	L4-09	53,4	G.652	Corning	12,9	886	możliwy ILA	Tak
L4-09	Poznań 2	51,5	G.652	Corning	12,8**	861	możliwy ILA	Tak
Poznań 2	---	---	---	---	---	---	MD-ROADM	Tak

* W odległości 5,1 km od węzła Gdańsk jest jeden kros, należy uwzględnić jego tłumienie

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

** W odległości 8 km od węzła Poznań II jest jeden kros, należy uwzględnić jego tłumienie

Tabela 9.2.6. Linia światłowodowa Poznań I – Zielona Góra – Wrocław

Lokalizacja A	Lokalizacja B	Długość optyczna [km]	Typ włókna	Producent włókna	Tłumienie dla 1550 nm [dB]	Dyspersja chromatyczna 1550 nm [ps/nm]	Typ węzła w systemie transmisji optycznej w lokalizacji A	Możliwość instalacji urządzenia w lokalizacji A
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-
Poznań 1	L5-01	65,2	G.652	Corning	17,0*	1235	MD-ROADM	Tak
L5-01	L5-02	25,8	G.652	Corning	5,5	428	możliwy ILA	Tak
L5-02	L5-03	44,4	G.652	Corning	10,0	735	możliwy ILA	Tak
L5-03	Zielona Góra	25,1	G.652	Corning	5,3	398	możliwy ILA	Tak
Zielona Góra	L5-04	32,6	G.652	Corning	6,5	485	MD-ROADM	Tak
L5-04	L5-05	39,6	G.652	Corning	8,8	655	---	Nie
L5-05	L5-06	41,3	G.652	Corning	9,2	680	możliwy ILA	Tak
L5-06	L5-07	28,9	G.652	Corning	6,5	476	możliwy ILA	Tak
L5-07	L5-08	38,2	G.652	Corning	8,5	630	możliwy ILA	Tak
L5-08	Wrocław	50,0	G.652	Corning	11,9**	826	możliwy ILA	Tak
Wrocław	---	---	---	---	---	---	MD-ROADM	Tak

* W odległości 8,5 km od węzła Poznań I jest jeden kros, należy uwzględnić jego tłumienie

** W odległości 2,7 km od węzła Wrocław jest jeden kros, należy uwzględnić jego tłumienie

Tabela 9.2.7. Linia światłowodowa Wrocław – Opole – Katowice – Kraków – Bielsko-Biała

Lokalizacja A	Lokalizacja B	Długość optyczna [km]	Typ włókna	Producent włókna	Tłumienie dla 1550 nm [dB]	Dyspersja chromatyczna 1550 nm [ps/nm]	Typ węzła w systemie transmisji optycznej w lokalizacji A	Możliwość instalacji urządzenia w lokalizacji A
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-
Wrocław	L6-01	57,4	G.652	Corning	12,5	905	MD-ROADM	Tak
L6-01	Opole	53,4	G.652	Corning	12,3	917	możliwy ILA	Tak
Opole	L6-02	57,6	G.652	Corning	12,7	951	MD-ROADM	Tak
L6-02	L6-03	51,7	G.652	Corning	11,4	854	możliwy ILA	Tak
L6-03	Katowice	39,8	G.652	Corning	9,1	654	---	Nie
Katowice	Kraków	89,4	G.652	Corning	18,9	brak danych	MD-ROADM	Tak
Kraków	L6-04	75,1	G.652	Corning	15,7	1165	MD-ROADM	Tak
L6-04	Bielsko-Biała	45,5	G.652	Corning	9,6	770	możliwy ILA	Tak
Bielsko-Biała	Katowice	67,7	G.652	Corning	14,9*	1126	MD-ROADM	Tak
Cieszyn	Bielsko-Biała	42,7	G.652	Corning	8,7	721	MD-ROADM	Tak
Zwardoń	Bielsko-Biała	73,7	G.652	Corning	15,8	1253	MD-ROADM	Tak

* W odległości 3,6 km od węzła Katowice jest jeden kros, należy uwzględnić jego tłumienie

Tabela 9.2.8. Linia światłowodowa Kraków – Kielce – Radom – Warszawa

Lokalizacja A	Lokalizacja B	Długość optyczna [km]	Typ włókna	Producent włókna	Tłumienie dla 1550 nm [dB]	Dyspersja chromatyczna a 1550 nm [ps/nm]	Typ węzła w systemie transmisji optycznej w lokalizacji A	Możliwość instalacji urządzenia w lokalizacji A
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-
Kraków	L7-01	65,1	G.652	Corning	13,5	1086	MD-ROADM	Tak
L7-01	L7-02	48,6	G.652	Corning	10,2	810	możliwy ILA	Tak
L7-02	Kielce	48,2	G.652	Corning	11,3*	815	możliwy ILA	Tak
Kielce	L7-03	42,5	G.652	Corning	8,8*	700	MD-ROADM	Tak
L7-03	Radom	50,3	G.652	Corning	12,5	828	możliwy ILA	Tak
Radom	L7-04	72,6	G.652	Corning	15,8	1175	MD-ROADM	Tak
L7-04	L7-05	33,25	G.652	Corning	6,7	542	możliwy ILA	Tak
L7-05	Warszawa	24,74	G.652	Corning	5,9	410	---	Nie
Warszawa	---	---	---	---	---	---	MD-ROADM	Tak

* W odległości 3,6 km od węzła Kielce jest jeden kros, należy uwzględnić jego tłumienie

Tabela 9.2.9. Linia światłowodowa Kraków – Rzeszów – Lubin – Puławy – Radom

Lokalizacja A	Lokalizacja B	Długość optyczna [km]	Typ włókna	Producent włókna	Tłumienie dla 1550 nm [dB]	Dyspersja chromatyczna a 1550 nm [ps/nm]	Typ węzła w systemie transmisji optycznej w lokalizacji A	Możliwość instalacji urządzenia w lokalizacji A
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-
Kraków	L8-01	65,6	G.652	DRAKA/ Alcatel	13,1	1094	MD-ROADM	Tak
L8-01	L8-02	58,1	G.652	DRAKA/ Alcatel	11,9	969	możliwy ILA	Tak
L8-02	L8-03	71,2	G.652	DRAKA/ Alcatel	14,5	1220	możliwy ILA	Tak
L8-03	Rzeszów	48,2	G.652	DRAKA/ Alcatel	9,9	817	możliwy ILA	Tak
Rzeszów	L8-04	77,3	G.652	DRAKA/ Alcatel	15,6	1310	MD-ROADM	Tak
L8-04	L8-05	51,3/50,2	G.652	DRAKA/ Alcatel	10,3*	886	możliwy ILA	Tak
L8-05	Zamość	61,9/64,1	G.652	DRAKA/ Alcatel	12,3*	1054	możliwy ILA	Tak
Zamość	L8-06	75,7/75,3	G.652	DRAKA/ Alcatel	15,8*	1267	MD-ROADM	Tak
L8-06	Lublin	51,7	G.652	DRAKA/ Alcatel	11,2	871	możliwy ILA	Tak
Lublin	Puławy	57,8	G.652	Corning	12,5	983	MD-ROADM	Tak
Puławy	Radom	96,8	G.652	Corning	19,4	brak danych	MD-ROADM	Tak
Radom	---	---	---	---	---	---	MD-ROADM	Tak
Zamość	Hrebenne	80,9/81,8	G.652	DRAKA/ Alcatel	15,9*/**	1370	MD-ROADM	Tak
Hrebenne	---	---	---	---	---	---	MD-ROADM	Tak

* W 2023 roku zaplanowane są przebudowy infrastruktury światłowodowej. Podane tłumienia dotyczą stanu obecnego, podane długości dotyczą stanu obecnego (wartość pierwsza) oraz planowanej wartości (wartość druga), należy uwzględnić ten fakt przy obliczaniu tłumienia linii.

** W odległości ponad 20 km od węzła Hrebenne jest jeden kros, należy uwzględnić jego tłumienie.

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

Tabela 9.2.10. Linia światłowodowa Katowice – Częstochowa – Łódź – Sochaczew

Lokalizacja A	Lokalizacja B	Długość optyczna [km]	Typ włókna	Producent włókna	Tłumienie dla 1550 nm [dB]	Dyspersja chromatyczna a 1550 nm [ps/nm]	Typ węzła w systemie transmisji optycznej w lokalizacji A	Możliwość instalacji urządzenia w lokalizacji A
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-
Katowice	L9-01	61,8	G.652	Corning	12,3	brak danych	MD-ROADM	Tak
L9-01	L9-02	44,5	G.652	DRAKA/ Alcatel	9,7	776	możliwy ILA	Tak
L9-02	Częstochowa	12,9	G.652	DRAKA/ Alcatel	3,0	brak danych	---	Nie
Częstochowa	L9-03	20,3	G.652	DRAKA/ Alcatel	7,5	brak danych	MD-ROADM	Tak
L9-03	L9-04	48,4	G.652	DRAKA/ Alcatel	10,5	842	---	Nie
L9-04	L9-05	62,5	G.652	DRAKA/ Alcatel	14,1	brak danych	możliwy ILA	Tak
L9-05	L9-06	41,3	G.652	DRAKA/ Alcatel	10,8	brak danych	możliwy ILA	Tak
L9-06	L9-07	47,1	G.652	DRAKA/ Alcatel	10,9	808	możliwy ILA	Tak
L9-07	Łódź	10,4	G.652	DRAKA/ Alcatel	2,9	brak danych	---	Nie
Łódź	L9-08	10,5	G.652	DRAKA/ Alcatel	3,0	brak danych	MD-ROADM	Tak
L9-08	L9-09	66,2	G.652	DRAKA/ Alcatel	16,5	brak danych	---	Nie
L9-09	Sochaczew	48,5	G.652	DRAKA/ Alcatel	11,9	brak danych	możliwy ILA	Tak
Sochaczew	---	---	---	---	---	---	MD-ROADM	Tak

Tabela 9.29.2.11. Linia światłowodowa Poznań – Łódź

Lokalizacja A	Lokalizacja B	Długość optyczna [km]	Typ włókna	Producent włókna	Tłumienie dla 1550 nm [dB]	Dyspersja chromatyczna a 1550 nm [ps/nm]	Typ węzła w systemie transmisji optycznej w lokalizacji A	Możliwość instalacji urządzenia w lokalizacji A
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-
Poznań 1	L10-01	78,6	G.652	brak danych	18,5	brak danych	MD-ROADM	Tak
L10-01	L10-02	91,7	G.652	brak danych	21,8	brak danych	możliwy ILA	Tak
L10-02	L10-03	80,6	G.652	brak danych	20,9	brak danych	możliwy ILA	Tak
L10-03	Łódź	51,7	G.652	brak danych	12,7	brak danych	możliwy ILA	Tak
Łódź	---	---	---	---	---	---	MD-ROADM	Tak

Tabela 9.2.12. Linia światłowodowa Toruń – Warszawa

Lokalizacja A	Lokalizacja B	Długość optyczna [km]	Typ włókna	Producent włókna	Tłumienie dla 1550 nm [dB]	Dyspersja chromatyczna a 1550 nm [ps/nm]	Typ węzła w systemie transmisji optycznej w lokalizacji A	Możliwość instalacji urządzenia w lokalizacji A
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-
Toruń	L11-01	81,0	G.652	brak danych	20,9	brak danych	MD-ROADM	Tak
L11-01	Płock	64,2	G.652	brak danych	12,6	brak danych	możliwy ILA	Tak
Płock	L11-02	89,6	G.652	brak danych	18,8	brak danych	MD-ROADM	Tak
L11-02	Warszawa	77,1	G.652	brak danych	22,0	brak danych	możliwy ILA	Tak
Warszawa	---	---	---	---	---	---	MD-ROADM	Tak

Tabela 9.2.13. Linia światłowodowa Poznań – Wrocław

Lokalizacja A	Lokalizacja B	Długość optyczna [km]	Typ włókna	Producent włókna	Tłumienie dla 1550 nm [dB]	Dyspersja chromatyczna a 1550 nm [ps/nm]	Typ węzła w systemie transmisji optycznej w lokalizacji A	Możliwość instalacji urządzenia w lokalizacji A
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-
Poznań 1	Leszno	76,4	G.652	brak danych	19,5	brak danych	MD-ROADM	Tak
Leszno	Wrocław	115,4	G.652	brak danych	29,5*	brak danych	MD-ROADM	Tak
Wrocław	---	---	---	---	---	---	MD-ROADM	Tak

* W odległości 3,6 km od węzła Wrocławia jest jeden kros, należy uwzględnić jego tłumienie

10. Instalacja, testy odbiorcze i dokumentacja techniczna systemu dalekosiężnej transmisji optycznej

Wykonawca jest zobowiązany na swój koszt do zabrania z miejsc instalacji wszelkich opakowań i zabezpieczeń transportowych urządzeń dostarczanych w ramach poszczególnych zadań. Część opakowań może pozostać na wyraźną prośbę Zamawiającego.

