

## Obowiązujące normy

### Wybrane wytyczne z norm

- Struktura okablowania
- Topologia
- Przykładowa konfiguracja
- Maksymalne odległości
- Modele połączeń systemu okablowania
- Wydajność okablowania miedzianego (symetrycznego)
- Porównanie wartości wybranych parametrów dla kanału transmisyjnego
- Gniazdo końcowe użytkownika
- Konfiguracja punktu dystrybucyjnego
- Aplikacje pracujące na okablowaniu symetrycznym (miedzianym)
- Eliminacja zakłóceń
- Przyporządkowanie pinów na złączu modularnym dla aplikacji sieciowych
- Warunki efektywnego ekranowania
- Wydajność okablowania światłowodowego
- Tłumienie kanałów światłowodowych
- Parametry optyczne światłowodowego osprzętu przyłączeniowego
- Wymagania dla kabli wielomodowych i jednomodowych
- Aplikacje bazujące na okablowaniu światłowodowym
- Maksymalne długości kanałów transmisyjnych poszczególnych aplikacji bazujących na światłowodach wielomodowych i jednomodowych

## Skrót z norm dotyczących okablowania strukturalnego

# Obowiązujące normy

Aktualnie obowiązujące normy zostały podzielone w zależności od etapu prac z okablowaniem. Seria EN 50173-x specyfikuje wymagania względem projektowania systemu, zaś inne normy dają wytyczne co do prowadzenia instalacji lub pomiarów. Dokładny podział w zależności od fazy implementacji okablowania przedstawia poniższa tabela.

Projektowanie budynku	Projektowanie okablowania	Planowanie	Instalacja	Funkcjonowanie
EN 50310 Sieć wspólnej masy w budynku, system rozdziału zasilania i połączenie przewodu ochronnego z masą	Seria EN 50173 Topologia, wydajność kanału, wymagania dotyczące medium transmisyjnego, podłączanego osprzętu oraz kabli przyłączeniowych i wymagania co do wydajności	EN 50174-1 Opracowanie specyfikacji, jakość i administracja  EN 50174-2 Wymagania bezpieczeństwa, wykonawstwo połączeń miedzianych i światłowodowych  EN 50174-3 i EN 50310 (dla połączeń wyrównawczych)	EN 50174-1 Dokumentacja i administracja okablowania  EN 50174-2 Wymagania bezpieczeństwa, wykonawstwo połączeń miedzianych i światłowodowych  EN 50174-3 i EN 50310 (dla połączeń wyrównawczych)  EN 50346 Wymagania ogólne dotyczące okablowania symetrycznego i światłowodowego	EN 50174-1 Jakość, administracja oraz naprawy i konserwacja okablowania

## Okablowanie symetryczne

### Uwagi ogólne

Elementy okablowania symetrycznego są definiowane w odniesieniu do impedancji i kategorii. Impedancja charakterystyczna elementów tworzących kanał transmisyjny powinna wynosić 100Ω.

Wszystkie zastosowania w obowiązujących normach oparte są na wydajności komponentów w temperaturze 20°C. Znacząca zmiana temperatury otoczenia wpływa na wydajność kabli - powinna być uwzględniona przez skracanie długości kanału transmisyjnego.

**Nowy podział norm europejskich serii EN 50173-x został opublikowany w maju 2007 roku.**

- EN 50173-1:2007 - Wymagania ogólne,
- EN 50173-2:2007 - Budynki biurowe,
- EN 50173-3:2007 - Budynki przemysłowe,
- EN 50173-4:2007 - Domy,
- EN 50173-5:2007 - Centra Przetwarzania Danych.

Cała seria dotyczy okablowania strukturalnego, natomiast poszczególne części skupiają się na specyficznych wymaganiach konkretnego środowiska.

