

## **Specyfikacja systemu okablowania strukturalnego**

### **1. Normy**

Podstawą do opracowania zagadnień związanych z okablowaniem strukturalnym są normy okablowania strukturalnego.

Normy europejskie dotyczące okablowania strukturalnego – wymagań ogólnych i specyficznych dla danego środowiska:

- *ISO/IEC11801:2011 - Information technology - Generic cabling for customer premises*
- *PN-EN 50173-1:2011 Technika Informatyczna – Systemy okablowania strukturalnego - Część 1: Wymagania ogólne*
- *PN-EN 50173-2:2008/A1:2011E Technika Informatyczna – Systemy okablowania strukturalnego - Część 2: Budynki biurowe;*

Normy europejskie pomocnicze - w zakresie instalacji:

- *PN-EN 50174-1:2010/A1:2011E Technika informatyczna. Instalacja okablowania - Część 1 - Specyfikacja i zapewnienie jakości;*
- *PN-EN 50174-2:2010/A1:2011E Technika informatyczna. Instalacja okablowania -Część 2 - Planowanie i wykonawstwo instalacji wewnątrz budynków;*
- *PN-EN 50174-3:2014-02 Technika informatyczna. Instalacja okablowania -Część 3 - Planowanie i wykonawstwo instalacji na zewnątrz budynków;*
- *PN-EN 50346:2004/A2:2010P Technika informatyczna. Instalacja okablowania - Badanie zainstalowanego okablowania*
- *PN-EN 50310:2016-09 Sieci połączeń wyrównawczych w budynkach i innych obiektach budowlanych z instalacjami telekomunikacyjnymi*

W przypadku powołań normatywnych niedatowanych obowiązuje zawsze najnowsze wydanie cytowanej normy.

Wykonawca ma obowiązek wykonać instalację okablowania zgodnie z wymaganiami norm obowiązujących w czasie realizacji zadania, przy uwzględnieniu wszystkich wymagań opisanych w dokumentacji projektowej a zdefiniowane przez dokumenty wskazane powyżej.

System okablowania oraz wydajność komponentów na etapie oddania instalacji do użytku musi pozostać w zgodzie z wymaganiami norm PN-EN 50173-1:2011 i ISO/IEC11801:2011.

### **2. Wymagania ogólne.**

#### **2.1. Producent systemu okablowania strukturalnego**

Poniżej przedstawiono minimalne wymaganie jakie musi spełniać producent oferowanego okablowania strukturalnego. Należy je potwierdzić przedstawieniem odpowiednich certyfikatów lub oświadczeń producenta.

##### **ISO 9001:2008**

Producent okablowania strukturalnego musi posiadać wdrożony system zapewnienia jakości ISO 9001:2008 od co najmniej 5 lat poświadczony odpowiednim Certyfikatem.

##### **ISO 14001:2004**

Producent okablowania strukturalnego musi posiadać aktualny certyfikat zgodności z normą ISO 14001:2004 dotyczący: Projektowania, rozwoju, produkcji i dostaw rozwiązań w zakresie zarządzania informacją i przesyłem danych, które umożliwiają właścicielom infrastruktury na efektywne planowanie, zakupy, wdrożenia, zabezpieczenie i zarządzanie ich własną infrastrukturą warstwy fizycznej przez cały okres eksploatacji.

## **Dyrektywa RoSH**

Wszystkie komponenty systemu okablowania strukturalnego oferowane przez producenta muszą spełniać dyrektywę RoSH (ang. RoHS – Restriction of use of hazardous substances) o numerze 2002/95/EC PARLAMENTU I RADY EUROPY z dnia 27 stycznia 2003r. w sprawie ograniczenia stosowania niektórych niebezpiecznych substancji w sprzęcie elektrycznym i elektronicznym wraz z późniejszymi zmianami (2005/747/WE z dnia 21 października 2005 r.) oraz ROZPORZĄDZENIEM MINISTRA GOSPODARKI I PRACY z dnia 6 października 2004 (Dz.U. Nr 229, poz. 2309 i 2310) w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących ograniczenia wykorzystania w sprzęcie elektronicznym i elektrycznym niektórych substancji mogących negatywnie wpływać na środowisko.

## **2.2. System okablowania strukturalnego**

Poniżej przedstawiono minimalne wymaganie jakie musi spełniać oferowany system okablowania strukturalnego. Należy je potwierdzić przedstawieniem odpowiednich certyfikatów lub oświadczeń producenta.

### **Jednorodność komponentów**

Wszystkie elementy pasywne składające się na okablowanie strukturalne muszą być oznaczone nazwą lub znakiem firmowym, tego samego producenta okablowania i pochodzić z jednolitej oferty reprezentującej kompletny system. Nie dopuszcza się instalowania w torze transmisyjnym elementów pochodzących od różnych producentów w szczególności dotyczy to kabli transmisyjnych.

