

Program Funkcjonalno-Użytkowy (PFU)

**dla modernizacji sieci szkolnej integrującej szkoły z BCU w ramach zadania pn.
„Utworzenie i funkcjonowanie Branżowego Centrum Umiejętności w dziedzinie
telekomunikacji w Opolu”**

Autor opracowania: Łukasz Kołodziej

Data: 05.08.2025

Spis Treści

- **1. Część Informacyjna**
 - 1.1. Przedmiot zamówienia
 - 1.2. Lokalizacja i warunki istniejące
 - 1.3. Cel zamówienia
 - 1.4. Zakres prac objętych zamówieniem
 - 1.5. Obowiązujące normy i przepisy
- **2. Część Techniczna - Opis Przedmiotu Zamówienia**
 - 2.1. Wymagania ogólne i demontaż
 - 2.2. Architektura, topologia i słownik pojęć
 - 2.3. System Tras Kablowych
 - 2.4. Okablowanie pionowe (szkieletowe) i poziome (dostępowe)
 - 2.5. Wymagania dla punktów dystrybucyjnych i urządzeń aktywnych
 - 2.6. Konfiguracja logiczna sieci (VLAN, Adresacja, DHCP)
 - 2.7. Sieć bezprzewodowa (WiFi) i QoS
 - 2.8. Wymagania Bezpieczeństwa Sieciowego i Fizycznego
 - 2.9. System monitoringu, redundancja i zasilanie awaryjne
 - 2.10. Standard Oznakowania i Nazewnictwa
 - 2.11. Wymagania dotyczące dokumentacji, testów i szkolenia
- **3. Szczegółowy Opis Wymagań dla Pomieszczeń**
 - 3.1. Parter
 - 3.2. Piętro I
 - 3.3. Piętro II
 - 3.4. Piętro III
- **4. Załączniki**
 - 4.1. Załącznik A: Wykaz Materiałów i Sprzętu
 - 4.2. Załącznik B: Wykaz Prac Instalacyjnych
 - 4.3. Załączniki C: Dokumentacja Graficzna (Plany i Schematy)

1. Część Informacyjna

1.1. Przedmiot zamówienia

Przedmiotem zamówienia jest kompleksowe zaprojektowanie, dostawa, montaż, uruchomienie i certyfikacja strukturalnej sieci komputerowej LAN (pasywnej i aktywnej) w budynku Zespołu Szkół Elektrycznych w Opolu.

1.2. Lokalizacja i warunki istniejące

Instalacja będzie realizowana w czynnym obiekcie szkolnym, obejmując cztery kondygnacje budynku (parter, I, II i III piętro). Centralny Punkt Dystrybucyjny (CPD) zostanie zorganizowany w istniejącej szafie serwerowej Zamawiającego.

1.3. Cel zamówienia

Celem zamówienia jest budowa nowoczesnej, wydajnej, bezpiecznej i skalowalnej infrastruktury sieciowej, która będzie wspierać procesy dydaktyczne i administracyjne szkoły w ramach tworzonego Branżowego Centrum Umiejętności.

1.4. Zakres prac objętych zamówieniem

- a) Utworzenie dokumentacji przedwykonawczej wraz z planem prac i etapami odbiorów.
- b) Pełny demontaż i utylizacja istniejącej infrastruktury teletechnicznej.
- c) Wykonanie projektu wykonawczego nowej sieci LAN.
- d) Dostawa i montaż okablowania, tras kablowych oraz wyposażenia punktów dystrybucyjnych.
- e) Dostawa, montaż i pełna konfiguracja urządzeń aktywnych sieci.
- f) Przeprowadzenie kompleksowych pomiarów i testów weryfikacyjnych.
- g) Stworzenie i przekazanie Zamawiającemu pełnej dokumentacji powykonawczej.
- h) Przeprowadzenie szkolenia dla personelu Zamawiającego.

1.5. Obowiązujące normy i przepisy

Wykonawca zobowiązany jest do realizacji prac zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa, w szczególności z Ustawą Prawo Budowlane oraz normami branżowymi:

PN-EN 50173, PN-EN 50174, ISO/IEC 11801 lub równoważnymi.