**Kable i inne elementy okablowania różnych kategorii mogą być ze sobą łączone w jednym kanale transmisyjnym, jednak wydajność tak utworzonego rozwiązania będzie wyznaczana przez komponent najsłabszy pod względem parametrów.**

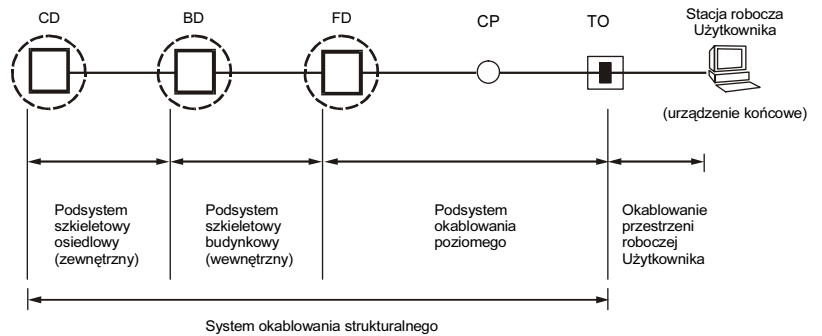
**Wydajność i wybór komponentów okablowania symetrycznego wg ISO/IEC11801:2002 wyd.2 i EN 50173-1:2007.**

- Komponenty **Kategorii 5** zapewniają wydajność **Klasy D (100MHz)**
- Komponenty **Kategorii 6** zapewniają wydajność **Klasy E (250MHz)**
- Komponenty **Kategorii 7** zapewniają wydajność **Klasy F (600MHz)**

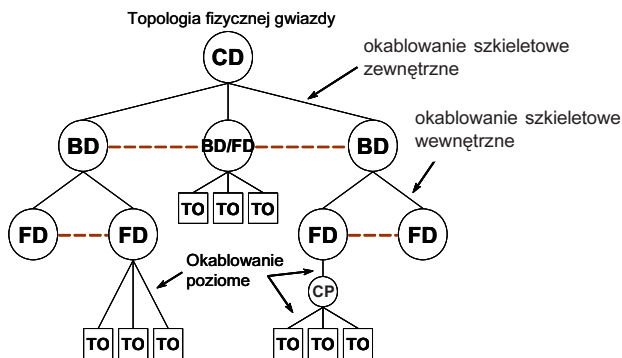
**oraz wyspecyfikowane w nowym dodatku Am 1.1 do ISO/IEC11801:2002 nowe poziomy wydajności:**

- Komponenty **Kategorii 6<sub>A</sub>** zapewniają wydajność **Klasy E<sub>A</sub> (500MHz)**
- Komponenty **Kategorii 7<sub>A</sub>** zapewniają wydajność **Klasy F<sub>A</sub> (1000MHz)**

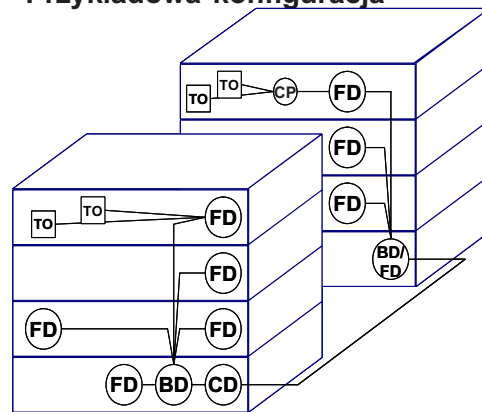
## Struktura okablowania dla środowiska biurowego wg. EN 50173-1 oraz EN 50173-2