10.1. Zadania nr A1 do A38 – podsystem transmisyjny NG-OTN

10.1.1. Instalacja

Dostawa, instalacja i uruchomienie urządzeń realizowanych w ramach Zadań od A1 do A38 jest możliwa wyłącznie w lokalizacjach wyszczególnionych w tabelach od 9.2.1. do 9.2.13. (w kolumnie „Możliwość instalacji urządzeń w lokalizacji A”) oraz w tabelach 9.1.1. i 9.1.2. (w kolumnie 6 - „Instalacja podsystemu transmisyjnego NG-OTN Zadania A1 do A38”). Wykonawca realizując podsystem transmisyjny NG-OTN w ramach Zadań od A1 do A38 może podczas projektowania systemu odpowiednio dobrać lokalizacje instalacji poszczególnych urządzeń z lokalizacji wskazanych w powyższych tabelach.

Na etapie projektowania systemu dalekosiężnej transmisji optycznej w zakresie Zadania A1 do A38, Zadanie C oraz Zadanie D Wykonawca musi uwzględnić dane przedstawione w tabelach 9.1.1. i 9.1.2. dotyczące zasilania, dostępnej przestrzeni, światłowodów.

Zamawiający wymaga aby harmonogram instalacji w danym kierunku/obszarze Polski został zaproponowany z minimalnie 2 tygodniowym wyprzedzeniem pocztą elektroniczną na adres noc@man.pozna.pl - w celu organizacji wejść i asyst. W harmonogramie powinny znaleźć się informacje o dacie i zakresie godzinowym prowadzonych prac, o miejscu prowadzenia prac. Termin instalacji w każdym miejscu i każdego sprzętu wymaga akceptacji przez osobę wskazaną przez Zamawiającego lub jego NOC (ang. Network Operation Center).

Urządzenia muszą być dostarczone wraz z okablowaniem niezbędnym do ich prawidłowej pracy, w tym umożliwiającym podłączenie zasilacza do źródła zasilania. Należy przyjąć, że przyłączeniowy punkt zasilania oraz najbliższy punkt uziemienia jest zlokalizowany w ramach tej samej szafy o wysokości 45RU

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

(ang. RU - Rack Units). Wykonawca musi tak dobrać długości przewodów zasilających aby była możliwość instalacji urządzeń na dowolnej wysokości szafy.

Wymaga się, aby podsystem transmisyjny NG-OTN działał poprawnie (na etapie instalacji i eksploatacji) bez konieczności podłączania jego oraz podsystemu NMS do sieci Internet oraz zestawiania dedykowanych połączeń do producenta systemu/urządzeń, Wykonawcy lub innego podmiotu.

10.1.2. Weryfikacja, testy akceptacyjne i odbiorcze

Zamawiający w ramach Zadań A1 do A38 będzie na bieżąco weryfikował zgodność parametrów transmisyjnych z wymaganiami opisanymi w SWZ w tym jakoś transmitowanych sygnałów.

10.1.3. Dokumentacja

Wykonawca musi dostarczyć następującą dokumentację:

- Techniczną

Dokumentacja ta musi obejmować swoim zakresem budowę, instalację, konfigurację oraz zarządzanie urządzeniami podsystemu transmisyjnego NG-OTN. Dokumentacja ta musi być dostarczona formie papierowej lub elektronicznej w ogólnodostępnym popularnym formacie/formatach. Dostarczona dokumentacja w formie elektronicznej musi umożliwiać przeszukiwanie tekstu, zaznaczanie tekstu oraz drukowanie. Dostarczona dokumentacja musi być napisana w języku polskim lub angielskim.

Dokumentacja ta musi być dostarczona Zamawiającemu z przynajmniej 4 (cztero) tygodniowym wyprzedzeniem przed przystąpieniem do pierwszej instalacji związanej z przedmiotem zamówienia.

- Instalacyjną

Wykonawca dostarczy dokumentację instalacyjną zawierającą:

- schemat trasowy (rozmieszczenie urządzeń wzdłuż trasy, projektowane poziomy sygnałów na wejściu i wyjściu urządzeń oraz linii),
- wykaz planowanych do zainstalowania urządzeń wraz z numerami katalogowymi wszystkich modułów, z rozbiciem na poszczególne węzły.

Dokumentacja ta musi być dostarczona w formie elektronicznej w ogólnodostępnym popularnym formacie/formatach, które umożliwiają przeszukiwanie, zaznaczanie tekstu, wstawianie komentarzy, edytowanie tekstu i rysunków, pozwalają na drukowanie oraz musi być napisana w języku polskim. Dokumentacja ta musi być dostarczona najpóźniej na 10 dni roboczych przed instalacją urządzeń w danym zadaniu przedmiotu zamówienia.

- Powykonawczą

Wykonawca dostarczy dokumentację powykonawczą zawierającą:

- schemat trasowy (rozmieszczenie urządzeń wzdłuż trasy, numeracja włókien, poziomy sygnałów na wejściu i wyjściu urządzeń oraz linii),
- wykaz zainstalowanych urządzeń wraz z numerami katalogowymi i seryjnymi wszystkich modułów, z rozbiciem na poszczególne węzły,

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- schemat umieszczenia urządzeń w szafach,
- opis konfiguracji.

Dokumentacja ta musi być dostarczona w formie papierowej i elektronicznej w ogólnodostępnym popularnym formacie/formatach, które umożliwiają przeszukiwanie, zaznaczanie tekstu, wstawianie komentarzy, edytowanie tekstu i rysunków (wektorowych), pozwalają na drukowanie oraz musi być napisana w języku polskim. Dokumentacja ta musi być dostarczona najpóźniej w momencie zgłoszenia danego zadania do odbioru.

Ponadto Wykonawca musi dostarczyć kompletny zestaw aktualnych definicji MIB oraz REST API producenta dla zastosowanych urządzeń przynajmniej z 2 (dwu) tygodniowym wyprzedzeniem przed przystąpieniem do pierwszej instalacji związanej z przedmiotem zamówienia w tym podsystemu NMS.

10.2. Zadanie B – podsystem NMS

10.2.1. Zadanie B - Instalacja

Dostawa, instalacja i uruchomienie podsystemu NMS musi odbyć się lokalnie w siedzibie Zamawiającego w Poznaniu. Nie ma możliwości instalacji zdalnie. W ramach instalacji i uruchomienia podsystemu NMS należy objąć zarządzaniem już zainstalowane i uruchomione elementy sieci zrealizowane w ramach Zadań od A1 do A37. Po odbiorze podsystemu NMS kolejne elementy sieci będą dodawane do NMS przez Zamawiającego z wsparciem Wykonawcy. Wykonawca jest zobowiązany do ustalenia z Zamawiającym terminu instalacji przedmiotu Zadania B z 2 tygodniowym wyprzedzeniem.

10.2.2. Zadanie B - Weryfikacja, testy akceptacyjne i odbiorcze

Testy będą obejmować sprawdzenie działania, funkcjonalności oraz komunikacji z elementami podsystemu transmisyjny NG-OTN.

10.3. Zadanie C – podsystem zarządzania elementami sieci poza pasmem OoB

10.3.1. Zadanie C - Instalacja

Dostawa, instalacja i uruchomienie zestawów urządzeń składających się z urządzenia dostępowego oraz serwera konsolowego realizowana w ramach Zadania C wymagana jest w lokalizacjach obejmujących lokalizacje z tabel 9.1.1 i 9.1.2 i w miejscach uzgodnionych z Zamawiającym (w kolumnie 7 - Instalacja podsystemu zarządzania elementami sieci poza pasmem (OoB) - Zadanie C1).

W ramach instalacji urządzeń wymaga się zainstalowania urządzeń w szafie typu rack, wykonania połączeń urządzeń do źródeł zasilania oraz wykonania połączeń pomiędzy urządzeniami tj.:

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- a) podłączenie portu konsolowego urządzenia dostępowego do jednego z portów RS-232 serwera konsolowego (połączenie konsolowe),
- b) podłączenie portu Ethernet serwera konsolowego do jednego z portów Ethernet urządzenia dostępowego (połączenie ethernetowe).

W przypadku lokalizacji, w których instalowane będą urządzenia podsystem transmisyjny NG-OTN wymaga się podłączenia interfejsów zarządzania (Ethernet oraz port konsolowy) kolejno do urządzenia dostępowego i serwera konsolowego.

W przypadku lokalizacji, w których instalowane będą urządzenia podsystemu podtrzymania zasilania wymaga się podłączenia interfejsu zarządzania Ethernet do urządzenia dostępowego.

W przypadku lokalizacji, w której nie ma podsystemów wskazanych wyżej wymaga się podłączenia do urządzeń wskazanych przez Zamawiającego do portu Ethernet.

Instalacja obejmuje konfigurację wstępną ustaloną z Zamawiającym na etapie instalacji.

Zamawiający wymaga aby harmonogram instalacji w danym kierunku/obszarze Polski został zaproponowany z minimalnie 2 tygodniowym wyprzedzeniem pocztą elektroniczną na adres noc@man.pozna.pl - w celu organizacji wejść i asyst. W harmonogramie powinny znaleźć się informacje o dacie i zakresie godzinowym prowadzonych prac, o miejscu prowadzenia prac. Termin instalacji w każdym miejscu i każdego sprzętu wymaga akceptacji przez osobę wskazaną przez Zamawiającego lub jego NOC (ang. Network Operation Center).

10.3.2. Zadanie C - Weryfikacja, testy akceptacyjne i odbiorcze

Testy będą obejmować sprawdzenie poprawności działania funkcjonalności.

10.3.3. Zadanie C - Dokumentacja

Wykonawca dostarczy dokumentację powykonawczą zawierającą wykaz zainstalowanych urządzeń podsystemu wraz z wyszczególnieniem numerów seryjnych zainstalowanych urządzeń w poszczególnych lokalizacjach.

