



# Technologia miedziana

## 1. Pojęcie kategorii i klasy

Istnieją trzy normy dotyczące okablowania strukturalnego. Są to: amerykańska norma TIA/EIA 568, europejska norma EN 50173 (przetłumaczona na język polski) oraz międzynarodowa norma ISO/IEC 11801. Normy międzynarodowa i europejska zawierają podobną treść, różniącą się w pewnym stopniu od normy amerykańskiej. Różnica dotyczy klasy i kategorii elementów.

Kategoria jest pojęciem dotyczącym pojedynczego elementu opisującym metody i wartości wykorzystywane podczas jego sprawdzania. Element może być testowany zawsze w danej kategorii. Grupa elementów określonej kategorii tworzy pewien system zdefiniowany zgodnie z klasą, która określana jest poprzez element najniższej kategorii.

Kategoria	Klasa	Pasma MHz	Gniazdo / wtyk	Norma		
				EN 50173	ISO/IEC 11801	TIA/EIA 568
5	D	100	RJ45	✓	✓	✓
5e	-	100		-	-	-
6	E	250		✓	✓	✓
6 <sub>A</sub>	E <sub>A</sub>	500		✓	✓	-
6A	-	500		-	-	✓
7	F	600	GG45, ARJ45, TERA	✓	✓	-
7 <sub>A</sub>	F <sub>A</sub>	1000		✓	✓	-
8	-	2000	RJ45	-	-	-
8.1	Class I	2000	RJ45	✓	✓	-
8.2	Class II	2000	GG45 TERA	✓	✓	-

## 2. Aplikacje sieciowe

Aplikacje sieci Ethernet definiowane w normie EN 50173-1 dla poszczególnych klas zestawiono w tabeli poniżej.

Klasa	Prędkość	Opis	Protokół	Aplikacja
D	100 Mbit/s	Protokoły z dużą szybkością bitową, Fast Ethernet	IEEE 802.3u	CSMA/CS 100 BASE-TX
	1 Gbit/s	Protokoły z dużą szybkością bitową, Gigabit Ethernet	IEEE 802.3ab	CSMA/CS 1000 BASE-T
E <sub>A</sub>	10 Gbit/s	Protokoły z bardzo dużą szybkością bitową, Gigabit Ethernet	IEEE 802.3an	10GBASE-T
F	10 Gbit/s	Protokoły przyszłościowe, 10GBASE-T, transmisja wideo wysokiej jakości, współdzielenie aplikacyjne kabla (3-play)	IEEE 802.3an	10GBASE-T
F <sub>A</sub>	10 Gbit/s	Protokoły przyszłościowe, 10GBASE-T, pełne pasmo CATV (862 Mhz), współdzielenie aplikacyjne kabla (3-play)	IEEE 802.3an	10GBASE-T
I i II	40 Gbit/s	Technologia umożliwia obsługę transmisji danych do 40 Gb/s za pomocą okablowania miedzianego skrętkowego	IEEE 802.3bq	25GBASE-T 40GBASE-T

## 3. Odseparowanie kabli logicznych oraz kabli zasilających.

Zgodnie z normą EN 50174-2 pomiędzy kablami teletechnicznymi, a kablami elektrycznymi, jak również pomiędzy kablami teletechnicznymi, a źródłami zakłóceń powinna być zachowana odległość, zależna od typu instalacji oraz użytej przegrody separacyjnej. Powyższa norma opisuje metody wyznaczania wymaganych odległości oraz zawiera wytyczne dotyczące materiału stosowanej przegrody separacyjnej.

Odległości kabli logicznych od źródeł zakłóceń elektromagnetycznych:

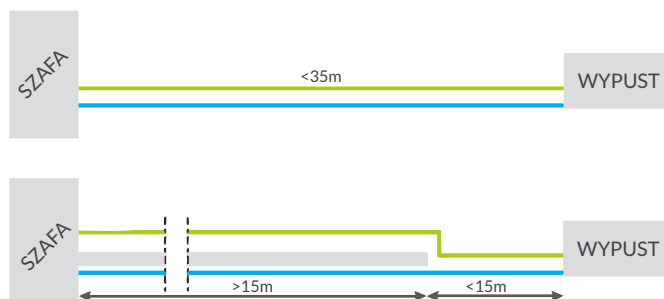
Urządzenie generujące zakłócenie	Odległość od okablowania	Klasyfikacja „E”
Przełącznik stycznikowy	< 0,5 m	E <sub>2</sub>
	> 0,5 m	E <sub>1</sub>
Nadajnik (<1W)	< 0,5 m	od E <sub>2</sub> do E <sub>3</sub>
	0,5 < 3 m	od E <sub>1</sub> do E <sub>2</sub>
	> 3 m	E <sub>1</sub>
Urządzenie generujące zakłócenie	< 0,5 m	E <sub>3</sub>
	0,5 < 3 m	od E <sub>2</sub> do E <sub>3</sub>
	> 3 m	E <sub>1</sub>
Nadajnik (Radio TV, stacja bazowa telefonii komórkowej)	< 1 km	E <sub>3</sub>
	> 3 m	E <sub>1</sub>
Nastawniki motorów	< 0,5 m	E <sub>3</sub>
	0,5 < 3 m	E <sub>2</sub>
	> 3 m	E <sub>1</sub>
Nagrzewanie indukcyjne < 8 MW	< 0,5 m	E <sub>3</sub>
	0,5 < 3 m	E <sub>2</sub>
	> 3 m	E <sub>1</sub>
Nagrzewanie oporowe	< 0,5 m	E <sub>2</sub>
	> 0,5 m	E <sub>1</sub>
Światła fluorescencyjne < 1m	< 0,5 m	E <sub>2</sub>
	> 0,5 m	E <sub>1</sub>
Termostatyczne wyłączniki od 110 V do 230 V	< 0,5 m	od E <sub>2</sub> do E <sub>3</sub>
	> 0,5 m	E <sub>1</sub>

Minimalne odległości pomiędzy okablowaniem zasilającym i logicznym w zależności od typu kabli oraz materiału separatora:

Typ instalacji	Odległości		
	Bez i z niemetalową przegrodą separacyjną	Przegroda separacyjna z aluminium	Przegroda separacyjna ze stali
Nieekranowany kabel zasilający	200 mm	100 mm	50 mm
Nieekranowany kabel transmisyjny			
Nieekranowany kabel zasilający	50 mm	20 mm	5 mm
Ekranowany kabel transmisyjny			
Ekranowany kabel zasilający	30 mm	10 mm	2 mm
Nieekranowany kabel transmisyjny			
Ekranowany kabel zasilający	0 mm	0 mm	0 mm
Ekranowany kabel transmisyjny			

Aby zredukować wpływ zakłóceń generowanych przez kable elektryczne dla okablowania poziomego mają zastosowanie poniższe wskazówki zawarte w normie PN-EN 50174-2:

- jeśli długość okablowania wynosi mniej niż 35m to dla kabli ekranowanych żadne rozdzielanie nie jest potrzebne;
- dla odległości powyżej 35m odległości do rozdzielania kabli powinny być zachowane na całej długości z wyjątkiem ostatnich 15m.



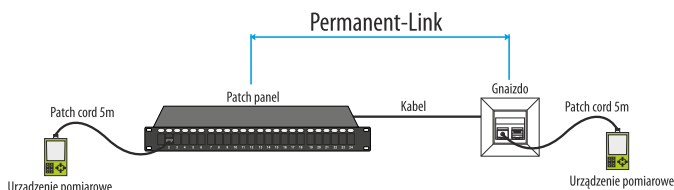
Separacja nie jest wymagana, jeśli spełnione są wszystkie poniższe wymagania:

- warunki środowiskowe, w których instalowane są przewody odpowiadają klasie E1 wg PN-EN 50173-1: 2007
- przewody elektryczne:
  - są obwodami jednofazowymi,
  - natężenie prądu wynosi nie więcej niż 32 A,
  - składające się na obwód znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie (we wspólnej powłoce, są skręcone lub spięte w wiązce)
- a także:
  - przewody teleinformatyczne spełniają wymogi separacji klas „b”, „c” lub „d”,
  - są dedykowane dla aplikacji, która nie wymaga separacji.