### Topologia

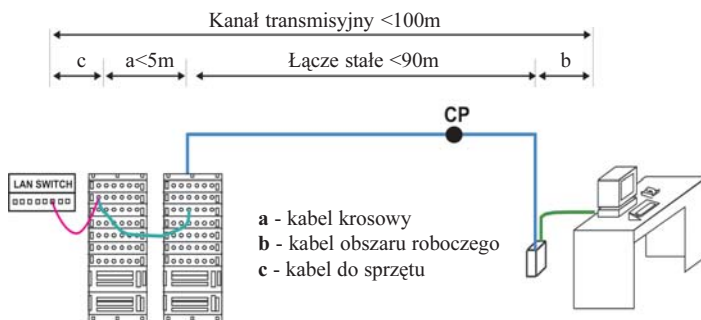


### Przykładowa konfiguracja



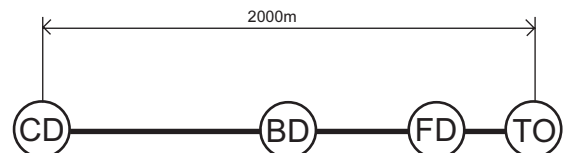
### Maksymalne odległości

a) okablowanie poziome



- Całkowita długość Kanalu transmisyjnego  $< 100m$
- Całkowita długość Łącza stałego  $< 90m$
- Długość kabli krosowych  $a < 5m$
- Punkt pośredni CP oddalony od FD co najmniej o 15m

b) okablowanie szkieletowe



Wybór elementów kanału szkieletowego zależy od:

- Długości kanału
- Klasy aplikacji

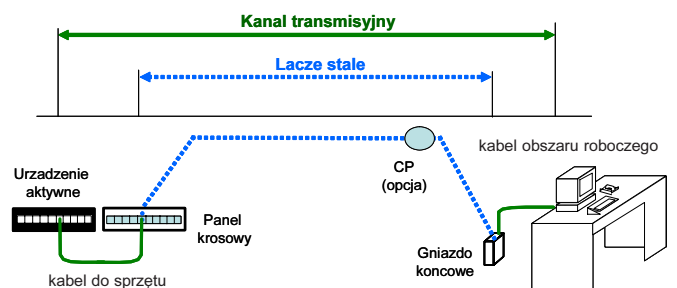
Długości kanału szkieletowego oblicza się ze wzorów uwzględniających m.in. ilość połączeń

### Modele połączeń systemu okablowania

Wydajność systemu okablowania określa się w odniesieniu do *Kanału transmisyjnego* lub *Łącza stałego*.

**Kanał** (ang. Channel) - to ścieżka transmisyjna pomiędzy urządzeniem aktywnym w sieci i urządzeniem końcowym, znajdującym się w przestrzeni roboczej Użytkownika. *Kanał transmisyjny* zawiera wszystkie kable połączeniowe (krosowe, do sprzętu i obszaru roboczego).

**Łącze stałe** (ang. Permanent Link) - to ścieżka transmisyjna zawarta pomiędzy dwoma interfejsami do pomiarów okablowania (interfejsem w panelu krosowym umieszczonym w szafie dystrybucyjnej i interfejsem na gnieździe końcowym Użytkownika - na ścianie). *Łącze stałe* obejmuje interfejsy końcowe poddawane pomiarom. W skład *Łącza stałego* NIE wchodzi kable połączeniowe (krosowe, do sprzętu i obszaru roboczego).



Modele okablowania poziomego

## Wydajność okablowania symetrycznego (miedzianego)

Pod względem wydajności, systemy okablowania symetrycznego (miedzianego) zostały podzielone na Klasy.

**Klasa A** - jest przeznaczona do pracy w paśmie częstotliwości do 100 kHz

**Klasa B** - jest przeznaczona do pracy w paśmie częstotliwości do 1 MHz

**Klasa C** - jest przeznaczona do pracy w paśmie częstotliwości do 16 MHz

**Klasa D** - jest przeznaczona do pracy w paśmie częstotliwości do 100 MHz

**Klasa E** - jest przeznaczona do pracy w paśmie częstotliwości do 250 MHz

**Klasa E<sub>A</sub>** - nowa wydajność okablowania - przeznaczona do pracy w paśmie częstotliwości do 500 MHz, która uwzględnia możliwości przesyłania protokołu 10GBASE-T

