

ANWIS Sp. z o.o.
87-800 Włocławek
ul. Smocza 16/18
NIP 5252588797

Załącznik nr 2 do zapytania ofertowego nr 11/2024
Opis wymagań dotyczących instalacji okablowania sieci komputerowej

1. Normy okablowania strukturalnego

Podstawą do przygotowania poniższego opracowania są najnowsze wydania norm okablowania strukturalnego. Wszystkie niewymienione w projekcie zagadnienia związane z okablowaniem strukturalnym są regulowane przez poniższe normy:

- **ISO/IEC 11801:2017** "Information technology. Generic cabling for customer premises".
- **EN 50173-1:2018** „Information technology. Generic cabling systems Part 1: General requirements”.
- **TIA/EIA 568.2-D:2018** “Balanced Twisted-Pair Telecommunications Cabling and Components”.
- **PN-EN 50173-1:2018** „Technika informatyczna. Systemy okablowania strukturalnego. Część 1: Wymagania ogólne”.
- **PN-EN 50174-1:2018-08** „Technika informatyczna. Instalacja okablowania. Część 1: Specyfikacja i zapewnienie jakości”.
- **PN-EN 50174-2:2018-08** „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/A2:2010** „Technika informatyczna. Instalacja okablowania - Badanie zainstalowanego okablowania”.
- **IEC 60512-99-002:2019** „Connectors for electrical and electronic equipment - Tests and measurements - Part 99-002: Endurance test schedules - Test 99b: Test schedule for unmating under electrical load”.
- **IEC 14763-4:2021** “Information technology — Implementation and operation of customer premises cabling — Part 4: Measurement of end-to-end (E2E) links, modular plug terminated links (MPTLs) and direct attach cabling”.

2. Wymagania ogólne dotyczące systemu okablowania strukturalnego

System okablowania strukturalnego ma zapewnić niezawodną i wydajną warstwę fizyczną sieci teleinformatycznej, która zagwarantuje wystarczający zapas parametrów transmisyjnych dla działania dzisiejszych i przyszłych aplikacji transmisyjnych. W celu spełnienia najwyższych wymogów jakościowych i wydajnościowych należy zapewnić:

- Okablowanie miedziane przewyższające wymagania kategorii 6_A (klasy E_A).
- Okablowanie skrętkowe w wersji ekranowanej.
- Certyfikaty wydane przez międzynarodowe, laboratorium badawcze, potwierdzające zgodność okablowania miedzianego z najnowszymi, aktualnymi normami okablowania strukturalnego ISO/IEC 11801:2017, EN 50173-1:2018, IEC 14763-4:2021. Należy zapewnić certyfikaty potwierdzające zgodność z normami w zakresie testu całego łącza oraz niezależnych komponentów (kabel, panel, złącze RJ45). Certyfikaty powinny być wystawione przez podmioty posiadające akredytację do testów wszystkich parametrów wymienionych w powyższych normach.

- Wszystkie produkty muszą być fabrycznie nowe.

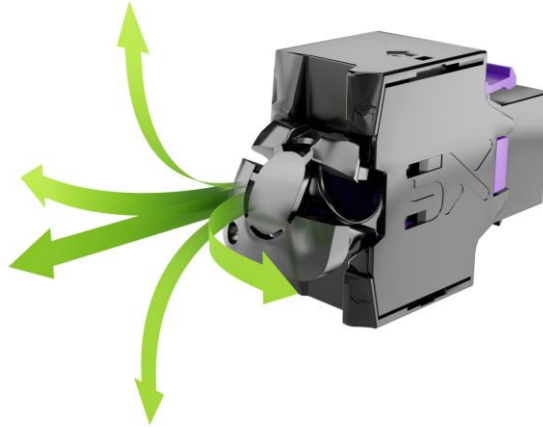
3. Okablowanie poziome

Gniazda przyłączeniowe użytkowników (Punkty Logiczne – PL) należy zorganizować w postaci 2 modułów RJ45 keystone montowanych w adapterze z tworzywa sztucznego o wymiarach 45x45 mm. Ten uniwersalny standard montażowy zapewni organizację gniazd użytkowników w zależności od potrzeb, w formie natynkowej, podtynkowej lub w kasetach podłogowych w oparciu o osprzęt elektroinstalacyjny wielu producentów, również w połączeniu z gniazdami zasilania 230V, celem stworzenia punktów elektryczno logicznych (tzw. PEL).