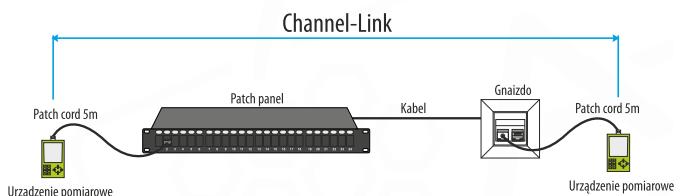
#### 4. Metody pomiarowe torów miedzianych

Do badań certyfikacyjnych wykorzystuje się następujące metody pomiarowe:

- Permanent link** (pomiar niezależny od kabli krosowych) gniazdo + kabel + panel



- Channel** (pomiar z kablami krosowymi, kompletny tor transmisyjny do 100m) kabel krosowy + gniazdo + kabel + panel + kabel krosowy



#### 5. Zestandardyzowane nazewnictwo kabli miedzianych



#### 6. Sekwencje terminacji wtyku i gniazda



#### 7. Znormalizowany system oznaczania średnic przewodów

AWG (ang. American Wire Gauge) to znormalizowany system miar stosowany w Stanach Zjednoczonych, określający pole przekroju kabla.

Numer AWG	Przekrój mm <sup>2</sup>	Budowa żyły	Zastosowanie kabla
AWG 27/7	0,110	7- drutowa	Kabel typu lina
AWG 26/7	0,140	7- drutowa	Kabel typu lina
AWG 24/1	0,203	drut lity	Kabel instalacyjny
AWG 23/1	0,259	drut lity	Kabel instalacyjny
AWG 22/1	0,322	drut lity	Kabel instalacyjny

### Klasyfikacja ogniowa

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 nazywane jest Construction Products Regulation w skrócie CPR wymusza na wszystkich producentach kabli, oferujących swoje wyroby na rynku Unii Europejskiej, badanie wyrobów pod względem reakcji na ogień. Jego celem jest podniesienie bezpieczeństwa budynków przez stosowanie przebadanych i sklasyfikowanych przewodów oraz kabli elektrycznych stosowanych do budowy instalacji elektrycznych.

Szczegóły dotyczące badań wyrobów oraz zasad klasyfikacji są określone w dwóch normach PN-EN 13501-6:2014 „Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 6: Klasyfikacja na podstawie wyników badań reakcji na ogień kabli elektrycznych” oraz PN-EN 50575:2015 „Kable i przewody elektroenergetyczne, sterownicze i telekomunikacyjne. Kable i przewody do zastosowań ogólnych w obiektach budowlanych o określonej klasie odporności pożarowej”. Normy te odnoszą się do konkretnych metod badawczych określających reakcję na ogień wyrobów oraz przywołują zasady klasyfikacji wyrobów. Określenie klasy reakcji na ogień opiera się przede wszystkim na badaniu zgodnie z normą EN 50399 oraz PN-EN 60332-1-2:2010 „Badania palności kabli i przewodów elektrycznych oraz światłowodowych. Część 1-2: Sprawdzanie odporności pojedynczego izolowanego przewodu lub kabla na pionowe rozprzestrzenianie się płomienia. Metoda badania płomieniem mieszkankowym 1kW”. Badania pozwalają na sklasyfikowanie wyrobów w jednej z poniższych klas:

NIEPALNE	NIEZAPALNE	TRUDNO ZAPALNE	ŁATWO ZAPALNE	-		
A <sub>ca</sub>	B <sub>1ca</sub>	B <sub>2ca</sub>	C <sub>ca</sub>	D <sub>ca</sub>	E <sub>ca</sub>	F <sub>ca</sub>

Współcześnie stosowane materiały pozwalają na produkcję kabli, których reakcja na ogień mieści się w klasach od F<sub>ca</sub> (najniższa) do B<sub>2ca</sub> (najlepsza). Dlatego też w najbliższym czasie będą dostępne na rynku kable i przewody sklasyfikowane w jednej z poniższych klas:

NIEZAPALNE	TRUDNO ZAPALNE	ŁATWO ZAPALNE	-	
B <sub>2ca</sub>	C <sub>ca</sub>	D <sub>ca</sub>	E <sub>ca</sub>	F <sub>ca</sub>

Dodatkowo normy PN-EN 13501-6 i PN-EN 50575 wprowadzają możliwość klasyfikacji dodatkowej pozwalającej szczegółowo opisać reakcję wyrobów na ogień. Klasyfikacja dodatkowa opisuje gęstość dymu emitowanego przez kable i przewody podczas pożaru, kwasowość produktów spalania oraz możliwość spadania gorących kropli z palącego się materiału.