10.4. Zadanie D – podsystem podtrzymania zasilania

10.4.1. Zadanie D - Instalacja

Wykonawca dostarczy, zainstaluje i uruchomi podsystem podtrzymania zasilania w lokalizacjach wskazanych w punkcie 5.

Zamawiający wymaga aby Wykonawca prowadził przewody po istniejących drabinkach i przepustach kablowych. Dopiero jeśli okaże się to niemożliwe wtedy Wykonawca może i powinien wykonać nowe przepusty lub drogi kablowe w uzgodnieniu z Zamawiającym - przy czym Zamawiający szacuje, że konieczność taka może wystąpić w maksymalnie kilku przypadkach.

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

Przewody poza szafą powinny być prowadzone w rurze osłonowej (tzw. „peszlu”, przy czym każdy obwód powinien być w oddzielnym peszlu).

Zamawiający wymaga aby peszle i przewody użyte podczas instalacji miały powłoki typu LSZH (ang. Low Smoke, Zero Hallogen).

Zamawiający wymaga aby wszystkie układane przewody były oznaczone z obu końców oraz przed i po każdym przepuście. Oznaczenie do powinno zawierać Informacje o funkcji przewodu oraz koordynaty końca i początku korespondencji. Oznaczenie powinno być trwałe i niezmywalne.

Zamawiający wymaga aby przewody ułożone i mocowane zostały w taki sposób aby nie dochodziło do ich samoczynnego przemieszczania się w czasie. Przy czym mocowań powinno być jak najmniej.

Zamawiający wymaga aby harmonogram instalacji w danym kierunku/obszarze Polski został zaproponowany z minimalnie 2 tygodniowym wyprzedzeniem pocztą elektroniczną na adres noc@man.pozna.pl - w celu organizacji wejść i asyst. W harmonogramie powinny znaleźć się informacje o dacie i zakresie godzinowym prowadzonych prac, o miejscu prowadzenia prac i ich zakresie. Termin instalacji w każdym miejscu i każdego sprzętu wymaga akceptacji przez osobę wskazaną przez Zamawiającego lub jego NOC (ang. Network Operation Center).

10.4.2. Zadanie D - Weryfikacja, testy akceptacyjne i odbiorcze

Podsystem powinien pracować zgodnie z wymogami określonymi w punkcie 5.1. Zamawiający będzie stosował różne metody weryfikacji. Odbiór instalacji nastąpi poprzez podpisanie protokołów odbiorczych bez uwag, w każdym z obiektów, a na podstawie wszystkich podpisanych protokołów zadanie uważa się za zakończone.

10.4.3. Zadanie D - Dokumentacja

Do każdego zainstalowanego urządzenia powinna być dostarczona fabryczna dokumentacja w języku polskim lub angielskim zawierająca:

- dokumentację techniczno-ruchową, atesty, świadectwa, karty gwarancyjne, certyfikaty i instrukcje obsługi - w zakresie w jakim oferuje to producent urządzenia,
- protokół z pomiarów elektrycznych uruchamianego urządzenia i obwodów elektrycznych – dla każdej siłowni,
- protokół z pomiaru rezystancji wewnętrznej lub konduktancji każdego zainstalowanego akumulatora typu AGM.

10.5. Zadanie E – podsystem wizualizacji

10.5.1. Zadanie E – Instalacja

Wykonawca dostarczy, zainstaluje i uruchomi podsystem wizualizacji w lokalizacji wskazanej w punkcie 6. Wykonawca jest zobowiązany do ustalenia z Zamawiającym terminu instalacji przedmiotu Zadania E z 2 tygodniowym wyprzedzeniem.

10.5.2. Zadanie E - Weryfikacja, testy akceptacyjne i odbiorcze

Celem testów odbiorczych jest weryfikacja poprawności działania poszczególnych elementów systemu wizualizacji. Testy odbiorcze realizuje Wykonawca we współpracy z Zamawiającym. Wynikiem testów odbiorczych jest raport z testów.

W ramach procesu testowania należy zrealizować wszystkie testy, pozytywne zakończenie testów każdego typu jest podstawą do zaakceptowania instalacji systemu. Zakres testów akceptacyjnych musi obejmować co najmniej weryfikację:

- 1) poprawności konfiguracji sieciowej, dostępności elementów systemu wizualizacji i dostępności zasobów Zamawiającego,
- 2) tworzenie i zarządzanie perspektywami,
- 3) tworzenie i zarządzanie aplikacjami,
- 4) tworzenie i zarządzanie źródłami różnego typu (www, strumień, grafika, aplikacja),
- 5) tworzenie i zarządzanie ekranami z układami obrazów systemu wizualizacji,
- 6) tworzenie i zarządzanie użytkownikami w systemie wizualizacji,
- 7) kalibracji ekranów systemu,
- 8) tworzenie i zarządzanie źródłem z enkodera,
- 9) dostępności oraz możliwości zarządzania układami obrazów systemu z poziomu klienta na stanowiskach operatorskich.

Za realizację testów odpowiada Wykonawca, realizując je wspólnie i w uzgodnieniu z Zamawiającym. Zakończenie testów odbiorczych jest możliwe po zamknięciu wszystkich zgłoszonych przez Zamawiającego błędów, czy to poprzez ich rozwiązanie, czy poprzez ustalenie pomiędzy Zamawiającym i Wykonawcą, że dany błąd nie jest błędem istotnym.

10.5.3. Zadanie E - Dokumentacja

Dokumentacja powykonawcza systemu wizualizacji musi zawierać co najmniej:

- 1) Architekturę Systemu w tym fizyczny model połączeń poszczególnych Komponentów
- 2) Architekturę połączeń wszystkich elementów sieciowych (co najmniej: adresacja IP, numery VLAN, diagramy połączeń)

- 3) Zestawienie skonfigurowanych użytkowników wraz z ich uprawnieniami oraz procedury zarządzania użytkownikami i ich uprawnieniami
- 4) Dokumentację producentów elementów składowych systemu wizualizacji i dokumentację rozwiązań technologicznych, w postaci elektronicznej oraz dostępu do zasobów elektronicznych producenta na stronie WWW przez okres gwarancji
- 5) Dokumentację użytkownika oraz administratora systemu wizualizacji w postaci elektronicznej
- 6) Listę zainstalowanych urządzeń z numerami seryjnymi
- 7) Listę i wersje zainstalowanego oprogramowania
- 8) Informacje o licencjach dla dostarczonych elementów systemu wizualizacji
- 9) Procedury zgłaszania problemów

10.6. Zadanie F – podsystem zabezpieczeń

Wykonawca dostarczy, zainstaluje i uruchomi podsystem zabezpieczeń w wskazanym miejscu w lokalizacji Zamawiającego w Poznaniu. Instalacja obejmuje podstawową konfigurację wstępną ustaloną z Zamawiającym na etapie instalacji. Wykonawca jest zobowiązany do ustalenia z Zamawiającym terminu instalacji przedmiotu Zadania F z 2 tygodniowym wyprzedzeniem.

11. Instruktaż do systemu dalekosiężnej transmisji optycznej

Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzenia instruktażu do poszczególnych zadań dla wskazanej liczby osób i w zakresie podanym w poniższych wymaganiach, w siedzibie Zamawiającego. Wszelkie koszty związane z przeprowadzeniem poszczególnych instruktaży Wykonawca musi uwzględnić w cenie oferty.

11.1. Zadania nr A1 do A38 - podsystem transmisyjny NG-OTN oraz Zadanie B - podsystem NMS

- 1) Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia instruktażu 10 osób wskazanych przez Zamawiającego.
- 2) Zamawiający wymaga, aby instruktaż przeprowadzony był dla 2 grup po 5 osób. Ponadto instruktaże grup muszą być prowadzone w różnych terminach. Wymiar instruktażu wynosi 5 dni po 8 godzin zegarowych dla każdej z grup.
- 3) Instruktaż musi być prowadzony przez instruktora posiadającego certyfikat producenta urządzeń do prowadzenia odpowiednich szkoleń.
- 4) Tematyka instruktażu musi obejmować:
 - a) architekturę, obsługę, konfigurację i zarządzanie systemem transmisyjnym,
 - b) obsługą systemu zarządzania,

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- c) zestawianie i monitorowanie usług w systemie transmisyjnym z poziomu urządzeń i z poziomu systemu zarządzania.
- 5) Zamawiający nie dopuszcza, aby przystąpienie do instruktażu (w jakiegokolwiek formie) wymagało posiadania certyfikatów zawodowych (w szczególności certyfikatów wydawanych przez producenta sprzętu).
- 6) Warunki techniczne wymagane w trakcie instruktażu:
 - a) wszystkie osoby z grupy instruktażowej muszą mieć możliwość jednoczesnego i aktywnego konfigurowania urządzeń (używanych dla celów instruktażu),
 - b) maksymalna liczba osób, biorąca udział w instruktażu na jednym urządzeniu wynosi 2,
 - c) zastosowane podczas instruktażu urządzenia muszą być mieć pełną funkcjonalność urządzeń dostarczonych w ramach Zadań A1 do A37 oraz Zadania B,
 - d) Zamawiający dopuszcza zdalny dostęp do urządzeń używanych dla celów instruktażu.
- 7) Instruktaż musi być prowadzony w języku polskim.
- 8) Wykonawca musi zapewnić sprzęt niezbędny do przeprowadzenia instruktażu wyznaczonych osób.
- 9) Instruktaż będzie przeprowadzony u Zamawiającego na zapewnionym przez Wykonawcę sprzęcie i oprogramowaniu, jakie będące przedmiotem zamówienia. Zamawiający może wyrazić zgodę na przeprowadzenie instruktażu w ośrodku autoryzowanym przez producenta dostarczanego sprzętu, miejsce instruktażu musi być zaakceptowane przez Zamawiającego. Zamawiający może wyrazić zgodę na przeprowadzenie instruktażu na dostarczonym w ramach umowy sprzęcie, jednakże w tym przypadku instruktaż nie może wpłynąć na przebieg instalacji.
- 10) W trakcie instruktażu poza siedzibą Zamawiającego wymagane jest zapewnienie (na koszt Wykonawcy), co najmniej 1 posiłku dziennie dla wszystkich uczestników.

11.2. Zadanie C - podsystem zarządzania elementami sieci poza pasmem

- 1) Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia instruktażu dla 6 osób wskazanych przez Zamawiającego w siedzibie Zamawiającego na dostarczonym sprzęcie.
- 2) Zamawiający wymaga, aby wymiar instruktażu wynosił 8 godzin zegarowych (dla jednej grupy 6 osób). Instruktaż musi być prowadzony w języku polskim.
- 3) W ramach oferty Zamawiający wymaga przeprowadzenia instruktażu w zakresie obsługi dostarczonego sprzętu. Tematyka instruktażu musi obejmować wszelkie czynności niezbędne do poprawnej eksploatacji dostarczonego sprzętu, w tym rekonfiguracje oraz obsługę interfejsów zarządzających (zarówno poprzez konsolę webową jak i tekstową CLI). Program oraz tematyka instruktażu muszą zostać skonsultowane z Zamawiającym oraz zaakceptowane przez niego po podpisaniu umowy.

11.3. Zadanie D – podsystem podtrzymania zasilania

Nie wymaga się instruktażu w zakresie Zadania D.

11.4. Zadanie E – podsystem wizualizacji

- 1) Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia instruktażu dla 4 osób wskazanych przez Zamawiającego, w miejscu instalacji systemu wizualizacji w siedzibie Zamawiającego na dostarczonym systemie.
- 2) Wymiar instruktażu minimum 4 godzin.