2. Część Techniczna - Opis Przedmiotu Zamówienia

2.1. Wymagania ogólne i demontaż

Wszystkie komponenty muszą być fabrycznie nowe. Cały system okablowania strukturalnego (kable, moduły, panele) musi zapewniać pełną kompatybilność i zgodność ze standardem **EN 50173-1 (dla kategorii 6)**. Przed przystąpieniem do prac instalacyjnych, Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia pełnego demontażu i utylizacji istniejącej infrastruktury teletechnicznej, w tym istniejących korytek kablowych, wszelkich kabli i pozostałości po starych, nieużywanych już przewodach sieciowych i telekomunikacyjnych. Utylicacja zdemontowanych korytek i okablowania.

2.2. Architektura, topologia i słownik pojęć

- **Architektura:** Sieć należy zrealizować w oparciu o topografię rozszerzonej gwiazdy i architekturę trójwarstwową (rdzeń, dystrybucja, dostęp).
- **Segmenty:** Należy wydzielić segmenty: Dydaktyczny, Administracyjny, WiFi, TV, Kamer oraz Pracowni Komputerowych. Separacja poszczególnych segmentów sieciowych będzie oparta o logiczną i fizyczną separację galwaniczną.
- **Słownik pojęć:**
 - **CPD (Centralny Punkt Dystrybucyjny):** Główny węzeł sieci w budynku.
 - **PPD (Pośredni Punkt Dystrybucyjny):** Węzeł pośredni.
 - **PD (Punkt Dystrybucyjny):** Szafa dystrybucyjna na piętrze.
 - **KPD (Końcowy Punkt Dystrybucyjny):** Szafa w pracowni/sali.

2.3. System Tras Kablowych

Głównym elementem prowadzenia okablowania mają być korytka kablowe z tworzywa sztucznego (PCV) z zachowaniem **40% rezerwy pojemności**. Odejścia do pomieszczeń należy realizować w korytkach. Całość systemu tras musi być uziemiona, a przejście przez strefy pożarowe muszą posiadać certyfikowane zabezpieczenia PPOŻ. Korytka powinny być ułożone z wykorzystaniem systemowych kształtek na rogach i łączeniach. Wymiary korytek:

- W pracowniach i na korytarzach: minimum **98 mm x 58 mm**.
- W pozostałych salach: minimum **25 mm x 16 mm**.

2.4. Okablowanie pionowe (szkieletowe) i poziome (dostępowe)

- **Okablowanie pionowe:** Stanowi kręgosłup sieci. Musi być wykonane w technologii światłowodowej wielomodowej (**MM OM4** lub równoważnej), w strukturze redundantnej (**minimum 1x12J na relację**), zakończone spawanymi pigtailami LC/DDM.
- **Okablowanie poziome:** Łączy punkty dystrybucyjne z gniazdami końcowymi.

Musi być wykonane w standardzie skrętki miedzianej **kategorii 6 U/UTP lub F/UTP**, niepalnej. Maksymalna długość toru nie może przekraczać **90 metrów**.