### **Program gwarancyjny**

Wykonane okablowanie strukturalne musi zostać objęte minimum 25-cio letnim certyfikatem gwarancyjnym wydanym przez producenta okablowania. W tym okresie powinny obowiązywać następujące gwarancje:

### **Gwarancja komponentowa**

Wszystkie komponenty certyfikowanego systemu będą wolne od usterek materiałowych oraz wykończeniowych pod warunkiem ich prawidłowego montażu i eksploatacji. Jeżeli jakiegokolwiek komponent w Certyfikowanym Systemie Okablowania zostanie uznany za wadliwy i uniemożliwiający poprawną transmisję sygnałów elektrycznych, producent naprawi te elementy lub wymieni je na nowe, aby umożliwić transmisję takich sygnałów.

### **Gwarancja na działanie systemu**

Łączna/kanały Certyfikowanego Systemu Okablowania będą spełniać parametry wydajności zgodne z kategorią, której dotyczy certyfikat. Jeżeli wydajność Certyfikowanego Systemu Okablowania okaże się niezgodna z kategorią, której dotyczy certyfikat (na podstawie wyników zgodnych z normami procedur testowych), producent naprawi lub wymieni komponenty w celu zapewnienia wydajności, której dotyczy certyfikat.

### **Gwarancja na aplikacje**

Certyfikowany System Okablowania będzie wolny od usterek uniemożliwiających działanie zgodnie z normami aplikacji i protokołów w ramach kategorii wydajności całego toru transmisyjnego, której dotyczy certyfikat. Dotyczy to aplikacji/protokołów uznawanych przez komitety normalizacyjne IEEE, ANSI i ATM Forum oraz przeznaczonych specjalnie do transmisji przy użyciu okablowania zdefiniowanego w normach TIA /EIA/ 568, ISO IEC 11801, EN 50173. Jeżeli Certyfikowany System Okablowania uniemożliwi użytkownikowi końcowemu korzystanie z aplikacji/protokołów zgodnie z kategorią wydajności systemu, której dotyczy certyfikat, producent przeprowadzi diagnozę problemu i naprawi lub dostarczy nowe komponenty, które zapewnią skuteczną transmisję tych aplikacji i protokołów.

### **Certyfikaty niezależnych laboratoriów**

Okablowanie strukturalne musi posiadać certyfikaty wydane przez niezależne laboratorium badawcze potwierdzające zgodność komponentów z normami okablowania strukturalnego. Szczegółowe wymagania dot. certyfikatów zostały zawarte poniżej w specyfikacji poszczególnych elementów transmisyjnych.

**Deklaracja Własności użytkowych dla kabli transmisyjnych** – kable zastosowane w systemie okablowani strukturalnego muszą być zgodne z EN 50575 z 1.12.2015 – oraz dyrektywą 305/2011 – dotycząca oznaczania powłok kabli oraz i zastosowania jako elementu trwałego konstrukcji budynku. Należy dostarczyć odpowiednie dokumenty potwierdzające klasę Dca dla kabli do budynków użyteczności publicznej.

### **2.3. Wykonawca**

Instalacja okablowania strukturalnego powinna być wykonywana przez firmę posiadającą ważne uprawnienia i certyfikat wydany przez producenta okablowania strukturalnego. W/w dokument należy załączyć do oferty będącej przedmiotem niniejszego postępowania przetargowego.

Wymaga się, aby wykonawca posiadał minimum dwóch instalatorów mających autoryzację producenta okablowania strukturalnego w zakresie projektowania, wykonywania, nadzoru, pomiarów oraz kwalifikowania do objęcia gwarancją. Należy to potwierdzić certyfikatami imiennymi wystawionymi przez producenta oferowanego okablowania strukturalnego.

## **3. Wymagania techniczne**

### **3.1. Punkty dystrybucyjne**

#### **Szafy**

Należy zastosować szafy umożliwiające montaż opisanych niżej kątowych paneli krosowych. W celu osiągnięcia pełnej funkcjonalności wynikającej z zastosowania paneli z modułami kątowymi w szafach należy zamontować pionowe prowadnice kabli krosowych. Prowadnice należy zamontować po obu stronach szyn montażowych. Dzięki panelom z modułami kątowymi oraz systemowi prowadnic pionowych można zrezygnować z poziomych organizatorów kabli krosowych zwiększając jednocześnie pojemność pola krosowego.