11.5. Zadanie F – podsystem zabezpieczeń

- 1) Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia przez siebie albo wskazane przez niego podmioty trzecie (ale zawsze na koszt i ryzyko Wykonawcy) instruktaży w zakresie instalacji, konfiguracji i administracji podsystemem bezpiecznego dostępu zdalnego. Dopuszcza się przeprowadzenie instruktaży na urządzeniach wirtualnych posiadających konfigurację zgodną z dostarczanym podsystemem bezpiecznego dostępu zdalnego.
- 2) W ramach dostarczonego przedmiotu zamówienia Wykonawca musi zapewnić instruktaż dla 12 osób, przy czym instruktaż musi spełniać następujące warunki:
 - a) konkretne terminy przeprowadzenia instruktażu Wykonawca musi uzgodnić z Zamawiającym przy czym instruktaż musi być przeprowadzony przed podpisaniem protokołu zdawczo-odbiorczego przedmiotu zamówienia,
 - b) czas trwania pojedynczego instruktażu musi być wystarczający do zapoznania uczestników instruktażu z administracją urządzeniami, przy czym nie może być krótszy niż 6 dni roboczych (6x8godzin),
 - c) instruktaż musi być połączony z praktyczną obsługą komponentów podsystemu bezpiecznego dostępu zdalnego. Środowisko musi przygotować Wykonawca (ćwiczenia praktycznie minimum 50% czasu trwania szkolenia),
 - d) instruktaż musi się odbyć w języku polskim,
 - e) każdy uczestnik instruktażu musi pracować przy osobnym stanowisku pracy,
 - f) w ramach instruktażu konieczne jest dostarczenie dokumentacji obejmującej pełen zakres instruktażu w języku polskim lub angielskim,
 - g) instruktaże muszą się odbyć w mieście będącym siedzibą Zamawiającego lub za zgodą Zamawiającego instruktaże mogą odbyć się w formie zdalnej (wideokonferencja),
 - h) instruktaż musi być prowadzony przez osobę posiadającą certyfikat danego producenta dostarczanego przez Wykonawcę na poziomie Ekspertkim/Inżyniera/Architekta,
 - i) w ramach instruktaży należy przekazać kompletną wiedzę na temat konfiguracji i zarządzania dostarczanymi systemami, a w szczególności na temat (tematy powinny być omówione w czasie trwania obu szkoleń):
 - 1) uruchomienia komponentów,
 - 2) zarządzanie licencjami w urządzeniu,

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- 3) konfiguracji komponentu do pracy w trybie wysokiej dostępności (HA),
- 4) rozwiązywanie problemów z klastrem HA,
- 5) rozwiązywanie problemów z IPS,
- 6) reakcją na False-Positive zgłaszane przez silniki bezpieczeństwa,
- 7) konfiguracji nadmiarowej bramy domyślnej,
- 8) konfiguracji routingu:
 - a. definiowania dynamicznego routingu BGP oraz OSPF wielo-obszarowy;
 - b. konfigurowania routingu statycznego;
 - c. Konfiguracja BFD dla wyżej wymienionych metod routingu;
 - d. Policy based routingu,
- 9) uruchamiania i zarządzania wieloma systemami wirtualnymi w ramach pojedynczego systemu fizycznego oraz zarządzania nimi,
- 10) konfiguracja routingu i połączeń pomiędzy systemami wirtualnymi,
- 11) definicji polityk bezpieczeństwa,
- 12) pełnego wykorzystywania funkcjonalności IPS,
- 13) importu reguł IDP innych producentów,
- 14) wykorzystania funkcjonalności kontroli aplikacji,
- 15) wykorzystania funkcjonalności filtracji stron www,
- 16) konfigurowania połączeń VPN site-to-site pomiędzy poszczególnymi urządzeniami,
- 17) zarządzania użytkownikami: definiowanymi na systemie, definiowanymi w zewnętrznej bazie LDAP, z zewnętrznego systemu autoryzacji RADIUS,
- 18) konfigurowania połączeń VPN client-to-site z wykorzystaniem różnych metod uwierzytelniania użytkowników,
- 19) konfigurację logowania połączeń do zewnętrznych serwerów (najlepiej Elasticsearch) i NetFlow,
- 20) inspekcji SSL/TLS,
- 21) mirroring rozszyfrowanego ruchu TLS/SSL,
- 22) wykorzystanie i konfiguracja brokera połączeń SSL/TLS i zasady tworzenia łańcuchów zewnętrznych systemów współpracujących z tym systemem,
- 23) konfiguracji serwera DHCP,
- 24) konfiguracji różnych wariantów NAT,
- 25) konfiguracji i wykorzystania wszystkich dodatkowych funkcji urządzenia wskazanych przez Zamawiającego,
- 26) konfiguracja zdalnego dostępu VPN,
- 27) Troubleshooting.

12. Gwarancja i wsparcie techniczne

12.1. Ogólne warunki Gwarancji

- 1) Wykonawca zobowiązuje się do udzielenia gwarancji na dostarczany przedmiot zamówienia, składający się z: podsystemu transmisyjnego NG-OTN, podsystemu NMS, podsystemu zarządzania elementami sieci poza pasmem (OoB), podsystemu podtrzymania zasilania, podsystemu wizualizacji,

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

podsystemu zabezpieczeń, mobilnych stacji zarządzania, oprogramowania, oraz gwarancji na elementy i materiały użyte do instalacji i uruchomień oraz wykonane prace instalacyjne, konfiguracyjne i uruchomieniowe, i zobowiązuje się do wykonywania świadczeń gwarancyjnych zgodnie z poniższymi warunkami.

- 2) Wszystkie urządzenia jak również moduły muszą być objęte gwarancją do dnia 31.12.2028 r. za wyjątkiem:
 - a) mobilnych stacji zarządzania, które objęte będą gwarancją 5 lat;
 - b) podsystemu zarządzania elementami sieci poza pasmem (OoB), który objęty będzie gwarancją 1 rok.

Okres gwarancji liczony jest od daty sporządzenia protokołu zdawczo-odbiorczego przedmiotu zamówienia, z tym, że dostawy i prace wykonane w ramach poszczególnych zadań (poszczególnych stopni zaawansowania dostaw i prac) są objęte gwarancją od daty sporządzenia odnośnego protokołu zaawansowania, co pozostaje bez wpływu na datę końcową gwarancji.

- 3) Wykonawca zobowiązuje się do usunięcia usterek przedmiotu zamówienia w okresie trwania gwarancji na wezwanie/zgłoszenie Zamawiającego, na własny koszt.
- 4) Gwarancja obejmuje w szczególności poprawne działanie wszystkich elementów przedmiotu zamówienia, usuwanie przyczyn nieprawidłowego działania z wyłączeniem awarii włókien linii światłowodowych zapewnionych przez Zamawiającego oraz wymianę wszystkich wadliwie działających dostarczonych urządzeń w miejscu ich instalacji lub miejscu ich dostarczenia, instalacji i wykonanie wszelkich niezbędnych prac w celu przywrócenia prawidłowego działania wszystkich elementów systemu dalekosiężnej transmisji optycznej.
- 5) Wykonawca zobowiązuje się do wymiany dostarczonych w ramach przedmiotu zamówienia urządzeń i materiałów na wolne od wad lub usunięcia usterek w okresie trwania gwarancji i rękojmi.
- 6) W przypadku zastąpienia wadliwego urządzenia przez nowe urządzenie wolne od wad, urządzenie to objęte będzie gwarancją przez taki sam pozostały okres, jak urządzenie zastąpione.
- 7) Obsługa wszelkich zgłoszeń serwisowych musi odbywać się w języku polskim.
- 8) Zamawiający może dokonać rozbudowy posiadanej infrastruktury sprzętowej, aplikacyjnej oraz teleinformatycznej wchodzącej w przedmiot zamówienia, bez utraty uprawnień wynikających z gwarancji przedmiotu zamówienia, z zastrzeżeniem, że rozbudowa została dokonana zgodnie z zaleceniami/wytycznymi producenta/producentów rozbudowywanych elementów przedmiotu zamówienia.
- 9) Zamawiający ma prawo do dodawania nowych komponentów takich jak moduły z interfejsami sieciowymi, moduły typu SFP/SFP+/QSFP itp., wymiany zainstalowanych składników oraz przesunięcia składników pomiędzy dostarczonymi urządzeniami oraz węzłami sieciowymi samodzielnie bez utraty gwarancji na sprzęt wchodzący w skład przedmiotu zamówienia. Dla systemu dalekosiężnej transmisji optycznej powyższe zamiany w jednej części sieci nie mogą wpłynąć na utratę gwarancji na jakość transmisji w innej części sieci.

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- 10) Gwarancja nie wyłącza uprawnień Zamawiającego z tytułu gwarancji udzielonych przez producentów urządzeń i/lub oprogramowania.
- 11) Wykonywanie praw wynikających z udzielonej gwarancji nie wyłącza wykonywania uprawnień Zamawiającego wynikających z rękojmi za wady urządzeń i/lub oprogramowania. Zamawiający jest uprawniony do wykonywania uprawnień wynikających z rękojmi na warunkach analogicznych jak realizacja uprawnień Zamawiającego wynikających z gwarancji.
- 12) Zamawiający dopuszcza możliwość udostępnienia zdalnego dostępu do podsystemu transmisyjnego NG-OTN i podsystemu NMS dla Wykonawcy w celach diagnostycznych (nie jest jednak do tego zobowiązany i każdą tego typu prośbę będzie rozpatrywać indywidualnie ze względu na bezpieczeństwo systemu i charakter prac diagnostycznych).
- 13) W okresie gwarancji Wykonawca w ramach otrzymanego wynagrodzenia udostępni podmiotowi odbierającemu możliwość wielokrotnego uaktualniania całego oprogramowania sterującego urządzeniami objętymi gwarancją do najnowszych wersji oferowanych przez producenta tych urządzeń (włączając tzw. firmware), a także dostęp do usług wsparcia technicznego producenta tych urządzeń. W przypadku, gdy dostęp taki wymaga podania nazwy użytkownika, hasła lub numeru seryjnego Wykonawca dostarczy Zamawiającemu te informacje w ciągu 7 dni kalendarzowych od daty zawarcia umowy. Nie jest wymagana możliwość otwierania zgłoszeń serwisowych w serwisie producenta bezpośrednio przez Zamawiającego, jeżeli producent wymaga w tym celu posiadania wydawanych przez producenta certyfikatów kwalifikacyjnych.
- 14) W okresie gwarancji Wykonawca w ramach otrzymanego wynagrodzenia zapewni coroczny przegląd techniczny dostarczonego przedmiotu zamówienia objętego Zadaniem E – podsystem wizualizacji.

12.2. Szczegółowe wymagania gwarancji dotyczące podsystemu zabezpieczeń

Poniższe wymagania są rozszerzeniem wymagań opisanych w punkcie 12.1.