**Klasa F** - jest przeznaczona do pracy w paśmie częstotliwości do 600 MHz

**Klasa F<sub>A</sub>** - nowa wydajność okablowania - jest przeznaczona do pracy w paśmie częstotliwości do 1000 MHz, która uwzględnia możliwości przesyłania protokołu 10GBASE-T

## Wartości wybranych parametrów transmisyjnych podane dla kanału okablowania symetrycznego

Minimalne straty odbiciowe [dB]			
Częstotliwość	Klasa D	Klasa E	Klasa F
100 MHz	10,0	12,0	12,0
250 MHz	-	8,0	8,0
600 MHz	-	-	8,0

Maksymalne tłumienie [dB]			
Częstotliwość	Klasa D	Klasa E	Klasa F
100 MHz	24	21,7	20,8
250 MHz	-	35,9	33,8
600 MHz	-	-	54,6

Minimalny NEXT [dB]			
Częstotliwość	Klasa D	Klasa E	Klasa F
100 MHz	30,1	39,9	62,9
250 MHz	-	33,1	56,9
600 MHz	-	-	51,2

Minimalny PSNEXT [dB]			
Częstotliwość	Klasa D	Klasa E	Klasa F
100 MHz	27,1	37,1	59,9
250 MHz	-	30,2	53,9
600 MHz	-	-	48,2

Minimalny ACR [dB]			
Częstotliwość	Klasa D	Klasa E	Klasa F
100 MHz	6,1	18,2	42,1
250 MHz	-	-2,8	23,1
600 MHz	-	-	-3,4

Minimalny PSACR [dB]			
Częstotliwość	Klasa D	Klasa E	Klasa F
100 MHz	3,1	15,4	39,1
250 MHz	-	-5,8	20,1
600 MHz	-	-	-6,4

Minimalny ELFEXT [dB]			
Częstotliwość	Klasa D	Klasa E	Klasa F
100 MHz	17,4	23,3	44,4
250 MHz	-	15,3	37,8
600 MHz	-	-	31,3

Minimalny PSELFEXT [dB]			
Częstotliwość	Klasa D	Klasa E	Klasa F
100 MHz	14,4	20,3	41,4
250 MHz	-	12,3	34,8
600 MHz	-	-	28,3

## Konfiguracja gniazda końcowego Użytkownika

Każdy indywidualny obszar roboczy powinien być obsługiwany przez co najmniej dwa gniazda telekomunikacyjne:

- Pierwsze gniazdo powinno być zakończeniem czteroparowego kabla symetrycznego
- Drugie gniazdo należy przewidzieć dla zakończenia dwóch włókien światłowodowych lub czteroparowego kabla symetrycznego

Poza tym

- Zestaw gniazd telekomunikacyjnych należy ograniczyć do obsługi maksymalnie dwunastu obszarów roboczych
- Długość kabli obszaru roboczego należy ograniczyć, aby umożliwić zarządzanie kablem w obszarze roboczym
- Decydują również względy praktyczne i zwyczajowe (1 zespół gniazd na ok. 10m<sup>2</sup> powierzchni)

## Konfiguracja punktu dystrybucyjnego

- Zaleca przewidzieć jeden punkt dystrybucyjny na każde 1000m<sup>2</sup> powierzchni biurowej
- Istnieje możliwość wykorzystania punktu na sąsiedniej kondygnacji, jeśli właściwa kondygnacja jest słabo zaludniona lub jest mało przyłączy i jeśli podłączenie do szafy na sąsiedniej kondygnacji nie powoduje przekroczenia odległości 90m kabla poziomego
- Minimalny prześwit pomiędzy ścianami a powierzchniami roboczymi szafy powinien wynosić 1,2m
- Wysokość robocza powinna uwzględniać zapas umożliwiający dostęp, wykonanie pomiarów, napraw i rekonfiguracji
- Konstrukcja (szafy) powinna ograniczać przenikanie kurzu, cieczy (łącznie z zatopieniem) i innych zanieczyszczeń
- Ma umożliwiać instalację kabli z zachowaniem minimalnego promienia gięcia (instalacyjnego) określonego przez dostawcę lub podanego w odnośnej normie. W przypadku występowania kabli różnych typów należy stosować największy minimalny promień.