Wymagania dotyczące szaf:

- Wysokość: 42U
- Szerokość: 800mm
- Dostępne głębokości: 800mm, 1000mm oraz 1200mm
- Szafa stojąca powinna posiadać 4 belki montażowe 19" z numeracją wysokości użytkowej „U”
- Powinna istnieć możliwość płynnej regulacji głębokości instalowania belek nośnych w szafach o głębokości 1000 i 1200mm (regulacja skokowa w szafach o głębokości 800mm).
- Zaleca się zastosowanie numeracji trawersów poprzecznych do precyzyjnego ustawiania głębokości belek montażowych 19”.
- Standardowo szafa powinna być zmontowana oraz spakowana na palecie transportowej. Wymaga się aby istniała możliwość dostarczenia szafy rozkręconej do samodzielnego montażu
- Dostępne również bez osłon bocznych (osłony boczne dostępne osobno)
- Płyta górna szafy musi umożliwiać montaż paneli wentylacyjnych 2,3 lub 4-wentylatorowych z termostatem lub bez, zapewniających wymianę powietrza w szafie oraz efektywne chłodzenie zainstalowanego osprzętu aktywnego. Wymagany stopień szczelności szafy minimum IP 20 zgodnie z normą 60529 EN.
- Możliwość zainstalowania filtracyjnej zaślepki podłogowej chroniącej przed zasysaniem kurzu do wnętrza szafy.
- Możliwość łączenia w zespoły kilku szaf.
- Szafa musi być wyposażona w cokół o wysokości 100 mm z przepustem szczotkowym do wprowadzenia kabli w tylnej ścianie cokołu.
- Estetyczne, przeszklone drzwi przednie wyposażone w zamek patentowy z rygłem trzypunktowym zapewniającym wysoki stopień ochrony przed niepożądanym dostępem. Uniwersalna konstrukcja drzwi powinna zapewniać możliwość otwierania na prawą lub lewą stronę.
- Kąt otwarcia drzwi przednich musi wynosić min. 180 stopni, co pozwoli na łatwy montaż komponentów okablowania strukturalnego na belkach 19” oraz usprawni przyszłe prace konserwacyjne.

- Wymagane jest aby osłona tylna i osłony boczne były pełne, zdejmowane za pomocą zamków z kluczem i posiadały otwory perforacji w górnej części. Regulowane stopki umożliwiające łatwe wypoziomowanie szafy nawet przy znacznych nierównościach podłogi.
- Szafa ma być przystosowana do montażu uchwytów transportowych umożliwiających jej podnoszenie.
- Pełne uziemienie wszystkich sekcji szafy bez konieczności osobnego zamawiania jakichkolwiek elementów uzupełniających.
- Przepusty kablowe w dachu i podłodze muszą mieć możliwość zastosowania szczotek lub filtrów przeciwpylowych w celu zabezpieczenia wiązek kablowych i ochrony przed dostawaniem się kurzu do wnętrza szafy.
- Płyta górna szafy musi umożliwiać montaż paneli wentylacyjnych 2,3 lub 4-wentylatorowych z termostatem lub bez, zapewniających wymianę powietrza w szafie oraz efektywne chłodzenie zainstalowanego osprzętu aktywnego. Wymagany stopień szczelności szafy minimum IP 20 zgodnie z normą 60529 EN.
- Wymaga się malowania proszkowego szaf w kolorze RAL 7035 (szary) lub RAL 9005 (czarny).
- Szafy o szerokości 800 mm, powinny zapewniać zwiększoną pojemność o 12 dodatkowych miejsc montażowych po bokach belek 19" (6U przy przednich belkach i 6U przy tylnych).

Wymagania dotyczące pionowych przewodnic kabli krosowych:

- W szafach o szer. 800 mm. producent powinien zapewnić możliwość doposażenia szaf w zestaw zamykanych przewodnic kablowych.
- Wysokość robocza przewodnicy: 42U
- Organizery grzebieniowe po obu stronach przewodnicy
- Przepusty kablowe w plecach przewodnicy umożliwiające przeprowadzenie kabli krosowych do wnętrza szafy.

### 3.2. Okablowanie poziome

#### Kabel

Kabel powinien spełniać wymagania kat 6 wg norm ISO/IEC 11801:2011 (Ed. 2.2), IEC 61156-5:2012 (Ed. 2.1), EN 50173-1:2011, EN 50173-2:2007 amendment A1:2010, EN 50288-5:2013 ANSI/TIA-568-C.2:2009.

**Kabel powinien posiadać zgodnie Deklarację Własności Użytkowych potwierdzającą zgodność kabla z klasą Dca.**

Spełnienie powyższych wymagań powinno być potwierdzone Certyfikatem wydanym przez niezależne laboratorium. Pod uwagę będą brane jedynie dokumenty zawierające konkretne numery produktów poddane procesowi weryfikacji i certyfikacji.

Kabel posiada 4 pary oznaczone kolorami: niebieskim, pomarańczowym, zielonym i brązowym. W obrębie pary pierwszy przewód jest w kolorze pary np. niebieskim, a drugi w kolorze pary i białym więc np. biało-niebieskim.

Kabel powinien być ekranowany i posiadać konstrukcję F/UTP (kabel ekranowany ze wspólnym ekranem z folii aluminiowej dla wszystkich 4 par kabla). Kabel powinien posiadać ekran wspólny dla wszystkich par kabla z folii poliestrowej pokrytej warstwą aluminium, ułożonej warstwą przewodzącą do wewnątrz. Taka konstrukcja kabla zapewnia optymalne zabezpieczenie przed skutkami oddziaływań pola elektromagnetycznego na kabel, przez co bardzo szybka transmisja realizowana takim kablem zapewnia poprawność przesyłania danych nawet na bardzo długich torach kablowych. Wzdłuż folii, po przewodzącej stronie, musi być prowadzony drut uziemiający.