- 1) Wykonawca musi udzielić zamawiającemu gwarancji jakości na Podsystem Zabezpieczeń oraz zapewnić przez cały okres gwarancji wsparcie techniczne (zwane dalej wsparciem). Świadczenia z tytułu gwarancji i świadczenia z tytułu wsparcia technicznego muszą być wykonywane przez producenta lub autoryzowane przez producenta centrum serwisowe realizowane we współpracy z producentem.
- 2) Wykonawca zobowiązuje się do udzielenia gwarancji zgodnie z poniższymi wymaganiami:
 - a) w przypadku dłuższego czasu naprawy/wymiany aniżeli wskazany powyżej Wykonawca musi zapewnić Zamawiającemu w pełni sprawny sprzęt zastępczy o nie gorszych parametrach i funkcjonalności; dopuszcza się za zgodą Zamawiającego dostarczenie sprzętu zastępczego (oraz jego zwrotne odesłanie przez Zamawiającego) za pośrednictwem firmy kurierskiej na koszt i ryzyko Wykonawcy, a jego uruchomienie przez Wykonawcę nie jest wymagane; dostarczenie i uruchomienie takiego sprzętu zastępczego powoduje, że nie jest naliczana kara umowna za

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

- przekroczenie czasu naprawy, pod warunkiem, że przekroczenie czasu naprawy/wymiany będzie nie dłuższe niż 30 dni; po przekroczeniu tego terminu kara będzie naliczana;
- b) w przypadku wymiany w podsystemie zabezpieczeń, któregośkolwiek z jego komponentów lub wyposażenia, w tym modułów optycznych – wymiana nastąpi na element równoważny;
 - c) w przypadku wymiany nośników danych, które uległy awarii, uszkodzone nośniki muszą pozostać w całości u Zamawiającego. Nie przewiduje się opcji demontażu nośników danych i pozostawienia u Zamawiającego fragmentów nośników z danymi, np. talerzy dysków;
 - d) każda z napraw, wymian musi być potwierdzona Protokołem Naprawy, zawierającym wpisy dotyczące wykonanych czynności oraz listę naprawionych oraz wymienianych części i elementów składowych urządzeń;
 - e) wymiana dostarczonego elementu w okresie gwarancji na nowy, wolny od wad, nastąpi w przypadku 3 jego awarii;
 - f) w przypadku wymiany uszkodzonego elementu dostarczonego w ramach podsystemu zabezpieczeń (albo jego podzespołu) na nowy obowiązywać będą warunki gwarancji i realizacji świadczeń gwarancyjnych i wsparcia wynikające ze złożonej oferty;
 - g) Zamawiający zastrzega sobie prawo do rozbudowy we własnym zakresie dostarczonego przedmiotu zamówienia po uprzednim wyrażeniu zgody przez Wykonawcę (części nie będą musiały być zakupione u Wykonawcy); jeżeli Wykonawca nie wyrazi zgody na samodzielną rozbudowę przez Zamawiającego, będzie zobowiązany w ciągu 48 godzin od daty zgłoszenia dokonać w ramach już otrzymanego wynagrodzenia rozbudowy u Zamawiającego o części przez niego zakupione;
 - h) koszty świadczeń gwarancyjnych nie obciążają Zamawiającego ponosi je Wykonawca albo inny podmiot np. producent sprzętu lub autoryzowane przez producenta centrum serwisowe realizowane we współpracy z producentem.
- 3) Wsparcie techniczne obejmuje:
- a) dostęp do Centrum Wsparcia Technicznego przez: stronę internetową, email oraz telefonicznie w języku polskim lub angielskim,
 - b) wsparcie przy rozwiązywaniu problemów związanych z działaniem Systemu w dni robocze,
 - c) możliwość korzystania, bez dodatkowych opłat, z następujących usług świadczonych przez producenta lub autoryzowane przez producenta centrum serwisowe realizowane we współpracy z producentem:
 - 1) aktualizacji oprogramowania firmware do najnowszych wersji publikowanych przez producenta,
 - 2) aktualizacji bazy wirusów,
 - 3) aktualizacji bazy definicji IPS (Intrusion Prevention System),
 - 4) aktualizacji bazy sygnatur anty-spyware,
 - 5) aktualizacji sygnatur aplikacji,

- 6) subskrypcji/licencji/aktualizacji pozostałych modułów potrzebnych do spełnienia wymagań opisanych w specyfice przedmiotu zamówienia, które działają w czasie trwania wsparcia technicznego,
- 7) dostępu do baz wiedzy, przewodników konfiguracyjnych i narzędzi diagnostycznych,
- 8) pomocy technicznej.

12.3. Szczegółowe wymagania gwarancji dotyczące mobilnej stacji zarządzania

- 1) Gwarancja musi zapewniać ochronę komputera mobilnego przed uszkodzeniem fizycznym spowodowanymi typowymi zdarzeniami mogącymi powstać z winy użytkownika końcowego, takimi jak: upuszczenie, zalanie, skok napięcia (przebiecie) lub usterka zintegrowanego ekranu. W takim wypadku udzielający gwarancji zobowiązuje się do pokrycia pełnych kosztów naprawy, a w przypadku niemożności lub nieopłacalności naprawy – do dostarczenia nowej stacji. Wymagane jest, aby gwarancja obejmowała taką możliwość co najmniej trzy razy w okresie gwarancyjnym.
- 2) Gwarancja musi zapewniać w przypadku uszkodzenia dysku twardego oraz wymiany na nowy prawo do pozostawienia uszkodzonego dysku twardego u Zamawiającego w celu jego utylizacji przez Zamawiającego.
- 3) Gwarancja na mobilną stację zarządzania wynosi 5 lat, a na jej baterię wynosi co najmniej 36 miesięcy.
- 4) Zamawiający wymaga zapewnienia możliwości sprawdzenia konfiguracji sprzętowej na dedykowanej do tego celu stronie producenta po podaniu numeru seryjnego urządzenia.
- 5) Prawo do pobierania uaktualnień oprogramowania układowego oraz sterowników także po wygaśnięciu gwarancji na urządzenie.
- 6) Zamawiający wymaga aby warunki gwarancji były widoczne w systemie producenta na dedykowanej do tego celu stronie producenta po podaniu numeru seryjnego urządzenia zarówno w przypadku jednostki głównej jak również monitora oraz stacji dokującej.
- 7) W przypadku dłuższego czasu naprawy lub czasu wymiany aniżeli wskazany w kolumnie 2 i 3 tabeli w pkt. 12.3.3 ppkt. 2) (wiersz Mobilna stacja zarządzania) Wykonawca musi zapewnić Zamawiającemu w pełni sprawny asortyment o nie gorszych parametrach i funkcjonalności; dopuszcza się za zgodą Zamawiającego dostarczenie asortymentu zastępczego (oraz jego zwrotne odesłanie przez Zamawiającego) za pośrednictwem firmy kurierskiej na koszt i ryzyko Wykonawcy, a jego uruchomienie przez Wykonawcę nie jest wymagane; dostarczenie i uruchomienie takiego sprzętu zastępczego powoduje, że nie jest naliczana kara umowna za przekroczenie czasu naprawy/wymiany, pod warunkiem, że przekroczenie czasu naprawy/wymiany będzie nie dłuższe niż 30 dni; po przekroczeniu tego terminu kara będzie naliczana.

12.4. Opis usługi Gwarancji

12.4.1. Diagnostyka i rozwiązywanie problemów

- 1) W zakresie gwarancji Wykonawca zapewnia Zamawiającemu usługę diagnostyki i rozwiązywania problemów w ramach przedmiotu zamówienia.
- 2) Awarie będą usuwane przez Wykonawcę w miejscu instalacji urządzeń.
- 3) Jeżeli naprawa będzie polegała na dostarczeniu elementu zamiennego, to jego wymiana za element należący do Zamawiającego może nastąpić tylko w takim terminie, na który wyrazi zgodę Zamawiający. Dostawa elementu zamiennego za uszkodzony/zniszczony nastąpi w ramach wynagrodzenia określonego w ofercie Wykonawcy.
- 4) Gwarancja obejmuje również wykonanie przez Wykonawcę wszelkich czynności związanych z transportem i ubezpieczeniem elementów zamiennych na czas transportu i instalacji.
- 5) Zamawiający może udostępnić Wykonawcy na jego prośbę zdalny dostęp do urządzeń i systemów zarządzania w celach diagnostycznych. Jednak nie są do tego zobowiązane i każdą tego typu prośbę będą rozpatrywać indywidualnie mając na uwadze bezpieczeństwo sieci i charakter prac diagnostycznych.

12.4.2. Zgłaszanie awarii

- 1) Obsługa wszelkich zgłoszeń serwisowych musi odbywać się w języku polskim.
- 2) Wykonawca zobowiązany jest zapewnić możliwość zgłaszania awarii w trybie 24h na dobę 365 dni w roku. Zamawiający wprowadza następujące kategorie zgłoszeń:
 - a) Zgłoszenie Krytyczne – wada/awaria urządzenia lub jego elementów powodująca brak możliwości świadczenia usług lub ograniczające możliwość świadczenia usług zaimplementowanych na urządzeniu,
 - b) Zgłoszenie Podstawowe – pozostałe wady/awarie.

12.4.3. Czas reakcji i naprawy

- 1) Maksymalny czas reakcji Wykonawcy na zgłoszenie wady/awarii nie może przekraczać czasu podanego w poniższej tabeli dla poszczególnych zadań od momentu zgłoszenia:

Przedmiot zamówienia	Maksymalny czas reakcji
-1-	-2-
Zadania od A1 do A38	1 godzina
Zadanie B	1 godzina
Zadanie C	24 godziny

Zadanie D	24 godziny
Zadanie E	24 godziny
Zadanie F	24 godziny
Mobilna stacja zarządzania	następny dzień roboczy (ang. next business day)

- 2) Maksymalny czas skutecznej naprawy/ wymiany urządzeń objętych gwarancją i ich elementów:

Przedmiot zamówienia	Maksymalny czas skutecznej naprawy/wymiany	
	Zgłoszenia Krytyczne	Zgłoszenia Podstawowe
-1-	-2-	-3-
Zadania od A1 do A38	12 godzin	12 godzin
Zadanie B	następny dzień roboczy	3 dni robocze
Zadanie C	następny dzień roboczy	7 dni roboczych
Zadanie D	następny dzień roboczy	7 dni roboczych
Zadanie E	7 dni roboczych	7 dni roboczych
Zadanie F	następny dzień roboczy	7 dni roboczych
Mobilna stacja zarządzania	następny dzień roboczy - jednostka główna, 2 dni robocze - pozostałe elementy	następny dzień roboczy - jednostka główna, 2 dni robocze - pozostałe elementy

Czas skutecznej naprawy/wymiany zaczyna być liczony od momentu końca maksymalnego czasu reakcji.

12.4.4. Wymiana informacji pomiędzy Zamawiającym a Wykonawcą

- 1) Wykonawca zobowiązany jest zapewnić możliwość zgłaszania awarii w trybie 24h na dobę 365 dni w roku.
- 2) Strony dopuszczają następujące kanały komunikacyjne:
 - a) system zgłoszeń problemowych Wykonawcy,
 - b) poczta elektroniczna,
 - c) strona WWW,
 - d) systemy VC,
 - e) telefon.

- 3) Zgłoszenia kierowane przez Zamawiającego za pośrednictwem telefonu, będą również potwierdzane niezwłocznie, poprzez wysłanie e-mail do Wykonawcy, z podaniem czasu zgłoszenia za pośrednictwem telefonu. W takiej sytuacji za czas Zgłoszenia Awarii, uważa się moment zgłoszenia za pośrednictwem telefonu.