## Aplikacje pracujące na okablowaniu symetrycznym (miedzianym)

Aplikacja	Specyfikacja	Data	Nazwa
<b>Klasa A (do 100 kHz)</b>			
PBX	Wymagania lokalne		
X.21	ITU-T Rec. X.21	1996	
V.11	ITU-T Rec. X.21	1992	
<b>Klasa B (do 1 MHz)</b>			
S <sub>0</sub> -Bus (extended)	ITU-T Rec. I.430	1993	ISDN Basic Access (Physical Layer)
S <sub>0</sub> Point-to-Point	ITU-T Rec. I.430	1993	ISDN Basic Access (Physical Layer)
S <sub>0</sub> Star	EN 50098-1:1998/A1 (ITU-T I.430)		
S1/S2	ITU-T Rec. I.431	1993	ISDN Primary Access (Physical Layer)
<b>Klasa C (do 16 MHz)</b>			
CSMA/CD 10BASE-T	ISO/IEC 8802-3	2000	
Token Ring 4 Mbit/s	ISO/IEC 8802-5	1998	
ATM LAN 25,60 Mbit/s	ATM Forum af-phy-0040.000	1995	ATM-25/Category 3
ATM LAN 51,84 Mbit/s	ATM Forum af-phy-0018.000	1994	ATM-52/Category 3
ATM LAN 155,52 Mbit/s	ATM Forum af-phy-0047.000	1995	ATM-155/Category 3
<b>Klasa D (do 100 MHz)</b>			
CSMA/CD 100BASE-TX	ISO/IEC 8802-3	2000	Fast Ethernet
CSMA/CD 1000BASE-T	ISO/IEC 8802-3	2000	Gigabit Ethernet
Token Ring 16 Mbit/s	ISO/IEC 8802-5	1998	
Token Ring 100 Mbit/s	ISO/IEC 8802-5t*	1999	
ATM LAN 155.52 Mbit/s	ATM Forum af-phy-0015.000	1994	ATM-155/Category 5
Firewire 100MBit/s	IEEE 1394b	1999	Firewire Cat.5
<b>Klasa E (do 250 MHz)</b>			
ATM LAN 1.2 Gbit/s	ATM Forum af-phy-0162.000	2001	ATM-1200/Category 6
CSMA/CD 10GBASE-T	ISO/IEC 802.3an	2006	10Gigabit Ethernet
<b>Klasa F (do 600 MHz)</b>			
CSMA/CD 10GBASE-T	ISO/IEC 802.3an	2006	10Gigabit Ethernet
FC-100-TP	IEC 14165-114	2005	Fiber Channel

\* Dodatkowe wymagania są wyspecyfikowane w CLC/TR 50173-99-1

### Eliminacja zakłóceń

Zakłócenia przesłuchowe, których powodem jest zjawisko indukcji, mają coraz większy udział w transmisji wraz ze wzrostem częstotliwości. Jedyny sposób ograniczenia zakłóceń to zastosowanie ekranu wszystkich elementów toru transmisyjnego. Ekranowanie redukuje poziom wzajemnego oddziaływania kabli na siebie o ponad 40dB (10tys. razy w przeliczeniu na moc), sprawia że emisja od kabla jest ponad 100-krotnie mniejsza (trudniejszy do podsłuchu), a odporność na zakłócenia (zewnętrzne) jest ponad 100-krotnie większa (efektywniejsza transmisja).