Kabel musi posiadać zewnętrzną powłokę LSOH nie wydzielającą szkodliwych toksyn podczas spalania. W celu odróżnienia kabli okablowania strukturalnego od kabli innych instalacji teletechnicznych powłoka kabla ma posiadać domyślnie kolor fioletowy, natomiast producent ma zapewniać dostarczenie kabli również w kolorach zielonym i jasnozielonym.

Wymaga się aby wewnątrz kabla znajdował się separator rozdzielający pary w kablu. Separator odpowiada za utrzymanie odpowiedniej pozycji par i ich odległości względem siebie, eliminując przesłuchy wewnątrz kabla.

Ze względu na przyjęte wymiary przepustów kablowych oraz zaprojektowane trakty prowadzenia kabli i związane z tym prześwity, wymagane jest zastosowanie medium transmisyjnego o maksymalnej średnicy zewnętrznej 7,2mm.

Kabel należy dostarczać na szpulach w odcinkach 305 lub 500m. Kabel konfekcjonowany na szpulach jest w dużo mniejszym stopniu podatny na uszkodzenia podczas instalacji oraz pozwala na bardziej efektywne wykorzystanie odcinka kabla przy krótkich odcinkach roboczych.

Wymagane parametry kabla teleinformatycznego

Opis:	Kabel F/UTP kat. 6
Zgodność z normami:	TIA-568-C.2 EN50173-1 ISO/IEC 11801 Powłoka zewnętrzna zgodna z: IEC 62321, US EPA 3540C, BS EN 14582, ISO IEC 332-1
Średnica przewodnika:	AWG 24
Średnica zewnętrzna kabla:	7,2mm
Temperatura pracy:	-10°C do +60°C
Temperatura instalacji:	0°C do +50°C
Ośłona zewnętrzna:	LSOH
Ogólny ekran:	Folia aluminiowa

Charakterystyka elektryczna – wartości minimalne

Pasma przenoszenia:	250MHz
Impedancja 1-250MHz	100 +/- 50Ohm
NVP	72%
Tłumienie Insertion Loss (max.)	28,3dB przy 250MHz
NEXT	53,8dB przy 250MHz
PS NEXT	53,2dB przy 250MHz
RL	23,4dB przy 250MHz
ACR-F	46,5,0dB przy 250MHz
PS ACR-F	44,8,0dB przy 250MHz

### Gniazda

Gniazda abonenckie wykonać w oparciu o **ekranowane** moduły typu **Keystone kategorii 6**. mocowane w odpowiednich adapterach dopasowujących do osprzętu elektroinstalacyjnego.

Gniazda abonenckie powinny spełniać wymagania kat 6 wg wszystkich podanych norm: ISO/IEC 11801:2011 (Ed. 2.2), IEC 60603-7-5:2010 (Ed. 2.0), EN 50173-1:2011, EN 50173-2:2007 amendment A1:2010, ANSI/TIA-568-C.2:2009.

Spełnienie powyższych wymagań powinno być potwierdzone Certyfikatem wydanym przez niezależne laboratorium. Pod uwagę będą brane jedynie dokumenty zawierające konkretne numery produktów poddane procesowi weryfikacji i certyfikacji.

Ponadto moduł RJ45 musi zapewniać poprawną transmisję danych i zasilania wg standardu 4 Pair Power over Ethernet (4PPoE), co ma być potwierdzone certyfikatem niezależnego laboratorium.

Moduł ma posiadać szczelną elektromagnetycznie ekranowaną obudowę tzw. klatkę Faraday'a oraz budowę typu butterfly w celu ułatwienia i przyspieszenia instalacji. Wymaga się kontaktu ekranu kabla, oraz obudowy złącza na całym obwodzie kabla 360°.

W celu zagwarantowania najwyższej jakości połączenia przede wszystkim powtarzalnych parametrów, wszystkie złącza, zarówno w gniazdach końcowych jak i panelach muszą być zarabiane za pomocą beznarzędziowych modułów. Proces montażu ma gwarantować najwyższą powtarzalność. Maksymalny rozplot par transmisyjnych na złączach modularnych (umieszczonych w zestawach instalacyjnych) nie może być większy niż 5,25 mm. Ze względu na wymaganą najwyższą długoterminową trwałość i niezawodność oraz doskonałe parametry kontaktu należy stosować kable przyłączeniowe i krosowe z wtykami zaciskowymi mechanicznie wykonanymi i przetestowanymi przez producenta.