2.5. Wymagania dla punktów dystrybucyjnych i urządzeń aktywnych

- **Szafy Rack:** **15 szaf wiszących (minimum 9U)** dla PD/PPD/KPD. Wszystkie muszą być zamkane i w pełni wyposażone w listwy zasilające, patch panele, patchcordy (w tym światłowodowe) oraz posiadać kompletną dokumentację techniczną i opisową powykonawczą.
- **Urządzenia aktywne:** Muszą pochodzić od jednego producenta i być zarządzane centralnie z jednego spójnego interfejsu/systemu. Gwarancja na urządzenia musi wynosić minimum **24 miesiące** w systemie "next business day".
 - **3 x Urządzenie brzegowe (Router/Firewall):** Fabrycznie nowy, wysokowydajny router rdzeniowy warstwy L3, klasy operatorskiej (ISP). Wymagania: minimum **12 fizycznych portów 25 Gigabit na wkładki SFP+/SFP28** (1/10/25 Gb/s), minimum **2 sloty na wkładki QSFP28** (każdy 100 Gb/s, łączna praca min. 200 Gb/s). Porty podłączone do wysokowydajnego, zintegrowanego układu przełącznika. Każde urządzenie dostarczone z kompletem wkładek SFP+/SFP28/QSFP28.
 - **6 x Przełącznik rdzeniowy światłowodowy:** Zarządzalny, warstwy 3, wyposażony w min. **16 portów na wkładki SFP+/SFP28**. Musi posiadać dwa porty zasilania AC. Musi wspierać routing statyczny i dynamiczny (OSPF), agregację linków (LACP), VLAN (IEEE 802.1Q), DHCP oraz posiadać nieblokującą matrycę przełączania. Każde urządzenie dostarczone z kompletem wkładek SFP+/SFP28/QSFP28 oraz kabli zasilających/zasilaczy.
 - **12 x Przełącznik dostępowy:** Zarządzalny, warstwy 3, wyposażony w min. **48 portów 1 Gbps Ethernet, 4 porty 10 Gbps SFP+, 2 porty QSFP+**. Musi posiadać dwa porty zasilania AC i wspierać funkcje jak wyżej. Każde urządzenie dostarczone z kompletem wkładek i kabli/zasilaczy.
 - **9 x Przełącznik dostępowy:** Zarządzalny, warstwy 3, wyposażony w min. **24 porty 1 Gbps Ethernet, 2 porty 10 Gbps SFP+**. Musi wspierać funkcje jak wyżej. Każde urządzenie dostarczone z kompletem wkładek i kabli/zasilaczy.
 - **1 x Przełącznik PoE:** Zarządzalny, warstwy 3, wyposażony w min. **24 porty 1 Gbps Ethernet PoE (IEEE 802.3at), 4 porty 10 Gbps SFP+**. Musi wspierać funkcje jak wyżej. Każde urządzenie dostarczone z kompletem wkładek i kabli/zasilaczy.
 - **14 x Punkt dostępowy (AP):** Standard **Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax)**, kompatybilny wstecz (a/b/g/n/ac). Zasilanie przez **PoE-in (IEEE 802.3at)**. Wsparcie dla **WPA3**, OSPF, BGP, DHCP. Kompatybilny z dostarczonym przełącznikiem PoE. Musi posiadać możliwość regulacji mocy nadajnika zgodnie z normami

europejskimi i polskimi.

2.6. Konfiguracja logiczna sieci (VLAN, Adresacja, DHCP)

- **Segmentacja VLAN i Adresacja IP:** Sieć zostanie podzielona na wirtualne podsieci (VLAN). Połączenia uplink będą skonfigurowane jako trunk, a porty dostępowe jako access.

| ID VLAN | Przeznaczenie | Adresacja Sieci |
|---------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 101-104 | Sieć Dydaktyczna (dla pięter 0-3) | 192.168.[1-4].0/24 |
| 110 | Sieć dla telewizorów informacyjnych | 192.168.10.0/24 |
| 208-246 | Sieci Pracowni Uczniowskich | 10.[NR_PRACOWNI].0.0/16 |
| 300-303 | Sieć WiFi Uczniowska (dla pięter) | 10.100.[1-4].0/24 |
| 400-401 | Sieć Serwerów Uczniowskich | 10.200.100.0/24 i 10.200.200.0/24 |
| 500 | Sieć Administracyjna | 172.20.20.0/24 |
| 501 | Sieć Kamer (Monitoring CCTV) | 172.21.1.0/24 |
| 600 | Sieć Zarządzania Infrastrukturą | 192.168.255.0/28 |

- **DHCP:** Pule adresów mają obejmować **80% zakresu** w każdym VLAN, z rezerwacją pierwszych 50 adresów na potrzeby statyczne.