13. Procedura procesu potwierdzenia Zamawiającemu zgodności z kluczowymi funkcjonalnościami przedmiotu zamówienia

Wykonawca musi dostarczyć do siedziby Zamawiającego próbkę, za pomocą której Wykonawca potwierdzi Zamawiającemu zgodność z kluczowymi funkcjonalnościami przedmiotu zamówienia (w skrócie: proces potwierdzenia zgodności). Jako próbkę Wykonawca musi dostarczyć do siedziby Zamawiającego trzy węzły MD-ROADM oraz jeden węzeł ILA wraz z wyposażeniem (co najmniej):

- a) warstwą optyczną realizującą transmisję sygnałów (wzmacniacze, przestrajalne multiplexery optyczne, itp.),
- b) węzły MD-ROADM z funkcjonalnością colorless i directionless.

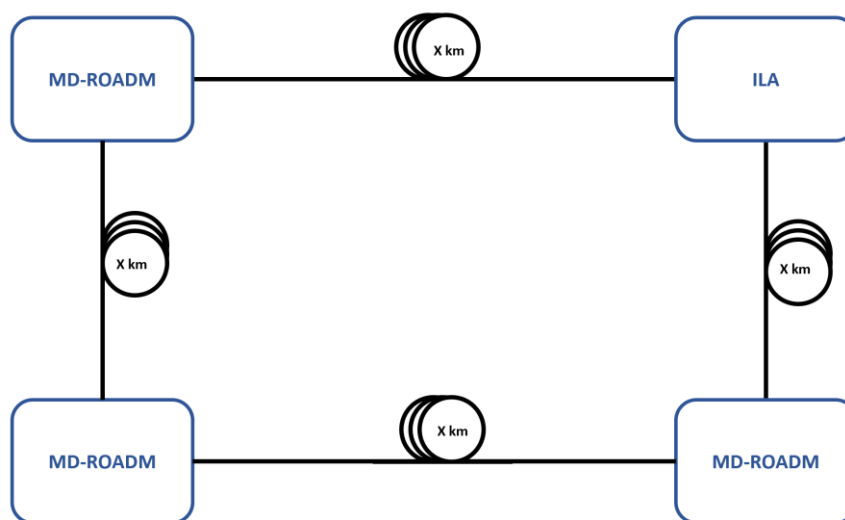
Ponadto Wykonawca musi dostarczyć (co najmniej):

- a) dwa muxpondery 800G z wymienną optyką w portach klienckich zgodnie z zapisami w dalszej części dotyczącymi platformy Spirent Test Center,
- b) dwa muxpondery 200G z wymienną optyką w portach klienckich realizującą transmisję 100G (optyka typu 100GBASE-LR4) oraz 10G (optyka typu 10GBASE-LR),
- c) dwa muxpondery szyfrujące z wymienną optyką w portach klienckich realizującą transmisję co najmniej 2 x 10G (optyka typu 10GBASE-LR) lub 1 x 100G (optyka typu 100GBASE-LR4),
- d) jeden element monitorujący trakty światłowodowe,
- e) oprogramowanie NMS z funkcjonalnością planowania podsystemu transmisyjnego NG-OTN oraz funkcjonalnością zarządzania monitorowania traktów światłowodowych.

Elementy, które dostarczy Wykonawca muszą być elementami wskazanymi w ofercie. Wykonawca musi dostarczyć też dokumentację techniczną.

Oprogramowanie oraz dokumentacja techniczna muszą być oficjalną wersją oferowaną przez producenta oraz być w komercyjnie dostępnej wersji, tj. wersji oferowanej wszystkim klientom. Wersja ta musi być wersją rekomendowaną przez producenta.

Podstawowa topologia połączeń podczas testów została przedstawiona na poniższym schemacie (Rysunek 13.1).



Rysunek 13.1. Schemat połączeń nr 1 - ogólny schemat połączeń podczas procesu potwierdzania

Linie światłowodowe (szpule z włóknami G.652) pomiędzy urządzeniami zapewnią Zamawiający. Odległości światłowodowa pomiędzy urządzeniami wynosi od 20 do 90 km. Wykonawca musi dostarczyć patchcordsy pomiędzy urządzeniami a liniami światłowodowymi, które zakończone są złączami SC/APC. Długość patchcordów nie krótsza jak 6 metrów.

Zamawiający wymaga aby dostarczone w ramach próbki składniki były przystosowane do zasilania prądem przemiennym 230V. W przypadku kiedy składniki będą przystosowane do zasilania prądem -48V Wykonawca zobowiązany jest do zapewnienia na własny koszt na czas demonstracji zasilania poprzez siłownię lub przetwornik 230V na -48V. Taka siłownia lub przetwornik nie będzie częścią podlegającą procesowi potwierdzenia funkcjonalności przedmiotu zamówienia i nie musi być dostarczone bezpośrednio z próbką.

Zamawiający dopuszcza aby muxponder szyfrujący podczas procesu potwierdzenia zgodności był wyposażony w optykę dla portów 10GE lecz nie mniej jak 2 x 10G. Procesu potwierdzenia zgodności tego modułu będzie obejmować proces wgrywania własnych algorytmów szyfrowania.

Wykonawca w ramach próbki musi dostarczyć oprogramowanie NMS z funkcjonalnością planowania podsystemu transmisyjnego NG-OTN oraz funkcjonalnością zarządzania monitorowaniem traktów światłowodowych w następujący sposób:

- wraz z próbką dostarczy oprogramowanie na nośniku danych oraz dedykowany serwer (ang. hardware) / komputer / laptop, na którym będzie zainstalowane to oprogramowanie podczas procesu potwierdzania, albo
- wraz z próbką dostarczy oprogramowanie na nośniku danych, zaś serwer (ang. hardware) / komputer / laptop, na którym będzie zainstalowane to oprogramowanie podczas procesu potwierdzania dostarczy podczas tego procesu.

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

Serwer (ang. hardware) / komputer / laptop nie będzie częścią podlegającą procesowi potwierdzenia funkcjonalności przedmiotu zamówienia.

Wykonawca na okres procesu potwierdzania funkcjonalności musi dostarczyć wszelkich niezbędnych licencji do przeprowadzenia procesu potwierdzenia funkcjonalności podsystemu NMS oraz podsystemu transmisyjnego NG-OTN.

Konfiguracja urządzeń podsystemu transmisyjnego NG-OTN oraz podsystemu NMS leży po stronie Wykonawcy. **Podczas procesu potwierdzania funkcjonalności całe środowisko próbki nie może mieć dostępu do sieci Internet lub dedykowanego połączenia do Wykonawcy, producenta lub innych podmiotów.** Serwer (ang. hardware) / komputer / laptop musi mieć wyłączone interfejsy sieciowe oprócz interfejsu do komunikacji z środowiskiem próbki.

Proces potwierdzenia zgodności musi być przeprowadzony w języku polskim.

Z każdego procesu potwierdzania zgodności zostanie sporządzony protokół.

Każdy Wykonawca ma 3 dni robocze (tj. od poniedziałku do piątku z wyłączeniem dni ustawowo wolnych od pracy w Polsce) na przeprowadzenie procesu potwierdzenia Zamawiającemu zgodności z kluczowymi funkcjonalnościami przedmiotu zamówienia.

Termin oraz miejsce przeprowadzenia procesu potwierdzenia Zamawiającemu zgodności z kluczowymi funkcjonalnościami przedmiotu zamówienia zostanie wskazany Wykonawcy przez Zamawiającego po otwarciu ofert i przekazany w formie elektronicznej za pośrednictwem <https://platformazakupowa.pl> na adres e-mail wskazany przez wykonawcę w formularzu ofertowym jako adres służący do korespondencji związanej z postępowaniem.

Zamawiający przyjmuje, iż kolejność przeprowadzenia procesu zgodności będzie zgodna z kolejnością wpływania ofert do Zamawiającego.

Wykonawca przystępując do procesu potwierdzenia Zamawiającemu zgodności z kluczowymi funkcjonalnościami przedmiotu zamówienia akceptuje warunki środowiskowe panujące w pomieszczeniach serwerowni a mogące oddziaływać na przedstawicieli Wykonawcy. Dotyczy to zwiększonego poziomu hałasu, zakres wartości nie odbiega od wartości w serwerowniach komputerowych. Po stronie Wykonawcy jest zabezpieczenie jego przedstawicieli przed nadmiernym poziomem hałasu.

Podczas procesu potwierdzenia zgodności Wykonawca musi zapewnić możliwość zastosowania w portach klienckich muxponder 800G podsystemu transmisyjnego NG-OTN interfejsów 400GBASE (kable 400G QSFP-DD Passive Direct Attach Copper Twinax Cable) z urządzenia pomiarowego Zamawiającego lub może zainstalować w systemie pomiarowym Spirent Zamawiającego własne moduły QSFP28 lub QSFP-DD (obsługiwane przez platformę Spirent Test Center).

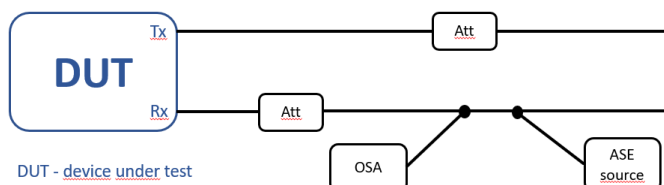
Kluczowe funkcjonalności podlegające procedurze potwierdzenia zgodności.

1. Siła korekcji mechanizmu detekcyjno-korekcyjnego FEC na portach liniowych.

Wykonawca potwierdza poziom siły mechanizmu detekcyjno-korekcyjnego zaimplementowanego po stronie liniowej muxponderów. Schemat połączeń urządzeń dla tej procedury został przedstawiony

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

na rysunku 13.2. Na schemacie urządzenie oznaczone jako DUT (ang. device under test) będzie podlegać procedurze potwierdzenia zgodności funkcjonalności przedmiotu zamówienia (w tym punkcie będą to muxponderzy).