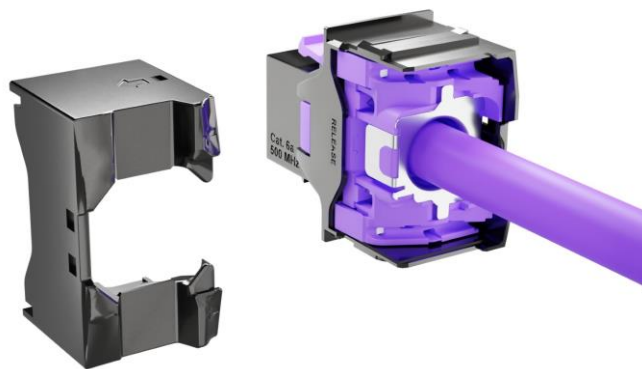
W gniazdach przyłączeniowych należy zastosować moduły, które powinny umożliwić wpięcie wtyku typu RJ45 (8P8C). Rozwiązanie przecertyfikowane metodą DIRECT PROBING dla kategorii 6A (klasa Ea) przez niezależne oficjalnie akredytowane laboratorium. Powinien być również certyfikowany zgodnie z normą IEC 60512-99-002 dotyczącą aplikacji 4PPoE (standard IEEE 802.3bt).

Moduł będzie miał następujące cechy:

- Kompaktowy rozmiar pozwalający na zamontowanie dwóch niezależnych modułów RJ45 keystone, w jednym uchwycie montażowym 45 x 45 mm.
- Ekranowany moduł z korpusem wykonanym z ZAMAK w dwóch jego częściach, oferujący uziemienie 360°.
- Element modułu służący do terminacji żył kabla zawierający dedykowany wcięcie na drut uziemiający
- Element modułu służący do terminacji żył kabla umożliwiający blokowanie żył poprzez nasunięcie osłony na styk, aby zapewnić najlepsze warunki zaciśnięcia i uniknąć deformacji IDC.
- Zamykanie modułu musi odbywać się poprzez nasunięcie elementu blokującego od boku.
- Kołnierz tylny umożliwiający wprowadzenie kabla instalacyjnego zgodnie z następującymi 5 kierunkami: z prawej, z lewej, od góry, z dołu oraz na wprost. Pozwoli to na dostosowanie złącza do wszystkich rodzajów instalacji (bezpośrednia, natynkowa, podtynkowa itp.) przy jednoczesnym zachowaniu promienia gięcia, a tym samym zapewnieniu optymalnych wartości Return Loss.
- Moduł musi zapewnić instalację kabla o żyłach AWG22 tj. średnica drutu wraz z izolacją < 1,2 mm.
- Odblokowanie złącza w przypadku złego połączenia musi być możliwe, ale też uproszczone i ułatwione.
- Budowa modułu wyposażona w rozdzielacz par, który posiada środkowy separator wzdłużny oraz wypusty separujące ułatwiające rozparowywanie i minimalizujące długość rozkręcania, gwarantujące najlepsze wartości minimalizujące przesłuchy.
- Podwójny obwód PCB do kompensacji sygnałów o wysokiej częstotliwości i zapewniający kompatybilności z komponentem kategorii 6A.
- Moduł wykonany zgodnie ze standardem Keystone,
- Aby uniknąć zwarc, osłona musi być wyposażona w rozwiązanie umożliwiające zaizolowanie przewodów w przypadku zbyt długiego cięcia przewodów.
- Złącze musi być identyczne na panelach ściennych i na panelach krosowych.



Rys. Przykładowy moduł RJ45



Rys. Przykładowy moduł RJ45

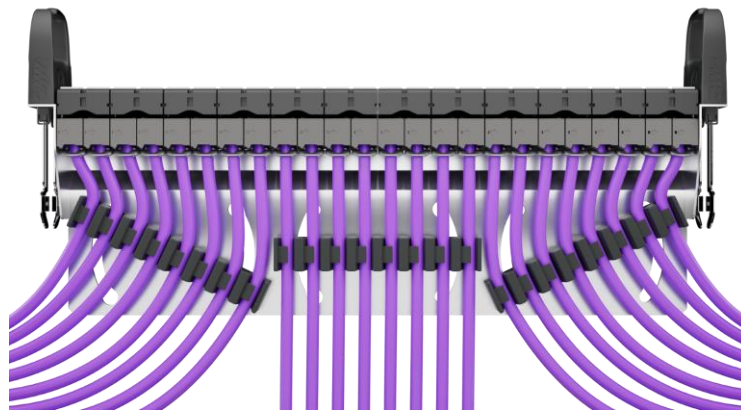
Moduły RJ45 należy montować w 19-calowych panelach rozdzielczych. Panele z zintegrowaną tylną częścią wykorzystane do automatycznego uziemienia na szafach typu RACK 19".