Moduł musi być zgodny ze standardem Keystone. Złącza IDC modułów powinny mieć możliwość podłączenia żył o AWG 22-26. Niezbędnym elementem każdego modułu jest plastikowa zaślepka montowana bezpośrednio na module (nie w gnieździe) w celu zabezpieczenia przed zabrudzeniami które mogą spowodować pogorszenie parametrów transmisyjnych modułu. Moduł powinien posiadać oznaczenia kolorystyczne ułatwiające przyłączenie kabla w sekwencji 568B lub 568A.

Wymagane parametry gniazda abonenckiego RJ45:

Opis:	Ekranowany moduł kat. 6
Zgodność z normami:	ISO/IEC 11801:2011 (Ed. 2.2) IEC 60603-7-51:2010 EN 50173-1:2011 EN 50173-2:2007 + rozszerzenie A1:2010 ANSI/TIA-568-C.2:2009
Wymiary modułu RJ45:	17mm szerokość x 41,15mm głębokość x 26mm wysokość
Piny modułu RJ45	Połączone (50 mikro-cali)
Obudowa modułu	Stop cynku
Temperatura pracy:	-10°C do +60°C
Temperatura magazynowania:	-40°C do +70°C
Żywotność:	Minimum 750 włączeń

#### Panele modularne i moduły RJ45

Kable należy zakończyć na ekranowanych, prostych panelach modularnych przeznaczonych do modułów kątowych typu keystone, odchylonych w lewo i prawo pod kątem 45 stopni. Dzięki takiemu rozwiązaniu zaoszczędzamy miejsce w szafie i unikamy zastosowania poziomych organizatorów kabla.

Z tyłu panelu musi być umieszczony uchwyt do organizacji kabli ułatwiający swobodne wprowadzenie kabli do poszczególnych modułów.

Panele rozdzielcze o wysokości 1U powinny umożliwiać wpinanie do 24 modułów RJ45 typu keystone. Ponadto wymaga się aby panel był oznaczony logo wybranego producenta. Do panela musi być dołączony zestaw uziemiający.

Wymaga się zastosowania modułu kąтового, aby uzyskać jak najmniejszy promień gięcia kabla krosowego i zmniejszyć ryzyko uszkodzeń mechanicznych.

Moduł RJ45 ma posiadać obudowę typu "butterfly" w celu ułatwienia i przyspieszenia instalacji. W celu zagwarantowania najwyższej jakości połączenia przede wszystkim powtarzalnych parametrów, wszystkie



złącza, muszą być zarabiane za pomocą beznarzędziowych modułów. Proces montażu ma gwarantować najwyższą powtarzalność. Maksymalny rozplot par transmisyjnych na złączach modularnych (umieszczonych w zestawach instalacyjnych) nie może być większy niż 5,25 mm.

Ze względu na wymaganą najwyższą długoterminową trwałość i niezawodność oraz doskonałe parametry kontaktu należy stosować kable przyłączeniowe i krosowe z wtykami zaciskowymi mechanicznie wykonanymi i przetestowanymi przez producenta.

Wymaga się aby piny modułu RJ45 gwarantowały żywotność minimum 750 cykli połączeniowych z kablem krosowym, oraz były pokryte 50 µm warstwą złota.

Moduł RJ45 powinien spełniać wymagania minimum kat 6 wg norm ISO/IEC 11801:2011 (Ed. 2.2), IEC 60603-7-51:2010, EN 50173-1:2011, EN 50173-2:2007 amendment A1:2010. Spełnienie tych wymagań musi być potwierdzone Certyfikatem wydany przez niezależne laboratorium. Pod uwagę będą brane jedynie dokumenty zawierające konkretne numery produktów poddane procesowi weryfikacji i certyfikacji. Ponadto moduł RJ45 musi zapewniać poprawną transmisję danych i zasilania wg standardu Power over Ethernet Plus, co ma być potwierdzone certyfikatem niezależnego laboratorium.

#### Kable krosowe

W projektowanej sieci zastosowane będą kable krosowe z blokadą wypięcia w postaci klucza blokującego na obu końcach kabla. Dzięki takiemu zabezpieczeniu odłączenie kabla możliwe jest tylko z pomocą dedykowanego klucza.

Ekranowane kable krosowe kategorii 6A powinny zapewniać poprawną pracę protokołów 10/100BASE-T, 1000BASE-T oraz 10GBASE-T. Kable powinny być wykonane z wysokiej jakości linki miedzianej o średnicy 26AWG w powłoce LSOH z obu stron zakończone wtykiem RJ45.

Powinny spełniać wymagania kat 6A wg wszystkich poniższych norm:

ISO/IEC 11801:2011 (Ed. 2.2), IEC 61935-2:2010 (Ed. 3.0), EN 50173-1:2011, EN 50173-2:2007 amendment A1:2010, ANSI/TIA-568-C.2:2009

Spełnienie powyższych wymagań powinno być potwierdzone Certyfikatem wydany przez niezależne laboratorium. Pod uwagę będą brane jedynie dokumenty zawierające konkretne numery produktów poddane procesowi weryfikacji i certyfikacji

Kable powinny być dostępne w minimum trzech kolorach oraz sześciu długościach: 0,5, 1m, 2m, 3m, 5m.