Już przy częstotliwościach powyżej 30MHz przy zastosowaniu elementów nieekranowanych UTP jest bardzo trudno zabezpieczyć system przed zakłóceniami. Skrętka ekranowana posiada zabezpieczenie przed zakłóceniami w całym zakresie częstotliwości pracy stąd zalecana jest wszędzie tam, gdzie wymagane są docelowo bardzo duże szybkości przesyłu danych. Najnowsze prace nad 10-Gigabitowym Ethernetem oraz wymagania stawiane systemom Kategorii 7/Klasy F jednoznacznie wskazują na podwójnie ekranowane kable PiMF (indywidualnie ekranowane pary + zbiorczy ekran) jako na podstawowe medium transmisyjne.

## Przyporządkowanie wyprowadzeń (pinów) na złączu modułowym dla aplikacji sieciowych

Aplikacja	Piny aktywne 1 & 2	Piny aktywne 3 & 6	Piny aktywne 4 & 5	Piny aktywne 7 & 8
PBX	Klasa A <sup>1</sup>	Klasa A <sup>1</sup>	Klasa A	Klasa A <sup>1</sup>
X.21		Klasa A	Klasa A	
V.11		Klasa A	Klasa A	
S <sub>0</sub> -Bus (extended)	<sup>2</sup>	Klasa B	Klasa B	<sup>2</sup>
S <sub>0</sub> Point-to-Point	<sup>2</sup>	Klasa B	Klasa B	<sup>2</sup>
S <sub>0</sub> Star	<sup>2</sup>	Klasa B	Klasa B	<sup>2</sup>
S1/S2	Klasa B	<sup>3</sup>	Klasa B	<sup>2</sup>
CSMA/CD 1BASE5	Klasa B	Klasa B		
CSMA/CD 10BASE-T	Klasa C	Klasa C		
Token Ring 4 Mbit/s		Klasa C	Klasa C	
ATM-25 Category 3	Klasa C			Klasa C
ATM-51 Category 3	Klasa C			Klasa C
ATM -155 Category 3	Klasa C			Klasa C
Token Ring 16 Mbit/s		Klasa D	Klasa D	
ATM-155 Category 5	Klasa D			Klasa D
CSMA/CD 100BASE-TX	Klasa D	Klasa D		
Token Ring 100 Mbit/s		Klasa D	Klasa D	
CSMA/CD 1000BASE-T	Klasa D	Klasa D	Klasa D	Klasa D
ATM-1200 Category 6	Klasa E	Klasa E	Klasa E	Klasa E
CSMA/CD 10GBASE-T	Klasa E <sub>A</sub>	Klasa E <sub>A</sub>	Klasa E <sub>A</sub>	Klasa E <sub>A</sub>
CSMA/CD 1000BASE TX2/4	Klasa F	Klasa F	Klasa F	Klasa F
FC-100TP <sup>4</sup>				
CSMA/CD 1000BASE TX2/4				
FC-100TP <sup>5</sup>	Klasa F	Klasa F		

<sup>1</sup> - Zależy od dostawcy  
<sup>2</sup> - Opcjonalne źródła zasilania  
<sup>3</sup> - Opcja ciągłości ekranu kabla  
<sup>4</sup> - interfejs typu 1  
<sup>5</sup> - interfejs typu 2

### Warunki efektywnego ekranowania

- Wszystkie elementy systemu muszą być ekranowane (zalecany wybór jednego producenta – niska impedancja przejścia)
- Połączenie ekranów kabli w panelach i gniazdach musi gwarantować ciągłość i skuteczność ekranu
- Ekran powinien być ciągły na całym kanale transmisyjnym, tak że transmisja odbywa się w klatce Faraday'a
- Wszystkie ekrany kabli powinny być zamontowane indywidualnie na odpowiednim elemencie panela krosowego w szafie
- Każda szafa dystrybucyjna powinna być indywidualnie podłączona do wspólnej szyny uziemiającej
- Połączenie do ziemi powinno być wykonane w sposób trwały i gwarantujący ciągłość
- Normy EN 50310 oraz En 50174-2 rekomendują stosowanie układu zasilania TN-S ze względu na doskonałe parametry EMC.
- Zaleca się, aby szyna uziemień szaf dystrybucyjnych miała ten sam punkt uziemienia co sieć elektryczna budynku
- Wszystkie punkty uziemień różnych instalacji w budynku powinny być połączone razem
- W przypadku wspólnych tras kabli elektrycznych oraz teleinformatycznych powinno stosować się separację powyższych kabli od siebie, według normy EN 50173-2 pkt.6.3