2.7. Sieć bezprzewodowa (WiFi) i QoS

- **Standard:** Punkty dostępowe w standardzie **Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax)** lub równoważnym, zasilane PoE+, zarządzane centralnie.
- **SSID:**
 - ZSE_Guest (z Captive Portal i izolacją klientów).
 - ZSE_Staff (zabezpieczone WPA2/WPA3-Enterprise lub równoważnym).
- **QoS (Quality of Service):** Należy zagwarantować minimalną przepustowość:
 - **Pracownie:** 60 Mbps na pracownię (z burst do 80 Mbps).
 - **Sale dydaktyczne:** 1000 Mbps na piętro.
 - **Sieć WiFi:** 200 Mbps na piętro, z niskim priorytetem dla pobierania dużych plików.

- **Wymagania dodatkowe dla WiFi:** Implementacja ograniczeń dostępu do sieci WiFi w określonych godzinach oraz blokada treści hazardowych (zgodnie z art. 5 ust. 1b ustawy z dnia 19 listopada 2009 r. o grach hazardowych) i innych określonych w zaleceniach UKE.

2.8. Wymagania Bezpieczeństwa Sieciowego i Fizycznego

- **Firewall:** Wdrożenie rygorystycznych reguł na firewallu centralnym, separujących sieci uczniowskie i dydaktyczne od segmentów krytycznych. Ruch do sieci zarządzania (VLAN 600) dozwolony tylko z autoryzowanych hostów. Wdrożenie filtrowania treści w sieci uczniowskiej i WiFi oraz zabezpieczeń przed nieautoryzowanym dostępem do portów sieciowych.
- **Dostęp i Hasła:** Dostęp administracyjny do urządzeń wyłącznie po **SSH** (lub protokole równoważnym). Dostęp przez Telnet i HTTP/S musi być zablokowany. Hasła muszą mieć min. 16 znaków i spełniać wymogi złożoności.
- **Mechanizmy egzaminacyjne:** W każdej pracowni wdrożenie dwupoziomowego systemu odcinania dostępu do internetu (programowy i fizyczny).
- **Bezpieczeństwo fizyczne:** Wszystkie szafy muszą być zamkane na klucz. Dostęp do CPD musi być kontrolowany i monitorowany.

2.9. System monitoringu, redundancja i zasilanie awaryjne

- **Monitoring:** Wdrożenie systemu typu Zabbix (lub równoważnego) lub wykorzystanie wbudowanych narzędzi systemu zarządzania urządzeniami. Monitoring musi obejmować wszystkie urządzenia sieciowe.
- **Redundancja i Failover:** Połączenia między kluczowymi przełącznikami muszą być redundantne (**LACP**). Należy skonfigurować protokoły **STP/RSTP** na przełącznikach.
- **Zasilanie Awaryjne (UPS):** Każda szafa dystrybucyjna (PD/PPD/KPD) z urządzeniami aktywnymi musi być zasilana z dedykowanego obwodu elektrycznego 1-fazowego z zabezpieczeniem C16. Wewnątrz każdej takiej szafy należy zainstalować **dedykowany zasilacz awaryjny UPS typu rack**, zapewniający podtrzymanie zasilania na minimum 20 minut dla pełnego obciążenia urządzeń w tej szafie.

2.10. Standard Oznakowania i Nazewnictwa

Wszystkie kable, panele krosowe, gniazda logiczne oraz punkty dystrybucyjne muszą być jednoznacznie i trwale oznaczone zgodnie z poniższą konwencją.

2.10.1. Punkty Dystrybucyjne (Szafy Rack)

- a) CPD: CPD-<LOKALIZACJA> (Przykład: CPD-B3)
- b) PPD: PPD-<NR_PIĘTRA>-<NR_PPD> (Przykład: PPD-P0-01)

- c) PD: PD-<NR_PIĘTRA>-<NR_PD> (Przykład: PD-P3-01)
- d) KPD: KPD-<NR_PIĘTRA>-<NR_SALI>-<NR_KPD> (Przykład: KPD-P2-27-01)