Panel będzie miał następujące cechy:

- System mocowania paneli bez śrub i nakrętek kłatkowych: mocowanie dociskowe na szynie 19".
- Wytrzymałość na rozciąganie 110N.
- System blokowania panelu będzie wyposażony w długą metalową prowadnicę umożliwiającą przesuwanie panelu do przodu i z powrotem.
- System wysuwania panelu do przodu powinien umożliwić opuszczenie panelu w dół o przynajmniej 30° w celu łatwiejszego zarządzania modułami.
- Panel będzie wyposażony w otwieralne klapki umieszczone w górnej części w celu umożliwienia montażu złącza poprzez wysunięcie go od góry i od czoła szafy.
- Zainstalowany na górze system kłapek pozwoli każdemu instalatorowi na zmianę modułu od przodu szafy bez konieczności odkręcania elementu montażowych panelu.
- Panel powinien mieć zintegrowany boczny system prowadzenia przewodu z obu stron.
- Klapki przeciwpyłowe powinny być wymienne z kłapkami oznaczonymi kolorami.
- Dolna klapka etykiety powinna umożliwiać identyfikację portu.
- Panel powinien być wyposażony w obracający się tylny system prowadnic do zarządzania kablami, aby umożliwić ustalenie wybranego kierunku dla wychodzących kabli.
- Tylny system prowadnic do zarządzania kablami powinien być wyposażony w języki ustalające potrzebne do mocowania kabli bez opasek zaciskowych, aby zapewnić dobre wartości strat odbiciowych kabla.



Rys. Przykładowy panel rozdzielczy dla modułów RJ45



Rys. Przykładowy panel rozdzielczy dla modułów RJ45



Rys. Przykładowy element panelu rozdzielczego dla modułów RJ45

W celu implementacji wydajnych aplikacji, w okablowaniu poziomym przewidziano zastosowanie kabli skrętkowych F/FTP kat. 6A 555 MHz, który przewyższa standardowe wymagania kat.6_A i jest przetestowany w paśmie do 555 MHz. Kabel skrętkowy musi zapewniać:

- Niezawodną wymianę danych dla nawet najbardziej wymagających urządzeń końcowych działających z przepływnością 10Gb/s. Należy zastosować kabel o wydajności kategorii 6_A (555MHz), który spełnia wszystkie aktualne norm okablowania ISO/IEC 11801:2017, EN 50173-1:2018, TIA/EIA 568.2-D:2018. Należy to udokumentować certyfikatem z niezależnego laboratorium badawczego, potwierdzającym

przetestowanie kabla pod kątem spełniania wszystkich wymienionych norm jako komponentu, a nie w układzie całego kanału transmisyjnego. Graniczne wymagania dotyczące wartości parametrów transmisyjnych:

F(MHz)	TŁUMIENNOŚĆ WTRĄCENIOWA (dB/100 m)	NEXT (dB/100 m)	ACR-N (dB/100 m)	PSNEXT (dB/100 m)	ACR-F (dB/100 m)	PSACR-F (dB/100 m)	TŁUMIENNOŚĆ ODBIĆ (dB/100 m)
1	1,8	90	83	87	87	84	36
4	2,9	88	79	79	86	83	35
10	4,6	86	79	83	83	80	35
16	6,1	85	76	82	82	79	32
25	8,6	84	74	81	77	74	35
31.25	9,1	83	69	80	72	69	34
100	17,3	80	60	77	64	61	33
200	25,5	78	48	75	55	52	32
250	30,5	75	43	72	49	46	31
300	33,6	74	41	71	47	44	28
400	38,0	72	34	69	46	43	24
500	42,5	72	29	69	46	43	22
525	47,0	71	24	68	44	41	20

- Zasilanie urządzeń końcowych (kamer IP, telefonów IP, punktów dostępowych WiFi itd.) wg najnowszego standardu 4PPoE (przesył mocy do 90W – standard IEEE 802.3bt).
- Ekranowanie typu F/FTP w postaci niezależnych ekranów na każdej ze skręconych par, wykonanych z folii aluminiowej oraz dodatkowe ekranowanie w postaci ekranu w postaci folii aluminiowej. W celu podwyższenie skuteczności ekranowania i lepszego uziemienia, co przełoży się na wyższą odporność na zakłócenia, kabel musi być wyposażony w dodatkowy drut drenażowy.
- W celu spełnienia wymogów przeciwpożarowych należy zastosować kabel w powłoce zewnętrznej LSZH (ang. Low Smoke Zero Halogen), czyli wykonanej z materiału bezhalogenowego emitującego ograniczoną ilość szkodliwych substancji w czasie pożaru.
- Dodatkowe parametry

Parametr	Wartość
Rezystancja liniowa (maksymalna)	95 Ω / Km
Pojemność wzajemna (maksymalna)	45 pF / m
Temperatura pracy	- 20 °C / + 70 °C
Średnica zewnętrzna (maksymalna)	7,4 mm
Średnica żyły miedzianej (minimalna)	0,57 mm (AWG 23)