	bez przegrody	przegroda alumiiniowa	przegroda stalowa
<b>Oba kable nieekranowane</b>	200mm	100mm	50mm
<b>Kabel zasilający nieekranowany</b> <b>Kabel skrętkowy ekranowany</b>	50mm	20mm	5mm
<b>Kabel zasilający ekranowany</b> <b>Kabel skrętkowy nieekranowany</b>	30mm	10mm	2mm
<b>Oba kable ekranowane</b>	0mm	0mm	0mm

## Wydajność okablowania światłowodowego

Obowiązujące normy określają następujące klasy okablowania światłowodowego:

- Kanał klasy OF-300 przeznaczone są dla aplikacji pracujących na dystansie min. 300 m
- Kanały klasy OF-500 przeznaczone są dla aplikacji pracujących na dystansie min. 500 m
- Kanały klasy OF-2000 przeznaczone są dla aplikacji pracujących na dystansie min. 2000 m.

## Tłumienie kanałów światłowodowych

Klasa	Tłumienie kanału dB			
	Wielomodowy		Jednomodowy	
	850 nm	1 300 nm	1 310 nm	1 550 nm
OF-300	2,55	1,95	1,8	1,8
OF-500	3,25	2,25	2	2
OF-2000	8,5	4,5	3,5	3,5

## Wybór komponentów

Wymagane długości kanałów, stosowane aplikacje oraz przewidywana długość życia instalacji determinują wybór komponentów światłowodowych. Wymagania wydajności światłowodowych kanałów transmisyjnych opierają się na użyciu jednej długości fali świetlnej w każdym specyfikowanym oknie transmisyjnym. W ramach okablowania strukturalnego brak specjalnych wymagań odnośnie multipleksowania długością fali świetlnej. Można je odnaleźć w normach aplikacji.

## Charakterystyki optyczne światłowodowego osprzętu połączeniowego

Parametr	Wymaganie	
Maksymalne tłumienie	złącza	0,55 dB dla 95% połączeń 0,75 dB dla 100% połączeń
	spojenia	0,3 dB
Minimalne straty odbicowe	złącza	20 dB
	spojenia	35 dB

## Wymagania dotyczące kabli wielomodowych MM

		Minimalna modalna szerokość pasma włókien wielomodowych MHz x km		
		Szerokość pasma dla źródła diodowego („overfilled“)		Szerokość pasma dla źródła laserowego
Długość fali		850 nm	1300 nm	850 nm
Kategoria włókna	Średnica rdzenia µm			
OM1	50 lub 62,5	200	500	-
OM2	50 lub 62,5	500	500	-
OM3 <sup>1</sup>	50	1 500	500	2 000

UWAGA – Szerokość pasma dla źródła laserowego jest zapewniona dzięki użyciu techniki DMD (differential mode delay) jak to specyfikuje IEC 60793-1-49. Włókna światłowodowe, które spełniają tylko wymagania minimalnej szerokości pasma dla źródła diodowego („overfilled“) mogą nie przenosić niektórych aplikacji.

<sup>1</sup> - Włókno OM3 może zostać zrealizowane tylko w oparciu o włókno 50/125

## Wymagania dotyczące kabli jednomodowych SM (kategoria OS2 i OS1)

Długość fali nm	Maksymalne tłumienie dB/km	
	OS2	OS1
1310	0,4	1,0
1383	0,4	-
1550	0,4	1,0