2.10.2. Kable Instalacyjne

- a) Struktura: <TYP>-<LOK_START>/<LOK_STOP>/<NR>
- b) Przykłady:
 - * F-CPD-B3/PD-P3-01/01 (Światłowód między CPD a PD na 3. piętrze)
 - * C-PD-P2-01/G28-14/01 (Kabel miedziany od PD na 2. piętrze do gniazda nr 14 w sali 28)

2.10.3. Porty na Panelach Krosowniczych

- a) Struktura: <NR_PANELU>.<NR_PORTU>
- b) Przykład: P01.14 (Port nr 14 na panelu krosowniczym nr 1 w danej szafie)

2.10.4. Gniazda Logiczne (końcowe)

- a) Struktura: <NR_SALI>-<NR_GNIAZDA>
- b) Przykład: G42-02 (Drugie gniazdo w sali nr 42)

2.10.5. Urządzenia Aktywne

- a) Routery/Przełączniki:
 - * Struktura: <PROD>-<RODZ>-<LOK>-<NR>
 - * Przykład: CS-GW-CPD-01 (Główny router Cisco w CPD)
- b) Serwery i Maszyny Wirtualne:
 - * Struktura: <TYP><WŁAŚCICIEL><SYSTEM><ZASTOSOWANIE><NR>
 - * Przykład: P-EO-WS-ADC-01 (Produkcyjny, szkolny serwer Windows, kontroler domeny nr 1)

2.11. Wymagania dotyczące dokumentacji, testów i szkolenia

2.11.1. Dokumentacja Techniczna Powykonawcza

Wykonawca jest zobowiązany do przekazania kompletnej dokumentacji (2 egz. papierowe, 1 elektroniczny), zawierającej co najmniej:

- a) Opis zastosowanych rozwiązań z uzasadnieniem doboru sprzętu w kontekście wymagań.
- b) Zestawienie i inwentaryzację urządzeń (numery seryjne, daty gwarancji, karty produktów).
- c) Schematy: okablowania (.dwg, .pdf), VLAN, powykonawczy, logiczny, adresacji IP.
- d) Listę danych dostępowych (hasła, loginy, IP, nazwa DNS).
- e) Pełną specyfikację techniczną wszystkich komponentów.
- f) Pomiary długości tras kablowych (z dokładnością do 0.1 m).
- g) Kompletne raporty z testów (zgodnie z wymaganiami Cat 6 EIA/TIA-518B).
- h) Kopie zapasowe konfiguracji urządzeń i instrukcje (5 kopii na nośniku USB).
- i) Oświadczenie i deklaracje zgodności (CE, normy producentów).

2.11.2. Procedury Odbiorowe i Testowe

Odbiór końcowy warunkowany pozytywnym wynikiem testów dla **100% torów transmisyjnych**. Procedury mają na celu weryfikację funkcjonalną.

- Okablowanie Miedziane (Kat. 6):
 - a) Weryfikacja połączeń (Wymagane): Sprawdzenie każdego toru testerem

okablowania LAN kat. 6 w celu potwierdzenia mapy połączeń (pinout), braku przerw i zwarć oraz sporządzenie protokołu pomiarów.

- b) Test przepustowości (Wymagane dla 10% torów): Osiągnięcie stabilnej przepustowości min. 900 Mbps (dla 1Gbps) między stacją końcową a serwerem w CPD.
- c) Test redundancji (Wymagane): Weryfikacja przełączania na zapasową parę obwodu dla połączeń newralgicznych zgodnie z planem disaster recovery.
- Okablowanie Światłowodowe (MM OM4):
 - a) Pomiary tłumienności (Wymagane): Pomiar dla każdego włókna miernikiem mocy optycznej (dł. fali 850nm). Tłumienność toru nie może przekroczyć wartości obliczonej wg wzoru: $Tłumienie [dB] = (\text{dł. kabla [km]} * 3.5 \text{ dB}) + (\text{ilość spawów} * 0.2 \text{ dB}) + (\text{ilość złącz} * 0.5 \text{ dB})$.
 - b) Kontrola jakości instalacji (Wymagane): Sprawdzenie poprawności montażu, zachowania minimalnych promieni gięcia i zabezpieczeń PPOż.
 - c) Test redundancji (Wymagane): Weryfikacja przełączania na zapasową parę obwodu dla połączeń newralgicznych zgodnie z planem disaster recovery.