Kryteria klasyfikacji oparte zostały na wynikach badań wg norm PN-EN 50399, PN-EN 50754 oraz PN-EN 61034:

#### Wydzielanie dymu według PN-EN 50399

s1	TSP1200s < 50m <sup>2</sup> i max SPR < 0,25m <sup>2</sup> /s
s1a	s1 i transmisji według PN-EN 61034-2 > 80%
s1b	s1 i transmisji według PN-EN 61034-2 ≥ 60% < 80%
s2	TSP1200s < 400m <sup>2</sup> i max SPR < 0,15m <sup>2</sup> /s
s3	nie s1 lub s2

### Płonące krople i odpady według PN-EN 50399

d0	brak płonących kropli i odpadów w ciągu 1200 s
d1	brak płonących kropli i odpadów płonących dłużej niż 10 s w ciągu 1200 s
d2	nie d0 lub d1

### Kwasowość według PN-EN 60754

a1	konduktywność <2,5µS/mm i pH >4,3
a2	konduktywność <10µS/mm i pH >4,3
a3	nie a1 lub a2

W ten sposób otrzymujemy pełną klasyfikację reakcji na ogień kabla lub przewodu, która może wyglądać przykładowo w następujący sposób:

**B2<sub>ca</sub>, s1a, d0, a1**

Powyższy przykład pokazuje najwyższą możliwą w tej chwili klasyfikację dla kabli i przewodów zbudowanych w oparciu o materiały izolacyjne termoplastyczne.

Dodatkowo, norma PN-EN 50575-2015 „Kable i przewody elektroenergetyczne, sterownicze i telekomunikacyjne. Kable i przewody do zastosowań ogólnych w obiektach budowlanych o określonej klasie odporności pożarowej” opisuje szczegółowo jakie jednostki badawcze mają brać udział w badaniach wyrobów, w jaki sposób producent klasyfikuje wyrób i jakie dokumenty potwierdzające klasyfikację mają zostać dostarczone przez producenta przy wprowadzaniu wyrobu na rynek Unii Europejskiej.

## Rozwiązania światłowodowe

### 1. Klasy oraz kategorie

Według normy EN 50173-1 wyróżnia się sześć klas okablowania światłowodowego: OF-100, OF-300, OF-500, OF-2000, OF-5000, OF-10000 oraz sześć kategorii okablowania światłowodowego: OM1, OM2, OM3, OM4, OS1, OS2, przy czym cztery pierwsze kategorie dotyczą kabli światłowodowych wielomodowych, natomiast dwie ostatnie kabli światłowodowych jednomodowych.

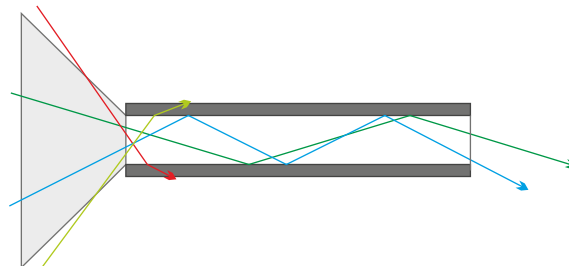
Kategoria	Włókno	Klasa					
		OF - 100	OF - 300	OF - 500	OF - 2000	OF - 5000	OF - 10000
OM1	50/125 µm	✓	✓	✓	✓	-	-
	62,5/125 µm	✓	✓	✓	✓	-	-
OM2	50/125 µm	✓	✓	✓	✓	-	-
	62,5/125 µm	✓	✓	✓	✓	-	-
OM3	50/125 µm	✓	✓	✓	✓	-	-
OM4	50/125 µm	✓	✓	✓	✓	-	-
OS1	9/125 µm	-	✓	✓	✓	-	-
OS2	9/125 µm	-	✓	✓	✓	✓	✓