Rysunek 13.2. Schemat połączeń nr 2

a) Procedura potwierdzenia dla muxpondera 800G

Lp.	Badany parametr	Warunki procesu potwierdzenia zgodności	Potwierdzenie zgodności funkcjonalności
-1-	-2-	-3-	-4-
1	Siła korekcji mechanizmu detekcyjno-korekcyjnego FEC na portach liniowych – preFEC BER	Zmiana OSNR sygnału odbieranego poprzez dodanie szumu (ASE) tak aby uzyskać zmianę stopy błędów BER (perFEC BER) Rysunek 13.2.	a) Ustawienie mechanizmu FEC z poziomem korekcji silniejszym. Wynikiem będzie najwyższa wartość stopy błędów perFEC BER (przed korekcją) dla tego ustawienia przy baku na porcie liniowym: <ul style="list-style-type: none"> • bloków z nienaprawionymi błędami (ang. UBE - Uncorrected Block Errors), • sekund z błędami (ang. ES - Errored Seconds), • sekund z znaczną liczbą błędów (ang. SES - Severely Errored Seconds), oraz <ul style="list-style-type: none"> • braku błędów na porcie klienckim lub stopie błędów na tym porcie nie gorszej niż na poziomie 1×10^{-15} (stopa błędów po korekcji). Wartość parametru preFEC BER musi spełniać wymagania z punktu 2.5.2 z Część IV SWZ. b) Ustawienie mechanizmu FEC z poziomem korekcji z mniejszą siłą. Wynikiem będzie najwyższa wartość stopy błędów perFEC BER (przed

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

			<p>korekcją) dla tego ustawienia przy baku na porcie liniowym:</p> <ul style="list-style-type: none"> • bloków z nienaprawionymi błędami (ang. UBE - Uncorrected Block Errors), • sekund z błędami (ang. ES - Errored Seconds), • sekund z znaczną liczbą błędów (ang. SES - Severely Errored Seconds), <p>oraz</p> <ul style="list-style-type: none"> • braku błędów na porcie klienckim lub stopie błędów na tym porcie nie gorszej niż na poziomie 1×10^{-15} (stopa błędów po korekcji). <p>Wartość parametru preFEC BER musi spełniać wymagania z punktu 2.5.2 Część IV SWZ.</p>
--	--	--	---

b) Procedura potwierdzenia dla muxpondera 200G

Lp.	Badany parametr	Warunki procesu potwierdzenia zgodności	Potwierdzenie zgodności funkcjonalności
-1-	-2-	-3-	-4-
1	Siła korekcji mechanizmu detekcyjno-korekcyjnego FEC na portach liniowych – preFEC BER	<p>Zmiana OSNR sygnału odbieranego poprzez dodanie szumu (ASE) tak aby uzyskać zmianę stopy błędów BER (perFEC BER)</p> <p>Rysunek 13.2.</p>	<p>Wynikiem będzie najwyższa wartość stopy błędów perFEC BER (przed korekcją) przy baku na porcie liniowym:</p> <ul style="list-style-type: none"> • bloków z nienaprawionymi błędami (ang. UBE - Uncorrected Block Errors), • sekund z błędami (ang. ES - Errored Seconds), • sekund z znaczną liczbą błędów (ang. SES - Severely Errored Seconds), <p>oraz</p> <ul style="list-style-type: none"> • braku błędów na porcie klienckim lub stopie błędów na tym porcie nie gorszej niż na poziomie 1×10^{-15} (stopa błędów po korekcji). <p>Wartość parametru preFEC BER musi spełniać wymagania z punktu 2.5.3 z Część IV SWZ.</p>

c) Procedura potwierdzenia dla muxpondera szyfrującego

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

Lp.	Badany parametr	Warunki procesu potwierdzenia zgodności	Potwierdzenie zgodności funkcjonalności
-1-	-2-	-3-	-4-
1	Siła korekcji mechanizmu detekcyjno-korekcyjnego FEC na portach liniowych – preFEC BER	Zmiana OSNR sygnału odbieranego poprzez dodanie szumu (ASE) tak aby uzyskać zmianę stopy błędów BER (perFEC BER) Rysunek 13.2.	Wynikiem będzie najwyższa wartość stopy błędów perFEC BER (przed korekcją) przy baku na porcie liniowym: <ul style="list-style-type: none"> • bloków z nienaprawionymi błędami (ang. UBE - Uncorrected Block Errors), • sekund z błędami (ang. ES - Errored Seconds), • sekund z znaczną liczbą błędów (ang. SES - Severely Errored Seconds), oraz <ul style="list-style-type: none"> • braku błędów na porcie klienckim lub stopie błędów na tym porcie nie gorszej niż na poziomie 1×10^{-15} (stopa błędów po korekcji). Wartość parametru preFEC BER musi spełniać wymagania z punktu 2.5.3 z Część IV SWZ.

2. Monitorowania parametrów urządzenia (ang. Performance Monitoring) w interwałach 15 minutowych i 24 godzinnych.

Lp.	Badany parametr	Warunki procesu potwierdzenia zgodności	Potwierdzenie zgodności funkcjonalności
-1-	-2-	-3-	-4-
1	Raportowanie parametrów urządzenia (ang. Performance Monitoring) w interwałach 15 minutowych i 24 godzinnych	Sprawdzenie tych danych w urządzeniach w CLI i WebGUI	Dostępność danych tekstowych w CLI i WebGUI oraz dostępność danych w formie wykresów w GUI dla parametrów wymienionych w punktach 2.2, 2.4, 2.5 i 2.6 z Część IV SWZ.

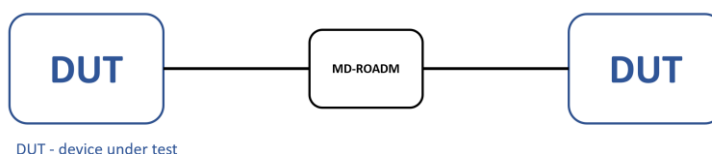
3. Monitorowanie parametrów transmisyjnych interfejsu liniowego z częstotliwością 1 sekundy (ang. Performance Monitoring).

Lp.	Badany parametr	Warunki procesu potwierdzenia zgodności	Potwierdzenie zgodności funkcjonalności

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

-1-	-2-	-3-	-4-
1	Raportowanie parametrów transmisyjnych interfejsu liniowego z 1 sekundową częstością (Performance Monitoring)	Wykonawca musi pokazać możliwość pobierania danych za pomocą SNMP lub innych mechanizmów z częstością 1 sekundy oraz ich wyświetlenie.	Dostępność danych bieżące w CLI i WebGUI oraz pobieranie danych za pomocą SNMP lub innych mechanizmów z częstością 1 sekundy potwierdzone (parametry wskazane w punkcie 2.5.2 i 2.5.3 z Część IV SWZ.

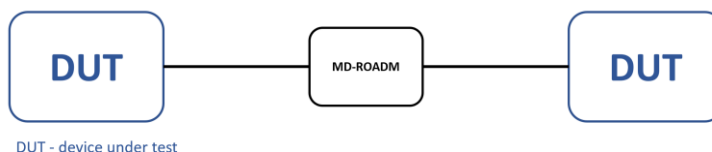
4. Transmisja muxpondera 800G w różnych kanałach optycznych



Rysunek 13.3. Schemat połączeń nr 3

Lp.	Badany parametr	Warunki procesu potwierdzenia zgodności	Potwierdzenie zgodności funkcjonalności
-1-	-2-	-3-	-4-
1	Szerokość kanałów optycznych, w których może być transmitowany sygnał muxpondera 800G	Wykonawca musi pokazać możliwość poprawnej transmisji sygnału 800G w kanałach optycznych o szerokości 100 GHz, 112,5 GHz, 125 GHz i 150 GHz przechodzących przez 3 węzły MD-ROADM. Rysunek 13.3	Poprawna transmisja sygnału 800G (pkt. 2.5.2 Część IV SWZ.

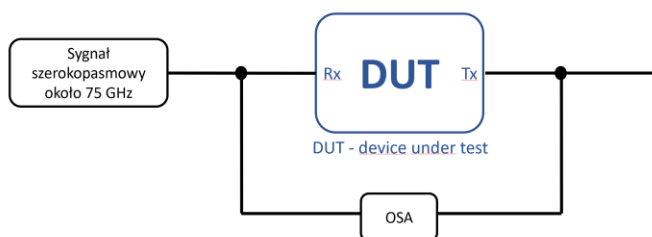
5. Transmisja muxpondera 200G w różnych kanałach optycznych



Rysunek 13.4. Schemat połączeń nr 4

Lp.	Badany parametr	Warunki procesu potwierdzenia zgodności	Potwierdzenie zgodności funkcjonalności
-1-	-2-	-3-	-4-
1	Szerokość kanałów optycznych, w których może być transmitowany sygnał muxpondera 200G	Wykonawca musi pokazać możliwość poprawnej transmisji sygnału 800G w kanałach optycznych o szerokości 37,5 GHz i 50 GHz przechodzących przez 3 węzły MD-ROADM. Rysunek 13.4	Poprawna transmisja sygnału 200G (pkt. 2.5.3 Część IV SWZ).

6. Szerokości widmowa pasma przenoszenia przestrajalnych multiplekserów optycznych



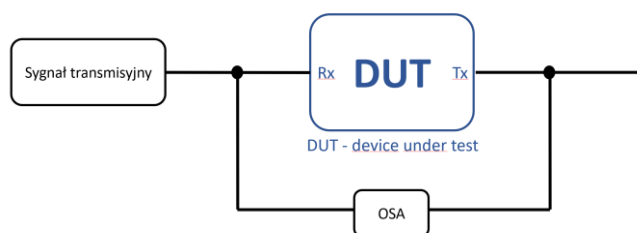
Rysunek 13.5. Schemat połączeń nr 5

Lp.	Badany parametr	Warunki procesu potwierdzenia zgodności	Potwierdzenie zgodności funkcjonalności
-1-	-2-	-3-	-4-

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

1	Szerokości widmowa pasma przenoszenia przestrajalnych multiplekserów optycznych	Na DUT (MD-ROADM lub pojedynczy WSS) będą zestawione kanały optyczne o szerokości 75 GHz (maksymalna liczba kanałów). Sygnał szerokopasmowy około 75 GHz będzie przestrajany na różne kanały, zwłaszcza skrajne, w celu weryfikacji transmisji. Jeżeli muxpondery proponowanego rozwiązania oferują transmisję z widmem optycznym około 75 GHz będą mogły być wykorzystane w tej procedurze. Rysunek 13.5.	Wynikiem będzie wartość szerokości pasma przenoszenia (ciągłe widmo optyczne) na każdym porcie (liczone osobno dla każdego portu przestrajalnych multiplekserów optycznych wyrażona w liczbie jednoczesnych kanałów optycznych o szerokości 75 GHz każdy i niepokrywających się (pkt. 2.4.1. z Części IV SWZ). Dodatkowym wynikiem będzie wartość szerokości pasma przenoszenia wyrażona w GHz w przypadku pasma przenoszenia szerszego niż wielokrotność kanału o szerokości 75 GHz. Warunkiem zgodności będzie poprawna transmisja sygnałów transmisyjnych.
---	---	---	---

7. Liczba jednoczesnych kanałów optycznych w przestrajalnych multiplekserach optycznych



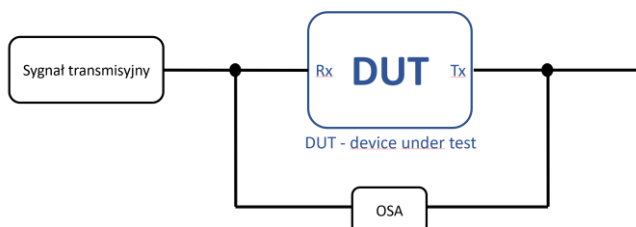
Rysunek 13.6. Schemat połączeń nr 6

Lp.	Badany parametr	Warunki procesu potwierdzenia zgodności	Potwierdzenie zgodności funkcjonalności
-1-	-2-	-3-	-4-
1	Liczba jednoczesnych kanałów optycznych na	Na DUT (MD-ROADM lub pojedynczy WSS) będą zestawione kanały	Wynikiem będzie wartość maksymalnej liczby jednoczesnych zestawionych

PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

	<p>każdym jednym porcie przestrajalnych multiplekserów optycznych (liczona osobno dla każdego portu)</p>	<p>optyczne w maksymalnej liczbie. Sygnał transmisyjny o szerokości widmowej dopasowanej do szerokości kanałów, przestrajany na różne kanały, zwłaszcza skrajne, w celu weryfikacji transmisji. Jeżeli muxpondery proponowanego rozwiązania oferują transmisję z widmem optycznym dopasowanym do szerokości kanałów będą mogły być wykorzystane w tej procedurze. Rysunek 13.6.</p>	<p>kanałów optycznych (pkt. 2.4.1. z Części IV SWZ). Warunkiem zgodności będzie poprawna transmisja sygnałów transmisyjnych.</p>
--	--	--	---