2.11.3. Szkolenie

Wykonawca przeprowadzi minimum **5-dniowe szkolenie** dla administratorów sieci Zamawiającego z zakresu administracji, konfiguracji i diagnostyki dostarczonej infrastruktury.

3. Szczegółowy Opis Wymagań dla Pomieszczeń

We wszystkich poniższych opisach należy stosować kabel kat. 6 U/UTP (lub F/UTP) i osprzęt kat. 6.

3.1. Parter

- **Korytarze:** Montaż 2x PD (PD-PO-W, PD-PO-S) w szafach 9U. Podłączenie 3 kamer IP, 2 AP WiFi 6, 3 portów RJ45 dla TV.
- **Sala 1 (Portiernia):** 1x podwójne gniazdo RJ45 (ekranowane), sieć administracyjna (VLAN 500).
- **Sala 2 (Archiwum):** 1x podwójne gniazdo RJ45 (ekranowane), sieć administracyjna (VLAN 500).
- **Sala 3 (Administracja):** 5x podwójne gniazdo RJ45 (10 portów), sieć administracyjna (VLAN 500).
- **Sala 4 (Sala Gimnastyczna):** 8x gniazdo RJ45 o podwyższonej odporności, 1x AP WiFi 6. W pomieszczeniach socjalnych nauczycieli WF podwójne gniazda standardowe.
- **Sala 5 (Sala dydaktyczna):** 1x podwójne gniazdo RJ45 przy biurku nauczyciela, sieć dydaktyczna (VLAN 101), podłączone bezpośrednio do PD.
- **Sala 6 (Pielęgniarka):** 1x podwójne gniazdo RJ45, sieć dydaktyczna (VLAN 101).
- **Sala 6A (Pomieszczenie gospodarcze):** 1x pojedyncze gniazdo RJ45, sieć dydaktyczna (VLAN 101).
- **Sala 7 (Biblioteka):** Instalacja PPD (szafa 9U) z redundantnym uplinkiem światłowodowym. 8x gniazdo RJ45 dla stanowisk komputerowych, 1x podwójne gniazdo dla bibliotekarza.
- **Sala 8 i 9 (Pracownie):**
 - **Nauczyciel:** 1x podwójne gniazdo RJ45 podłączone bezpośrednio do PD (sieć dydaktyczna).
 - **Uczniowie:** Instalacja KPD (szafa 9U) z redundantnym uplinkiem światłowodowym. Okablowanie dla 32 portów w dedykowanych VLANach (10.8.0.0/16 i 10.9.0.0/16).
- **Sala 10 (Sklepik):** 1x podwójne gniazdo RJ45, sieć administracyjna (VLAN 500).

3.2. Piętro I

- **Korytarze:** Montaż 2x PD (PD-P1-W, PD-P1-S) w szafach 9U. Podłączenie 3 kamer IP, 2 AP WiFi 6, 3 portów RJ45 dla TV.
- **Sale 11, 12, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22 (Dydaktyczne):** W każdej sali 1x podwójne gniazdo RJ45 przy biurku nauczyciela (VLAN 102).
- **Sala 13 (Sala konferencyjna):** 4x podwójne gniazdo RJ45 (8 portów), 1x AP WiFi

6.

- **Sala 14 (Pomieszczenie socjalne):** 1x podwójne gniazdo RJ45.
- **Sala 18 (Administracja):** 2x podwójne gniazdo RJ45 (4 porty), sieć administracyjna (VLAN 500).
- **Sale 23, 24, 25 (Pracownie):**
 - **Nauczyciel:** 1x podwójne gniazdo RJ45 podłączone bezpośrednio do PD.
 - **Uczniowie:** W każdej sali instalacja KPD (szafa 9U) z redundantnym uplinkiem światłowodowym. Okablowanie dla 32 portów w dedykowanych VLANach (np. 10.23.0.0/16).