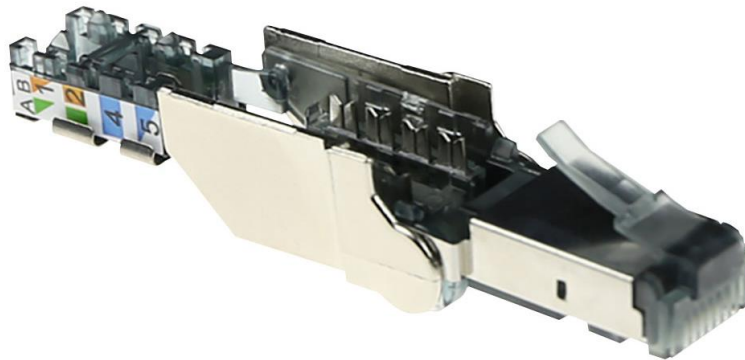
Zgodnie z dyrektywą 305/2011 - CPR (z ang. Construction Products Regulation), która opiera się na zharmonizowanej normie europejskiej EN 50575:2014 kabel instalacyjny kategorii 6A F/FTP 555MHz musi posiadać klasę CPR – B2ca - s1a d1 a1. Producent okablowania musi posiadać deklarację właściwości użytkowych potwierdzającą klasyfikację kabla.



Rys. Przykładowy kabel F/FTP kat. 6A w powłoce LSZH, klasa CPR B2ca

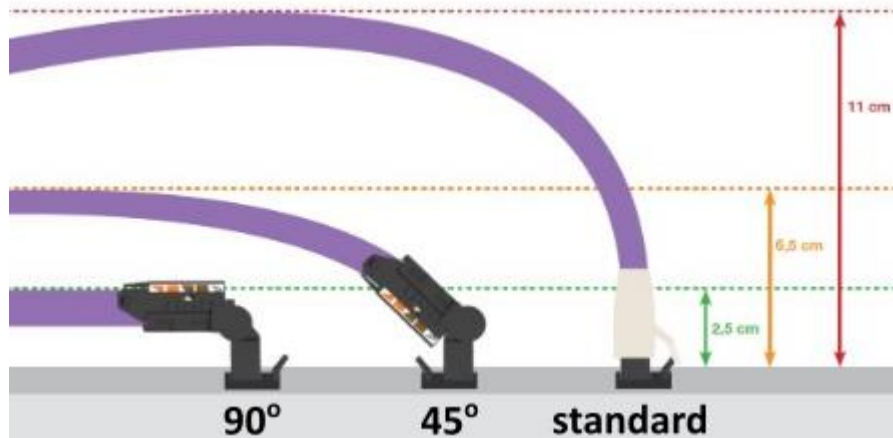
Dla instalacji systemów bezpieczeństwa budynkowego należy zastosować okablowanie w standardzie kategorii 6_A (klasy E_A). Kabel instalacyjny systemu bezpieczeństwa budynkowego będzie zgodny ze standardem kabla sieci LAN. Po stronie punktów kamerowych kable należy zakończyć wtykiem RJ45 posiadającym poniższe parametry i funkcjonalności:

- Zawiera obrotową, łamaną końcówkę RJ45, dzięki czemu idealnie pasuje do portów RJ45, przy których znajduje się mała ilość miejsca.
- Posiada możliwość rotacji -90° (w dół) oraz $+45^\circ$ (w górę), celem zminimalizowania promieni gięcia kabla:



Rys. Przykładowy wtyk kątowy RJ45 kat. 6A STP

- Jest w pełni ekranowany.
- Część wtyku RJ45 wpinana do urządzenia oraz część, w której montowany jest kabel instalacyjny musi być połączona elastyczną płytką PCB, zapewniającą wydajną transmisję danych do 10Gb/s.
- Przeznaczony będzie do stosowania nawet na najgrubszych kablach kategorii: 6, 6_A, 7. Kontakty IDC muszą pozwalać na montaż żył AWG 26 - AWG 22 (0,40 mm do 0,64 mm) typu drut.
- Zapewnia łatwy montaż bez konieczności stosowania dodatkowej zaciskarki.
- Kolorowe oznaczenia kontaktów IDC celem łatwego rozprowadzenia żył w czasie montażu.
- Posiada parametry kategorii 6_A (500 MHz).
- Przenosi zasilanie urządzeń końcowych wg najnowszego standardu 4PPoE wg IEEE 802.3bt o mocy do 90W.
- Umożliwia zbudowanie łącza typu MPTL zgodnie z normą IEC 14763-4:2021.



Rys. Przykład redukcji promienia gięcia kabla instalacyjnego

Kable krosowe RJ45

Zadaniem kabli krosowych RJ45 jest połączenie łączy okablowania poziomego zakończonych na panelu rozdzielczym z portami RJ45 urządzeń aktywnych. W projekcie należy zastosować kable krosowe ze świetlną identyfikacją połączeń, np. typu PatchSee, które zapewniają:

- Transmisję danych dla urządzeń Ethernet działających z przepływnością 10Gb/s. Należy zastosować kabel o wydajności kategorii 6A, ekranowane.
- Idealne dopasowanie do łączy okablowania poziomego, dlatego należy użyć kabli krosowych tego samego systemu okablowania strukturalnego, co pozostałe elementy łączy okablowania. W celu wyeliminowania braku ciągłości w łączach wynikających z niepełnej kompatybilności mechanicznej i elektrycznej nie dopuszcza się użycia kabli krosowych innego producenta.
- Szybką i łatwą lokalizację połączeń w punkcie dystrybucyjnym dzięki świetlnej identyfikacji połączeń. Po podświetleniu jednego końca kabla krosowego zapali się drugi koniec kabla, wskazując połączone porty RJ45 w switchu i na panelu rozdzielczym, przy czym proces ten nie wymaga wypięcia wtyków kabla z portów RJ45. Identyfikacja musi odbywać się za pośrednictwem plastikowych włókien światłowodowych znajdujących się wewnątrz kabla. Nie należy stosować rozwiązań, w których identyfikacja odbywa się za pośrednictwem impulsów elektrycznych przesyłanych wewnątrz kabla i układów elektronicznych (typu diody LED), ponieważ generują one zakłócenia, które powodują błędy w transmisji danych użytkowych, a poza tym w czasie eksploatacji ujawnia się w nich brak ciągłości połączeń w układach podświetlania LED i wadliwe działanie.
- Kolorystyczne oznaczanie wtyków, w zależności od przeznaczenia kabla. Kolorowe identyfikatory należy nakładać na wtyki RJ45
- Zabezpieczenie wtyku RJ45 przed przypadkowym wypięciem. Kolorowe klipsy nakładane na wtyki RJ45 muszą mieć taki kształt, aby chroniły nosek wtyku RJ45 przed przyciśnięciem i wypięciem. Rozłączenie połączenia musi być możliwe dopiero w momencie wypięcia klipsa ochronnego.
- Elastyczną i wygodną w układaniu konstrukcję wykonaną z 4-parowego kabla skrętkowego typu linka.

4. Punkty dystrybucyjne

Do budowy Lokalnego Punktu Dystrybucyjnego należy użyć szaf 19"

Lokalny punkt dystrybucyjny LPDx zlokalizowany w pomieszczeniu x należy wykonać za pomocą szafy wiszącej 22U 600x600mm. Szafa musi posiadać poniższe cechy i funkcjonalności:

- Drzwi przednie z szybą ze szkła hartowanego, wykonane ze stali
- Zdemontowalne i odwracalne drzwi przednie

- Drzwi z zamkiem 1-punktowym
- Panele boczne: 2 punkt blokowania
- Możliwość dodania zamka 1-punktowego do paneli bocznych
- 4 belki 19" (przód i tył) niemalowane, z możliwością płynnej regulacji
- Naturalna wentylacja poprzez perforację górnej części oraz przodu szafki
- Do zastosowań wewnętrznych
- Duże przepusty kablowe: podłoga, sufit i ściana tylna, w sumie 4 otwory o wymiarach 320x50mm, zaślepione wyłamywanymi zaślepkami
- Nośność – 60 kg
- Grubość blachy – belki 19" 1,5mm, konstrukcja nośna min. 1,0 mm

5. Okablowanie szkieletowe

W połączeniach szkieletowych, pomiędzy głównym a pośrednimi punktami dystrybucyjnymi, należy zastosować kable światłowodowe spełniające poniższe wymagania:

- Pojemność 24 włókien
- Włókna wielomodowe SM 9/125 μ m o parametrach:

Parametr	Wartość
Szerokość pasma przy 850 nm (minimum)	1500 MHz/km
Szerokość pasma przy 1300 nm (minimum)	500 MHz/km
Tłumienność przy 850nm (maksimum)	2.5 dB/km
Tłumienność przy 1300nm (maksimum)	0.7 dB/km

- Konstrukcja kabla typu U-DQ(ZN)BH, uniwersalna z możliwością układania wewnątrz budynku i na zewnątrz budynku (w rurach osłonowych).
- Standard włókna ITU-T G.657.A1 o zmniejszonym promieniu gięcia.
- Wzmocniona konstrukcja w postaci luźnej centralnej tuby, wypełnionej żelem chroniącym przed wilgocią oraz zmniejszającym tarcie pomiędzy włóknami w czasie układania.