Podstawowe wymagania:

- Wykonane z wysokiej jakości 4-ro parowej ekranowanej linki 26AWG
- Zaterminowane fabrycznie ekranowanymi wtykami RJ54 (WE8W)
- Blokada wypięcia wtyku z gniazda w postaci dedykowanego klucza
- Wydajność Kategorii 6A
- Materiał ekranu: Ocynkowany miedziany splot
- Maksymalna średnica zewnętrzna: 6,4mm
- Materiał izolacji: LSOH
- Temperatura pracy: - 25°C do +60°C
- Opóźnianie płomieni zgodne z IEC 60332-1-2

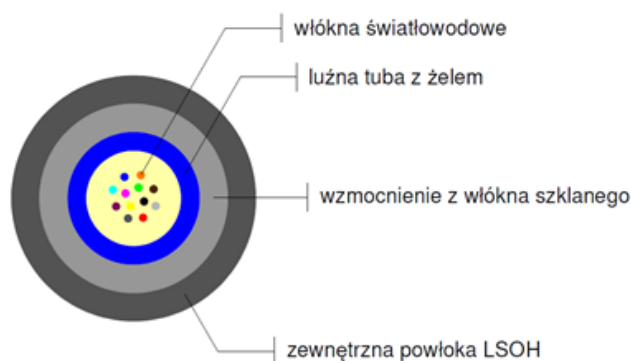
### 3.3. Okablowanie pionowe

#### Kabel

Kable światłowodowe mają mieć konstrukcję **luźnej tuby**, która ma umożliwiać instalowanie na zewnątrz jak i wewnątrz pomieszczeń. Podczas prowadzenia na zewnątrz należy stosować dodatkową ochronę mechaniczną (np. rurę HDPE).

Kabel światłowodowy musi posiadać wielomodowe włókna 50/125 nm, charakteryzować się niskim pikiem wodnym (ang. low water peak fiber) i wydajnością transmisyjną OM3. Konstrukcja kabla musi opierać się

na luźnej tubie wypełnionej ochronnym żelam amortyzującym (niekapiącym i wolnym od silikonu), zawierającej 4, 6, 8, 12, 16 lub 24 włókna światłowodowe 50/125µm w pokryciu zewnętrznym 250µm. W celu łatwej identyfikacji włókna światłowodowe mają być oznaczone przez producenta na całej długości różnymi kolorami (1 – niebieski, 2 – pomarańczowy, 3 – zielony, 4 – brązowy, 5 – szary, 6 - biały, 7 – czerwony, 8 – czarny, 9 – żółty, 10 – fioletowy, 11 – różowy, 12 – błękitny, 13 – niebieski ze znacznikiem co 70 mm, 14 – pomarańczowy ze znacznikiem co 70 mm, 15 – zielony ze znacznikiem co 70 mm, 16 – brązowy ze znacznikiem co 70 mm, 17 – szary ze znacznikiem co 70 mm, 18 – biały ze znacznikiem co 70 mm, 19 – czerwony ze znacznikiem co 35 mm, 20 – czarny ze znacznikiem co 35 mm, 21 – żółty ze znacznikiem co 35 mm, 22 – fioletowy ze znacznikiem co 35 mm, 23 – różowy ze znacznikiem co 35 mm, 24 – błękitny ze znacznikiem co 35 mm, zaś osłona zewnętrzna powinna mieć kolor specjalny: czarny. Osłona zewnętrzna zaprojektowanego kabla światłowodowego ma być niepalniona, bezhalogenowa i o niskiej emisji dymu LSOH (ang. Low Smoke Zero Halogen) zgodnie z normą EN 50290-2-27. Ponadto tuba od zewnątrz musi być opleciona elementem wzmacniającym z wodoszczelnych włókien szklanych E-Glass, co gwarantuje zwiększenie odporności kabla na działanie sił zewnętrznych tj. rozciąganie, uderzenie, ściskanie i skręcanie. Włókna kabla światłowodowego muszą być wykonane z wysokiej jakości rdzenia i płaszczu ze szkła krzemionkowego i otoczone podwójną warstwą pokrycia akrylowego utwardzonego promieniowaniem UV.



Kabel światłowodowy musi spełniać wymagania obowiązującej dyrektywy CPR (Construction Products Directive) opierającej się na zharmonizowanej normie europejskiej EN 50575:2014. Zaprojektowany kabel światłowodowy musi charakteryzować się klasą reakcji na ogień: Dca s2 d0 a1 wg specyfikacji technicznej EN13501-6. Klasyfikacja ogniowa musi być potwierdzona odpowiednią deklaracją właściwości użytkowych (ang. DoP – Declaration of Performance). Ponadto wymaga się, aby powłoka projektowanego kabla była oznaczona odpowiednim znakiem CE.