### 2. Maksymalne tłumienie toru transmisyjnego

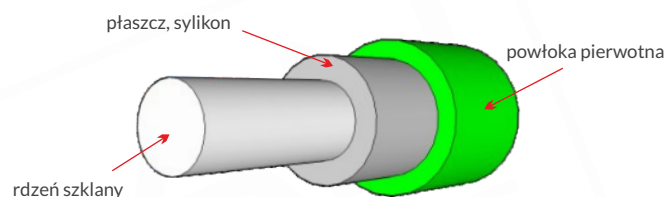
Klasa	Maksymalne tłumienie toru transmisyjnego (db)			
	Kable wielomodowe		Kable jednomodowe	
	850 nm	1300 nm	1310 nm	1550 nm
OF - 100	1,85	1,65	-	-
OF - 300	2,55	1,95	1,80	1,80
OF - 500	3,25	2,25	2,00	2,00
OF - 2000	8,50	4,50	3,50	3,50
OF - 5000	-	-	4,00	4,00
OF - 10000	-	-	6,00	6,00

### 3. Jak działa technologia światłowodowa

W światłowodach do transmisji danych wykorzystywany jest impuls świetlny o długości fali (w przybliżeniu) z zakresu od 800 nm do 1600 nm. Zakres ten odpowiada szerokości pasma podczerwieni. Światło wewnątrz szklanego rdzenia ulega całkowitemu wewnętrznemu odbiciu od powierzchni płaszcza dzięki czemu możliwa jest propagacja sygnału na znaczne odległości.

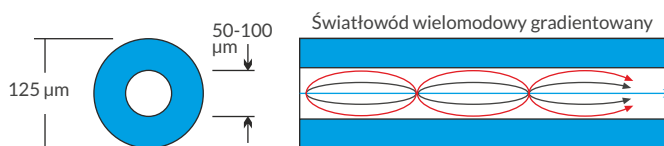


### 4. Konstrukcja włókien światłowodowych



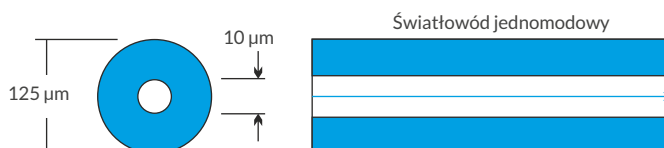
### 5. Włókna wielomodowe (multimode - MM) gradientowe

Mod światłowodowy jest to akceptowalny kąt padania światła do światłowodu. Impuls światła rozprzestrzeniający się w światłowodzie wielomodowym jest superpozycją wielu promieni świetlnych padających pod różnymi kątami. W światłowodzie gradientowym wielomodowym ze względu na płynną zmianę współczynnika załamania światła propagacja światła w rdzeniu jest zbliżona do sinusoidalnej. Typowe średnice włókien wielomodowych to 50/125 µm oraz 62,5/125 µm.



### 6. Włókna jednomodowe (singlemode - SM)

Typowa średnica włókien jednomodowych to 9/125 µm, dzięki czemu w rdzeniu przenoszony jest tylko jeden mod światła, co ogranicza zjawisko dyspersji stwarzając możliwość wykorzystywania tego rodzaju kabli do transmisji na większe odległości niż w przypadku kabli światłowodowych wielomodowych