Rys. Kabel światłowodowy

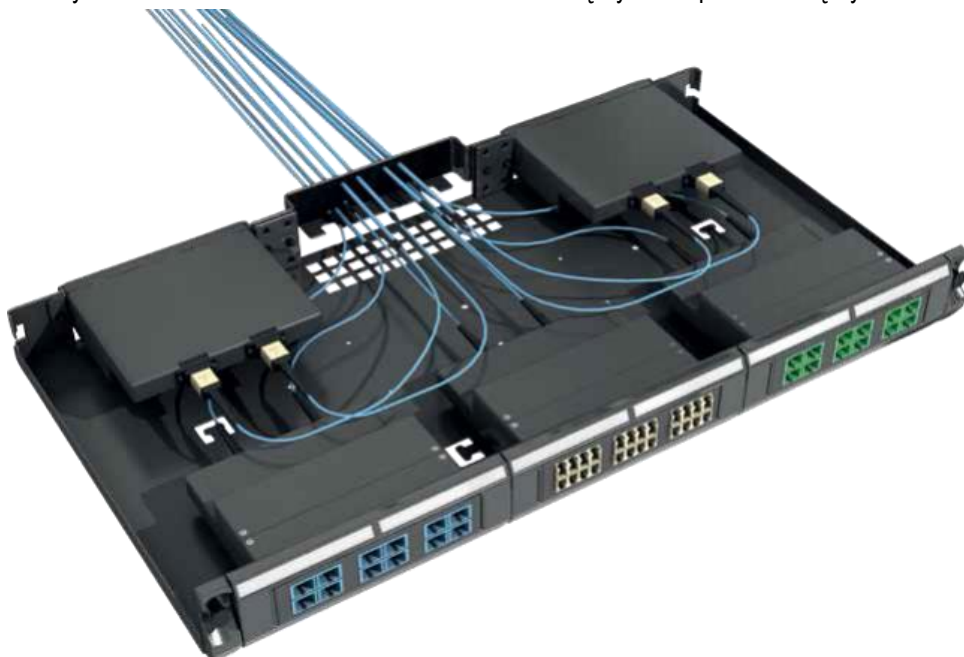
- Konstrukcja kabla musi zawierać wzmocnienie w postaci włókien szklanych, które dodatkowo muszą zapewniać ochronę antygrzyzoniową.
- W celu spełnienia wymogów przeciwpożarowych należy zastosować kabel w powłoce zewnętrznej LSZH (ang. Low Smoke Zero Halogen), czyli wykonanej z materiału bezhalogenowego emitującego ograniczoną ilość szkodliwych substancji w czasie pożaru. Klasa CPR kabla światłowodowego powinna być B2ca-s1a, d1, a1.
- Wymagane parametry kabla światłowodowego

Parametr	Wartość
Średnica zewnętrzna kabla (maksymalna)	7,5 mm
Waga kabla (maksymalna)	71 kg/km
Siła ciągnięcia (maksymalna)	2000 N
Promień gięcia (minimalny)	150 mm
Odporność na zgniatanie(maksymalna)	1500 N/dm
Zakres temperatury instalacji	-30 /+60 °C
Zakres temperatury pracy	-40 /+70 °C

Panele rozdzielcze światłowodowe 19"

Kable światłowodowe w szafach 19" należy zakańczać w światłowodowych panelach rozdzielczych 19" 1U ze złączami LC duplex. Włókna należy zakończyć w technologii spawania (pigtaile należy dobrać zgodnie z typem włókna w kablu instalacyjnym). Należy zastosować panele spełniające poniższe wymogi:

- W celu efektywnego wykorzystania miejsca w szafie 19" (GPD), należy zastosować panele o dużej pojemności włókien do 96 włókien w panelu 1U (48xLC duplex). Umożliwi to zakończenie dużej ilości kabli szkieletowych w relatywnie mniejszej ilości paneli.
- Nie należy stosować złączy LC quad. Przy tak dużej gęstości portów złącza LC duplex ułatwiają krosowanie patchcordów światłowodowych.
- W PPD należy zastosować panele modułowe, pozwalające na montaż w tym samym obszarze 1U, złączy światłowodowych i złączy RJ45. Szkieletowe łącza światłowodowe i alternatywne łącza miedziane należy zakończyć na tym samym panelu 19". Wyraźnie wyodrębniając okablowanie pionowe (szkieletowe) od pozostałych elementów sieci. Panel musi zawierać 12 złączy LC duplex i 12 złączy RJ45.



Rys. Przykładowy panel modułowy dla złączy światłowodowych

- Aby zapewnić możliwość dalszej rozbudowy, panele muszą umożliwiać montaż dodatkowych złączy z tyłu obudowy.
- Aby zmieścić wszystkie połączenia spawane w panelu, należy zastosować kasety na 24 spawy.
- Łatwy dostęp do wnętrza poprzez wysuwaną szufladę.
- Możliwość dostosowywania głębokości montażu panela w szafie, dzięki regulowanym uchwytem 19". Pozwoli to usytuować panel w takim położeniu, aby zamykane drzwi nie przygniatały kabli krosowych.
- Konstrukcja wykonana z metalu z ochronnym pokryciem antykorozyjnym.
- Panel musi posiadać 6 otworów w ścianie tylnej do wprowadzenia kabli instalacyjnych za pośrednictwem przepustów kablowych PG.
- Elastyczny system opisu złączy, bez konieczności przyklejania. Etykiety opisowe należy umieszczać w specjalnych uchwytach, pozwalających w łatwy sposób na ich montaż lub wymianę w dowolnym momencie. Poza tym uchwyty etykiet muszą mieć możliwość umieszczania nad lub pod portami. Ułatwi to lokalizację złączy w szafie 19" niezależnie czy panel znajduje się na górze czy na dole szafy i gdy do portów są wpięte kable krosowe zasłaniające część płaszczyzny panela.