Wielomodowy (50/125 µm OM3) kabel światłowodowy musi spełniać poniższe podstawowe parametry fizyczne:

Właściwość	Metoda badania	Wartość
Wytrzymałość na rozciąganie	IEC 60794-1 E1	500 N (brak zmian w tłumienności, odkształcenie włókien mniejsze niż 1/4 proof-testu)
Krótkotrwała wytrzymałość na rozciąganie	IEC 60794-1 E1 750 N	750 N (odkształcenie włókien mniejsze niż 1/3 proof-testu)
Maksymalna wytrzymałość na rozciąganie instalacji	IEC 60794-1 E1	1000 N (brak zmian w tłumienności, odkształcenie włókien mniejsze niż 1/2 proof-testu)
Odporność na uderzenia	IEC 60794-1 E4	15 Nm (brak zmian w tłumienności, brak uszkodzeń elementów kabla)
Ściskanie	IEC 60794-1 E3	1500 N
Skręcanie	IEC 60794-1 E7	5 cykli ± 1 obrót



Suplenie	IEC 60794-1 E10	Kabel nie supli się, jeśli średnica pętli jest większa niż 100 m
Zakres temperatury	IEC 60794-1 F1	od -30°C do +60°C (Eksploatacja)
		od -30°C do +60°C (Instalacja)
		od -40°C do +60°C (Przechowywanie)
Przenikanie wody	IEC 60794-1 F5B	Brak wody na wolnym końcu
Ciepło spalania		630 MJ/km (4-16 wł.), 800 MJ/km (24 wł.) 0,18 KWh/m (4-16 wł.), 0,22 KWh/m (24 wł.)
Średnica nominalna		6,0 mm (4-16 wł.), 6,5 mm (24 wł.)
Masa nominalna kabla		40 kg/km (4-16 wł.), 45 kg/km (24 wł.)
Minimalny promień gięcia dynamiczny	IEC 60794-1 E11	60 mm
Minimalny promień gięcia statyczny	IEC 60794-1 E11	100 mm
Maksymalna tłumienność kabla przy 850 nm	IEC 60793-1-40	≤ 3,0 dB/km
Maksymalna tłumienność kabla przy 1300 nm	IEC 60793-1-40	≤ 1,0 dB/km
Graniczna tłumienność kabla przy 850 nm	IEC 60793-2-10	≤ 2,5 dB/km
Graniczna tłumienność kabla przy 1300 nm	IEC 60793-2-10	≤ 0,8 dB/km
Szerokość pasma (OFL) przy długości fali 850 nm	IEC 60793-1-41	≥ 1500 MHz*km
Szerokość pasma (OFL) przy długości fali 850 nm	IEC 60793-1-41	≥ 500 MHz*km
Efektwna szerokość pasma modalnego (EMB) przy długości fali 850 nm	IEC 60793-1-41	≥ 2000 MHz*km

Wielomodowy (50/125 μm OM3) kabel światłowodowy musi zapewniać transmisję danych bardzo szybkich aplikacji bez dodatkowych wzmacniaczy sygnału zgodnie z tabelą poniżej:

Gigabit Ethernet (długość fali 850 nm)	1000BASE-SX	1000 m
Gigabit Ethernet (długość fali 850 nm)	1000BASE-LX	550 m
10 Gigabit Ethernet (długość fali 850 nm)	10GBASE-SR/SW	300 m

#### Panele

Dla okablowania szkieletowego należy zastosować 19" przełącznicę światłowodową wyposażoną w panel krosowy dla adapterów LC duplex (umożliwiającą wykonanie do 48 spawów włókien światłowodowych w 1U przestrzeni w szafie rack). Każdy panel światłowodowy musi być wykonany z wysokiej jakości stali o grubości 2 mm zapewniającej wysoką wytrzymałość i sztywność urządzenia. Wymaga się, aby szuflada przełącznicy wraz z polem krosowym mogła swobodnie się wysuwać na prowadnicach kulkowych oraz pozostawać w stanie blokady dzięki znajdującym się z przodu panela elementom zwalniającym. Ponadto

panel światłowodowy musi być wyposażony w przestawne uchwyty boczne umożliwiające cofnięcie przełącznicy o 30 mm od płaszczyzny montażowej. Zastosowanie powyższych rozwiązań gwarantuje wysoki komfort pracy zarówno w czasie instalacji, jak i przy ewentualnych pracach serwisowych. Wymaga się, aby każdy panel światłowodowy posiadał w standardzie zestaw uchwytów montażowych, zestaw do organizacji kabli, dławice, opaski, uchwyt na 48 spawów, zaślepki portów, samoprzylepne pola opisowe i samoprzylepne oznaczniki ostrzegające przed niewidzialnym promieniowaniem laserowym.