3.3. Piętro II

- **Korytarze:** Montaż 2x PD (PD-P2-W, PD-P2-S) w szafach 9U. Podłączenie 3 kamer IP, 2 AP WiFi 6, 3 portów RJ45 dla TV.
- **Sale 26, 27, 28, 30, 31 (Pracownie):**
 - **Nauczyciel:** 1x podwójne gniazdo RJ45 podłączone bezpośrednio do PD.
 - **Uczniowie:** W każdej sali instalacja KPD (szafa 9U) z redundantnym uplinkiem światłowodowym. Okablowanie dla 20-32 portów w dedykowanych VLANach.
- **Sala 29 (Pokój nauczycielski):** 6x podwójne gniazdo RJ45 (12 portów), 1x AP WiFi 6.
- **Sale 32-37 (Administracja):** W każdym pomieszczeniu 1x podwójne gniazdo RJ45 (VLAN 500).
- **Sale 38, 39, 40 (Dydaktyczne):** W każdej sali 1x podwójne gniazdo RJ45 przy biurku nauczyciela (VLAN 103).
- **Sala 41 (Pracownia Mobilna):** Instalacja KPD (szafa 9U) z 2 portami dla nauczyciela, 18 portami uczniowskimi, 1x AP WiFi 6 wewnątrz sali (VLAN 10.41.0.0/16).

3.4. Piętro III

- **Korytarze:** Montaż 2x PD (PD-P3-W, PD-P3-S) w szafach 9U. Podłączenie 3 kamer IP, 2 AP WiFi 6, 3 portów RJ45 dla TV.
- **Sala 42 (Pracownia):**
 - **Nauczyciel:** 1x podwójne gniazdo RJ45 podłączone bezpośrednio do PD.
 - **Uczniowie:** Instalacja KPD (szafa 9U) z redundantnym uplinkiem światłowodowym. Okablowanie dla 32 portów (VLAN 10.42.0.0/24).
- **Sale 43, 44, 46 (Pracownie Mobilne):** W każdej sali instalacja KPD (szafa 9U) z okablowaniem dla 18 stanowisk i 1 AP WiFi 6 wewnątrz (dedykowane VLANy).
- **Sale 45, 47-53 (Sale dydaktyczne):** W każdej sali instalacja podwójnego gniazda RJ45 przy biurku nauczyciela (sieć dydaktyczna VLAN 104).
- **Sala 54 (Klatka schodowa):** Brak instalacji.

- **Sala 55 (Samorząd/Radiowęzeł):** W sali należy zainstalować podwójne gniazdo RJ45 przy biurku, zapewniające dostęp do sieci dydaktycznej (VLAN 104).

4. Załączniki

4.1. Załącznik A: Wykaz Materiałów i Sprzętu

| Lp. | Kategoria | Nazwa Sprzętu / Komponentu | Ilość | Jednostka |
|----------|---|---|-------|-----------|
| A | Urządzenia Aktywne (zgodnie z pkt 2.5) | | | |
| 1 | Urządzenia brzegowe | Router/Firewall L3 klasy operatorskiej | 3 | szt. |
| 2 | Przełączniki | Przełącznik rdzeniowy światłowodowy L3 (min. 16x SFP+/SFP28) | 5 | szt. |
| 3 | | Przełącznik dostępowy L3 (min. 48x 1G, 4x 10G SFP+, 2x QSFP+) | 12 | szt. |
| 4 | | Przełącznik dostępowy L3 (min. 24x 1G, 2x 10G SFP+) | 8 | szt. |
| 5 | | Przełącznik dostępowy L3 PoE (min. 24x 1G PoE+, 4x 10G SFP+) | 1 | szt. |
| 6 | Sieć bezprzewodowa | Punkt dostępowy Wi-Fi 6 (802.11ax) | 14 | szt. |
| B | Infrastruktura Pasywna | | | |