Kable krosowe światłowodowe

Zadaniem kabli krosowych światłowodowych jest połączenie łączy okablowania szkieletowego, zakończonych na panelu rozdzielczym z portami światłowodowymi urządzeń aktywnych. Należy zastosować kable krosowe spełniające poniższe wymagania:

- Złącza LC z obydwu stron kabla.
- Konstrukcja 2-włóknowa duplex, celem zapewnienia 2-kierunkowej transmisji Ethernet.
- Rodzaj włókien tego samego typu jak w kablu instalacyjnym.
- Długość należy dostosować do odległości pomiędzy panelem światłowodowym a urządzeniami aktywnymi.

6. Zalecenia i szczegółowe wymagania instalacyjne

Instalowanie okablowania strukturalnego

Instalację okablowania strukturalnego należy wykonać z najwyższą starannością z zachowaniem wytycznych znajdujących się w normach okablowania strukturalnego oraz wytycznych producenta okablowania. Szczególnie należy zastosować się do:

- Instalator musi zwrócić szczególną uwagę, by nie naruszyć struktury kabli podczas montażu. Należy przestrzegać bezpiecznych promieni gięcia kabli skrętkowych i światłowodowych, sił naciągu, sił zgniatających oraz przestrzegać zakresu temperatur w czasie instalacji. Dopuszczalne zakresy wymienionych parametrów można znaleźć w specyfikacjach technicznych produktów.
- Kable skrętkowe należy montować w złączach RJ45 zachowując minimalny rozplot par wprowadzanych do złącza.
- Długość skrętkowych kabli instalacyjnych pomiędzy gniazdami RJ45 w panelu rozdzielczym a gniazdami przyłączeniowymi nie może być większa niż 90m stosując łącze typu Permanent Link.
- Każdy moduł powinien posiadać możliwość rozszywania kabla według schematu T568A i T568B. Zaleca się stosowanie rozszywania wg schematu T568B.
- Wszystkie metalowe części szaf i stelaży dystrybucyjnych muszą zostać uziemione.
- Instalując okablowanie skrętkowe należy zachowywać poniższe bezpieczne odległości od kabli zasilających:

Typ kabla	Odległość od instalacji zasilającej [mm]		
	Brak przegrody metalicznej	Przegroda metalowa perforowana	Przegroda metalowa pełna
Kable S/FTP	10	5	0
Kable U/FTP; F/UTP	50	25	0
Kabel U/UTP	100	50	0

- ✓ Tabela obowiązuje dla wiązki 15 obwodów 230V / 20A. W przypadku mniejszej ilości obwodów, odległości proporcjonalnie się zmniejszają.
- ✓ Kable 3-fazowe należy traktować, jako 3 kable 1-fazowe.
- ✓ Obwody o prądzie większym niż 20A należy traktować, jako proporcjonalna wielokrotność obwodów 20A.
- ✓ Powyższe zalecenia obowiązują w przypadku prawidłowego uziemienia ekranów kabli transmisyjnych i metalicznych elementów tras kablowych.

Trasy kablowe

Kable należy prowadzić w dedykowanych do tego celu trasach kablowych:

- Okablowanie w pionie między kondygnacjami należy układać w szachtach kablowych i mocować je do drabin kablowych.
- Okablowanie układane w poziomie należy instalować w korytach kablowych lub kanałach kablowych. W głównych trasach kablowych należy stosować podwieszane koryta kablowe metalowe wykonane z blachy perforowanej, które instaluje się w przestrzeni sufitowej.
- Kable skrętkowe i światłowodowe okablowania poziomego instalowane pod tynkiem należy układać w rurach osłonowych z tworzywa sztucznego. Nie należy prowadzić kabli telekomunikacyjnych i zasilających w tej samej rurze osłonowej.
- Połączenia wykonywane na zewnątrz budynków należy realizować przy wykorzystaniu dedykowanej kanalizacji teletechnicznej.

7. Pomiary instalacji okablowania strukturalnego

Po wykonaniu instalacji okablowania strukturalnego wykonawca musi przeprowadzić odpowiednie pomiary sprawdzające (certyfikacyjne), wszystkich łączy miedzianych skrętkowych i światłowodowych potwierdzające, iż wykonane okablowanie strukturalne spełnia wymagania norm. Pomiary łączy typu Permanent Link należy przeprowadzić zgodnie z wartościami granicznymi zdefiniowanymi w ISO 11801 lub EN 50173 oraz dla łączy typu MPTL zgodnie wg normy IEC 14763-4:2021. Wyniki wszystkich pomiarów muszą być pozytywne. Pomiary należy wykonać przyrządem w pełni sprawnym, posiadającym ważny certyfikat potwierdzający przejście procesu kalibracji u producenta, co będzie potwierdzeniem poprawności jego wskazań. Do dokumentacji powykonawczej należy dołączyć wymieniony certyfikat kalibracji oraz raport z wynikami pomiarów wszystkich łączy okablowania skrętkowego i światłowodowego.