Panele światłowodowe powinny spełniać poniższe wymagania:

- Trwała, sztywna konstrukcja wykonana z blachy stalowej. Nie dopuszcza się paneli z tworzyw sztucznych.
- Wysokość panelu 1U.
- Producent okablowania strukturalnego powinien posiadać w swojej ofercie panele dla adapterów SC, MT-RJ oraz LC.
- Płyta czołowa panelu powinna mieć wysokość korpusu, czyli 1U oraz umożliwiać skalowanie ilości zakańczanych włókien od dwóch do minimum 48-miu poprzez wpinanie odpowiedniej ilości adapterów.
- Dodatkowo producent musi zapewnić możliwość wyposażenia panelu w dedykowaną listwę do organizacji kabli krosowych, montowaną na froncie panelu.
- Panel powinien posiadać konstrukcję wysuwaną, tj. pozwalającą na wysunięcie płyty czołowej oraz ustawienie pod kątem umożliwiając łatwy dostęp do zapasu włókna, złącz światłowodowych i kasety spawów. Szuflada powinna posiadać blokadę zabezpieczającą przed niepożądanym wysunięciem np. w momencie wypinania kabla krosowego.
- Adaptery światłowodowe powinny być mocowane do płyt czołowych bez pomocy śrub
- Panel powinien posiadać w komplecie odpowiednie akcesoria umożliwiające organizowanie zapasu włókien światłowodowych, trwałe mocowanie kabli przychodzących (odpowiednio nacięta śruba z nakrętką służąca do mocowania włókna szklanego bądź kevlaru wzmacniającego kabel), przepusty kablone chroniące powłokę kabla przed uszkodzeniem.
- Panel musi być wyposażony w czytelny system oznaczania kanałów.

### 3.4. Okablowanie systemowe

#### Instalacja telefoniczna

Kable wieloparowe systemu telefonicznego należy zakończyć na panelach spełniających poniższe wymagania:

- Wysokość 1U
- Sztywna, metalowa obudowa zapewniająca ochronę złącz oraz mocowanie przychodzących kabli za pomocą krawatek
- Blacha pokryta lakierem proszkowym
- Fabrycznie wyposażony w 25, 50 lub 60 portów RJ45.
- Możliwość podłączenia dwóch par do każdego portu.
- Noże nacinające izolację w złączu szczelinowym IDC ustawione pod kątem 45 stopni do osi wzdłużnej przyłączanego przewodu miedzianego. Tylko taka technologia gwarantuje odpowiednio dużą powierzchnię styku noża z miedzią oraz zapewnia spełnianie założonych parametrów transmisyjnych przez okres gwarancyjny.
- System oznaczników kanałów
- W skład zestawu wchodzić powinny śruby montażowe, krawatki kablone oraz oznaczniki kanałów.

#### Parametry transmisyjne

ZŁĄCZE KATT IDC

Trwałość: > 200 cykli

Materiał styków: Stop miedzi

Powłoka styków: Matowa powłoka cynowa

Przyjmuje przewody: 26-22 AWG (drut/linka)

Wytrzymałość dielektryczna: 1.5 kV

Rezystancja typowa:  $\leq 0.5 \text{ m}\Omega$ ; gwarantowana:  $\leq 5.0 \text{ m}\Omega$

Tłumienie: < 0.1 dB dla 1 ÷ 100 MHz

Materiał obudowy: Tworzywo termoplastyczne UL94V0  
GNIAZDA RJ45  
Materiał Styków: Fosforobraz (0.35 mm)  
Powłoka Styków: Stop niklu  
Materiał obudowy: Tworzywo sztuczne UL94V0

**Parametry mechaniczne**

Szerokość [mm]: 483  
Wysokość [mm]: 44  
Głębokość [mm]: 110  
Materiał: Blacha stalowa walcowana na zimno o grubości 1.50 mm  
Powłoka lakiernicza: Lakier proszkowy

**3.5. Pomiary okablowania**

Po zakończeniu prac instalacyjnych systemu okablowania strukturalnego należy wykonać pomiary wszystkich poziomych torów komunikacyjnych oraz światłowodowe jak i miedziane okablowanie szkieletowe wewnętrzne. Okablowanie poziome należy przemierzyć w całości miernikiem dynamicznym klasy III lub wyższej np. FLUKE DSX 5000.

Pomiary muszą zostać wykonane na zgodność z kanałem lub łączem stałym wg norm TIA/EIA 568-B.2-1, PN-EN 50173-1:2009 lub ISO/IEC 11801:2002 i zawierać wyniki dla takich parametrów jak:

- Mapa połączeń,
- Długości par,
- Tłumienność,
- Opóźnienie propagacji,
- Różnica opóźnień,
- Rezystancja
- NEXT, PS NEXT
- ACR-N, PS ACR-N
- ACR-F, PS ACR-F
- RL

Pomiary światłowodów należy wykonać reflektometrem. Wyniki pomiarów powinny zawierać wartości tłumienia w obu oknach odpowiednich dla medium transmisyjnego, czyli dla fali 850 nm oraz fali 1300 nm. Pomiary światłowodów należy wykonać z obu końców każdego włókna.