| | | | | |
|----|---------------------------|---|--------------------------------|------|
| 7 | Szafy dystrybucyjne | Szafa RACK wisząca (min. 9U) z wyposażeniem | 15 | szt. |
| 8 | Okablowanie miedziane | Kabel instalacyjny skrętka kat. 6 U/UTP lub F/UTP, niepalny | zgodne z wyliczeniem wykonawcy | mb |
| 9 | | Panel krosowniczy miedziany kat. 6, 24-portowy lub 48-portowy | zgodne z wyliczeniem wykonawcy | szt. |
| 10 | | Moduł (gniazdo) keystone RJ45 kat. 6 | zgodne z wyliczeniem wykonawcy | szt. |
| 11 | | Puszka na/podtynkowa na 2 moduły keystone | zgodne z wyliczeniem wykonawcy | szt. |
| 12 | | Patchcord miedziany kat. 6 (różne długości i kolory) | zgodne z wyliczeniem wykonawcy | szt. |
| 13 | Okablowanie światłowodowe | Kabel światłowodowy wielomodowy MM OM4, 12J | zgodne z wyliczeniem wykonawcy | mb |
| 14 | | Panel krosowniczy światłowodowy 1U, 24-portowy LC Duplex | zgodne z wyliczeniem wykonawcy | szt. |
| 15 | | Pigtail światłowodowy MM OM4, LC/DDM | zgodne z wyliczeniem wykonawcy | szt. |

| | | | | |
|----------|---------------------------|---|--------------------------------|------|
| 16 | | Patchcord światłowodowy MM OM4, LC-LC Duplex | zgodne z wyliczeniem wykonawcy | szt. |
| 17 | Wkładki (moduły) | Moduł SFP+/SFP28/QSFP28 | zgodne z wyliczeniem wykonawcy | szt. |
| C | Systemy Pomocnicze | | | |
| 18 | Zasilanie | Zasilacz awaryjny UPS typu RACK (min. 20 min podtrzymańia) zgodnie z punktem 2.9 | 1 | szt. |
| 19 | | Listwa zasilająca do szafy RACK 19" | zgodne z wyliczeniem wykonawcy | szt. |

4.2. Załącznik B: Wykaz Prac Instalacyjnych

| Lp. | Opis Usługi | Jednostka | Ilość |
|-----|---|-----------|--------------------------------|
| 1 | Demontaż i utylizacja starej infrastruktury | kpl. | 1 |
| 2 | Usługa układania przewodów instalacyjnych (skrętka kat. 6) | mb. | zgodne z wyliczeniem wykonawcy |
| 3 | Usługa montażu korytek kablowych (PCV) | mb. | zgodne z wyliczeniem wykonawcy |
| 4 | Usługa układania przewodów światłowodowych (MM OM4) | mb. | zgodne z wyliczeniem wykonawcy |
| 5 | Usługa montażu szaf RACK (wiszących) | szt. | 15 |
| 6 | Usługa instalacji paneli krosowniczych miedzianych | szt. | zgodne z wyliczeniem wykonawcy |
| 7 | Usługa instalacji paneli krosowniczych światłowodowych | szt. | zgodne z wyliczeniem wykonawcy |
| 8 | Usługa instalacji i terminacji gniazd RJ45 (wszystkie typy) | szt. | zgodne z wyliczeniem wykonawcy |
| 9 | Usługa spawania włókien światłowodowych (złącze) | spaw | zgodne z wyliczeniem wykonawcy |
| 10 | Usługa instalacji i konfiguracji urządzeń aktywnych | kpl. | 1 |
| 11 | Usługa testowania i | kpl. | 1 |

| | | | |
|----|---|------|---|
| | pomiarów weryfikacyjnych instalacji | | |
| 12 | Usługa opracowania dokumentacji technicznej powykonawczej | kpl. | 1 |
| 13 | Usługa szkolenia personelu | dni | 5 |

4.3. Załączniki C: Dokumentacja Graficzna (Plany i Schematy)

Stanowi integralną część niniejszego PFU.

- **Załącznik C.1:** Rzut Techniczny - Parter
- **Załącznik C.2:** Rzut Techniczny - Piętro I
- **Załącznik C.3:** Rzut Techniczny - Piętro II
- **Załącznik C.4:** Rzut Techniczny - Piętro III