Pomiary okablowania miedzianego

Wszystkie łączy skrętkowe w systemie należy przetestować pod kątem spełniania wymogów klasy E_A / kategorii 6_A wg ISO 11801 lub EN 50173:

- Należy przeprowadzić pomiary w układzie pomiarowym typu Permanent Link (bez kabli krosowych).
- Pomiary należy wykonać miernikiem o poziomie dokładności, co najmniej „Level IV”.

- Należy wykonać pomiary certyfikacyjne, w których po zmierzeniu rzeczywistych wartości parametrów łącza, miernik automatycznie porówna je z granicznymi wartościami definiowanymi przez aktualne normy okablowania i określi wynik porównania.
- Wyniki pomiarów certyfikacyjnych wszystkich łączy muszą być prawidłowe.
- Pomiary należy wykonać zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 50346.
- Wymagany zakres mierzonych parametrów dla każdej z par (kombinacji par):
 - Mapa połączeń - poprawność i ciągłość wykonanych połączeń
 - Straty odbiciowe (ang. RL - Return Loss)
 - Straty wtrąceniowe - tłumienie (ang. IL - Insertion Loss)
 - ✓ Straty przesłuchów zbliżnych (ang. NEXT - Near End Crosstalk Loss)
 - ✓ Sumaryczny parametr NEXT (ang. PSNEXT – Power Sum NEXT)
 - ✓ Współczynnik tłumienia w odniesieniu do straty przesłuchu na bliskim końcu (ang. ACR-N – Attenuation to Crosstalk Ratio at the Near end)
 - ✓ Sumaryczny współczynnik ACR-N (ang. PSACR-N – Power Sum ACR-N)
 - ✓ Współczynnik tłumienia w odniesieniu do straty przesłuchu na dalekim końcu (ang. ACR-F – Attenuation to Crosstalk Ratio at the Far end)
 - ✓ Sumaryczny współczynnik ACR-F (ang. PSACR-F – Power Sum ACR-F)
 - ✓ Rezystancja pętli dla prądu stałego (ang. DC current loop)
 - ✓ Opóźnienie propagacji (ang. Propagation delay)
 - ✓ Różnica opóźnień propagacji (ang. Delay skew)

Pomiary okablowania światłowodowego

Wszystkie łącza światłowodowe w systemie należy przetestować pod kątem spełniania wymogów norm ISO 11801 lub EN 50173:

- Należy przeprowadzić pomiary dwukierunkowe, w których źródło świetlnego sygnału referencyjnego będzie umieszczone w pierwszym kroku na jednym końcu łącza, a w kolejnym kroku na drugim końcu łącza.
- Łącza wielomodowe (MM) należy przetestować w dwóch oknach transmisyjnych, dla długości fali: 850 nm i 1300 nm.
- Łącza jednomodowe (SM) należy przetestować w dwóch oknach transmisyjnych, dla długości fali: 1310 nm i 1550 nm.
- Należy wykonać pomiary certyfikacyjne, w których po zmierzeniu rzeczywistych wartości parametrów łącza, miernik automatycznie porówna je z granicznymi wartościami definiowanymi przez aktualne normy okablowania i określi wynik porównania.
- Wyniki pomiarów certyfikacyjnych wszystkich łączy muszą być prawidłowe.
- Pomiary należy wykonać zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 50346.
- Wymagany zakres mierzonych parametrów:
 - ✓ Ciągłość łącza.
 - ✓ Długość łącza.
 - ✓ Tłumienie włókien dla dwóch długości fali.

8. Dokumentacja powykonawcza

Po wykonaniu instalacji wykonawca jest zobowiązany do sporządzenia dokumentacji powykonawczej, która będzie zawierała:

- Opis instalacji, przedstawiający architekturę systemu oraz charakterystykę rozwiązań technicznych

zastosowanych w systemie okablowania.

- Listę produktów, z ilościami, wykorzystanych do budowy sieci okablowania strukturalnego.
- Schemat oznaczeń łączy miedzianych i światłowodowych.
- Podkłady budowlana z zaznaczeniem: łączy, punktów przyłączeniowych użytkowników oraz punktów dystrybucyjnych.
- Schemat blokowy instalacji.
- Rysunki przedstawiające wyposażenie punktów dystrybucyjnych.
- Pozytywne wyniki pomiarów wszystkich łączy wg normy EN 50173 lub ISO/IEC 11801.
- Certyfikat potwierdzający ważność kalibracji przyrządu, którym wykonano pomiary

Dokumentację należy sporządzić w dwóch kopiach: jedna przeznaczona dla Inwestora, druga przeznaczona dla producenta, celem uzyskania gwarancji systemowej.