8. Szerokości widmowa pasma przenoszenia (wzmocnienia) wzmacniaczy optycznych



Rysunek 13.7. Schemat połączeń nr 7

Lp.	Badany parametr	Warunki procesu potwierdzenia zgodności	Potwierdzenie zgodności funkcjonalności
-1-	-2-	-3-	-4-
1	Szerokości widmowa pasma przenoszenia wzmacniaczy optycznych	Przez DUT (wzmacniacz) będą transmitowane sygnały transmisyjne przestrajane na różne kanały (częstotliwości),	Wynikiem będzie wartość szerokości pasma przenoszenia wyrażona w GHz (pkt. 2.4.3. z Części IV SWZ). Dodatkowo wynikiem będzie liczba jednoczesnych kanałów optycznych o

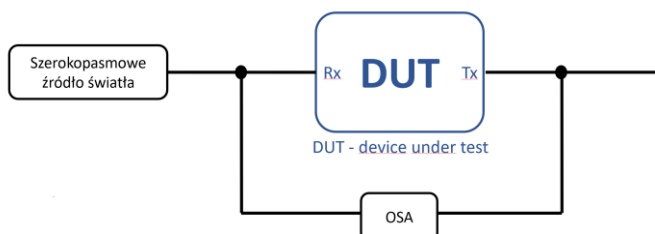
PN 10/02/2023 – system dalekosiężnej transmisji optycznej

		zwłaszcza skrajne, w celu weryfikacji transmisji. Rysunek 13.7.	szerokości 75 GHz obliczona z podzielenia otrzymanej szerokości pasma przenoszenia wyrażonej w GHz przez szerokość kanału 75 GHz. Warunkiem zgodności będzie poprawna transmisja sygnałów transmisyjnych.
--	--	---	--

9. Funkcjonalności equalizacji, setpoint w przestrajalnych multiplekserach optycznych

Lp.	Badany parametr	Warunki procesu potwierdzenia zgodności	Potwierdzenie zgodności funkcjonalności
-1-	-2-	-3-	-4-
1	Funkcjonalności equalizacji, setpoint	Zestawienie w DUT co najmniej dwóch kanałów optycznych (o różnej szerokości widmowej) wraz z transmisją w nich sygnałów optycznych transmisyjne. Rysunek 13.5.	Wynikiem będzie potwierdzenie: <ul style="list-style-type: none"> • procesu equalizacji dla całego portu liniowego, • procesu equalizacji dla pojedynczych kanałów optycznych na porcie liniowym, • procesu equalizacji dla każdego portu klienckiego, • możliwość ustawienia parametru setpoint dla portu liniowego, • możliwość ustawienia parametru setpoint dla każdego kanału optycznego osobno, • możliwość ustawienia parametru setpoint dla portu klienckiego, (pkt. 2.4.1. z Części IV SWZ).

10. Funkcjonalności flexible grid



Rysunek 13.8. Schemat połączeń nr 8

Lp.	Badany parametr	Warunki procesu potwierdzenia zgodności	Potwierdzenie zgodności funkcjonalności
-1-	-2-	-3-	-4-
1	<p>Funkcjonalność flexible grid:</p> <ul style="list-style-type: none"> • krok częstotliwości środkowej kanału optycznego (ang. frequency grid), • szerokość kanału (ang. slot width), • krok szerokości kanału (ang. frequency slot) 	<p>Na DUT (MD-ROADM lub pojedynczy WSS) będą konfigurowane kanały z funkcjonalnością flexible grid. Na wyjściu z DTU będzie przeprowadzany pomiar analizatorem widma OSA. Rysunek 13.8.</p>	<p>Wynikiem będą wartości:</p> <ul style="list-style-type: none"> • najmniejsza wartość kroku częstotliwości środkowej kanału optycznego (ang. frequency grid), • największa wartość szerokość kanału (ang. slot width), • najmniejsza wartość krok szerokości kanału (ang. frequency slot)

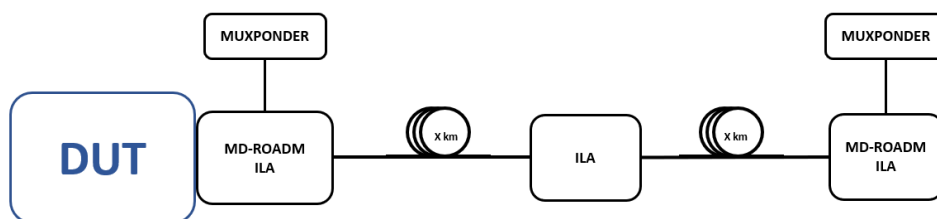
11. Wgrywanie własnych algorytmów szyfrowania do muxpondera szyfrującego

Lp.	Badany parametr	Warunki procesu potwierdzenia zgodności	Potwierdzenie zgodności funkcjonalności
-1-	-2-	-3-	-4-
1	<p>Procedura wgrywania własnych algorytmów szyfrowania do muxpondera szyfrującego</p>	<p>Wykonawca zaprezentuje możliwość wgrywania.</p>	<p>Wynikiem będzie możliwość wgrywania własnych algorytmów od muxpondera szyfrującego (pkt. 2.4.5. z Części IV SWZ).</p>

12. Funkcjonalności monitorowania traktów światłowodowych

Wykonawca potwierdza funkcjonalność monitorowania traktów światłowodowych opisaną w pkt. 2.4.6 z Części IV SWZ.

a) Współpraca z podsystemem transmisyjnym NG-OTN

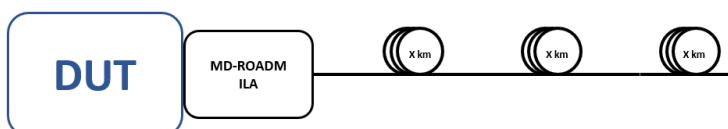


DUT - [device under test](#)

Rysunek 13.9. Schemat połączeń nr 9 – współpraca monitorowania włókien z transmisją

Lp.	Badany parametr	Warunki procesu potwierdzenia zgodności	Potwierdzenie zgodności funkcjonalności
-1-	-2-	-3-	-4-
1	Współpraca podsystem monitorowania włókien z podsystemem transmisyjnym NG-OTN	Zestawienie połączeń według schematu z rysunku 13.9.	Wynikiem będzie poprawne pomiary OTDR traktu światłowodowego oraz brak przerw w transmisji sygnałów 800G i 200G (pkt. 2.4.6. z Części IV SWZ).

b) Zasięg pomiarów monitorujących trakty światłowodowe



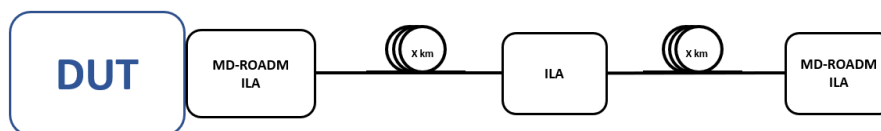
DUT - [device under test](#)

Rysunek 13.10. Schemat połączeń nr 10 – zasięg monitorowania włókien

Lp.	Badany parametr	Warunki procesu potwierdzenia zgodności	Potwierdzenie zgodności funkcjonalności
-1-	-2-	-3-	-4-
1	Zasięg pomiarów monitorujących trakty światłowodowe	Zestawienie połączeń według schematu z rysunku 13.10.	Wynikiem będzie wartość odległości poprawnej detekcji zdarzeń w trakcie światłowodowym wyrażona w kilometrach (pkt. 2.4.6. z Części IV SWZ).

c) Pomiary kaskadowe monitorowania traktów światłowodowych

Jeżeli Wykonawca przy realizacji Zadania 36 (pkt. 2.7 z Części IV SWZ) zaoferuje rozwiązanie z kaskadowym pomiarem traktów światłowodowych wówczas ten punkt jest obowiązkowy.



DUT - [device under test](#)

Rysunek 13.11. Schemat połączeń nr 11 – pomiar kaskadowy pomiarów monitorujących trakty światłowodowe

Lp.	Badany parametr	Warunki procesu potwierdzenia zgodności	Potwierdzenie zgodności funkcjonalności
-1-	-2-	-3-	-4-
1	Pomiary kaskadowe monitorowania traktów światłowodowych	Zestawienia połączeń według schematu z rysunku 13.11 odpowiadającym maksymalnemu zasięgowi i liczbie kaskad w oferowanym rozwiązaniu w Zadaniu 36	Wynikiem będzie poprawne raportowanie stanu traktu światłowodowego (pkt. 2.4.6. i 2.7 Zadanie 36 z Części IV SWZ).

d) Funkcjonalność monitorowania traktów światłowodowych

Lp.	Badany parametr	Warunki procesu potwierdzenia zgodności	Potwierdzenie zgodności funkcjonalności
-1-	-2-	-3-	-4-
1	Funkcjonalność monitorowania parametrów traktów światłowodowych	Zestawienia połączeń według schematu z rysunku 13.9 i 13.10 oraz 13.11 (jeżeli oferowane rozwiązanie)	Wynikiem będzie: <ul style="list-style-type: none"> poprawne raportowanie stanu traktu światłowodowego wgranie plików KML/KMZ wskazanie miejsca zdarzenia oraz miejsc awarii na przebiegu geograficznym <p>(pkt. 2.4.6. z Części IV SWZ).</p>

13. Funkcjonalności podsystemu NMS

Lp.	Badany parametr	Warunki procesu potwierdzenia zgodności	Potwierdzenie zgodności funkcjonalności
-1-	-2-	-3-	-4-
1	Funkcjonalność NMS	Pokazanie funkcjonalności z pkt 3.1 z Części IV SWZ.	Spełnienie wymagań z pkt 3.1 z Części IV SWZ.
2	Funkcjonalność planowania podsystemu transmisyjnego NG-OTN	Pokazanie funkcjonalności z pkt 3.1 z Części IV SWZ.	Spełnienie wymagań z pkt 3.1 z Części IV SWZ.
3	Funkcjonalność zarządzania monitorowaniem traktów światłowodowych	Pokazanie funkcjonalności z pkt 3.1 z Części IV SWZ.	Spełnienie wymagań z pkt 3.1 z Części IV SWZ z zakresu prezentowania pomiarów monitorujących i dokonania pomiarów z poziomu podsystemu NMS.

Kolejność części procesu potwierdzania zgodności będzie ustalona podczas przeprowadzania tego procesu.

Przyrządy pomiarowe Zamawiającego

Zamawiający posiada następujące przyrządy pomiarowe oraz pomocnicze do procesu potwierdzenia zgodności:

- analizator widma Aragon Photonics BOSA z pomiarem widma w dwóch polaryzacjach,
- analizator widma EXFO FTB-5240BP z platformą FTB-500,
- reflektometr światłowodowy EXFO OTDR EXFO FTB-7500E 1625 nm,
- reflektometr światłowodowy EXFO MAX-730C SMB 1310/1550 1650 LIVE,
- przestrajalne filtry optyczne Finisar WAVE SHaper 16000S,
- generator i analizator ruchu (system pomiarowy) produkcji Spirent z interfejsami 400GBase (wyposażony w kable 400G QSFP-DD Passive Direct Attach Copper Twinax Cable) oraz interfejsami 100GE (wyposażony w moduły 100GBASE-LR4 QSFP28).
- Transpondery 100G, 200G oraz 400G z modulacją kwadraturową.

Podczas demonstracji Wykonawca może wykorzystać własne przyrządy i systemy pomiarowe tej samej klasy co przyrządy Zamawiającego (np. VIAVI, Keysight/IXIA).