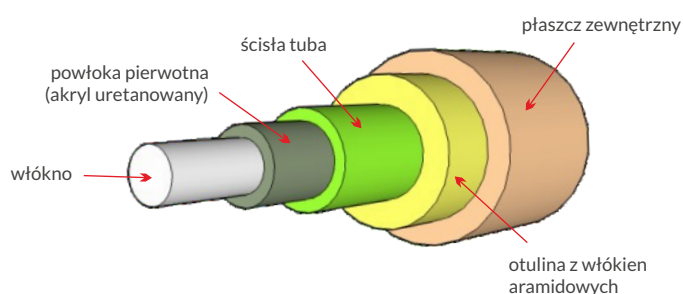


## 7. Protokoły transmisyjne według normy EN 50173-1

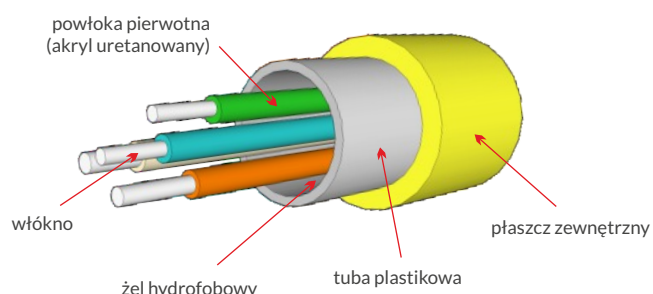
Kategoria	Opis	Prędkość	Długość fali (nm)	Średnica (m)	Długość (m)	Klasa	Protokół transmisyjny
OM1	Ethernet	10 Mbit/s	850	62,5	1000	OF-500	FOIRL
			850	62,5	2000	OF-2000	10BASE-FL
	Fast Ethernet	100 Mbit/s	1300	62,5	2000	OF-2000	100BASE-FX
			850	62,5	275	OF-100	1000BASE-LX
	Gigabit Ethernet	1 Gbit/s	1300	62,5	550	OF-500	1000BASE-SX
			850	62,5	32	-	10GBASE-SR/SW
	10 Gigabit Ethernet	10 Gbit/s	1300	62,5	300	OF-300	10GBASE-LX4
850			62,5	-	-	10GBASE-SR4	
100 Gigabit Ethernet	100 Gbit/s	850	62,5	-	-	100GBASE-SR10	
OM2	Ethernet	10 Mbit/s	850	50	514	OF-500	FOIRL
			850	50	1514	OF-500	10BASE-FL
	Fast Ethernet	100 Mbit/s	1300	50	2000	OF-2000	100BASE-FX
			850	50	550	OF-500	1000BASE-LX
	Gigabit Ethernet	1 Gbit/s	1300	50	550	OF-500	1000BASE-SX
			850	50	82	-	10GBASE-SR/SW
	10 Gigabit Ethernet	10 Gbit/s	1300	50	300	OF-300	10GBASE-LX4
850			50	-	-	10GBASE-SR4	
100 Gigabit Ethernet	100 Gbit/s	850	50	-	-	100GBASE-SR10	
OM3	Ethernet	10 Mbit/s	850	50	514	OF-500	FOIRL
			850	50	1514	OF-500	10BASE-FL
	Fast Ethernet	100 Mbit/s	1300	50	2000	OF-2000	100BASE-FX
			850	50	550	OF-500	1000BASE-LX
	Gigabit Ethernet	1 Gbit/s	1300	50	550	OF-500	1000BASE-SX
			850	50	300	OF-300	10GBASE-SR/SW
	10 Gigabit Ethernet	10 Gbit/s	1300	50	300	OF-300	10GBASE-LX4
850			50	100	OF-100	10GBASE-SR4	
100 Gigabit Ethernet	100 Gbit/s	850	50	100	OF-100	100GBASE-SR10	
OM4	Ethernet	10 Mbit/s	850	50	514	OF-500	FOIRL
			850	50	1514	OF-500	10BASE-FL
	Fast Ethernet	100 Mbit/s	1300	50	2000	OF-2000	100BASE-FX
			850	50	550	OF-500	1000BASE-LX
	Gigabit Ethernet	1 Gbit/s	1300	50	550	OF-500	1000BASE-SX
			850	50	300	OF-300	10GBASE-SR/SW
	10 Gigabit Ethernet	10 Gbit/s	1300	50	300	OF-300	10GBASE-LX4
850			50	150	OF-100	10GBASE-SR4	
100 Gigabit Ethernet	100 Gbit/s	850	50	150	OF-100	100GBASE-SR10	
OS1	Gigabit Ethernet	1 Gbit/s	1310	9	2560	OF-2000	1000BASE-LX
			1310	9	4200	OF-2000	10GBASE-LX4
	10 Gigabit Ethernet	10 Gbit/s	1310	9	4200	OF-2000	10GBASE-LR/LW
			1550	9	8900	OF-2000	10GBASE-ER/EW
	40 Gigabit Ethernet	40 Mbit/s	1310	9	4700	OF-2000	40GBASE-LR4
			1310	9	6300	OF-2000	100GBASE-LR4
	100 Gigabit Ethernet	100 Gbit/s	1550	9	16000	OF-10000	100GBASE-ER4
1310			9	5000	OF-5000	1000BASE-LX	
OS2	Gigabit Ethernet	1 Gbit/s	1310	9	10000	OF-10000	10GBASE-LX4
			1310	9	10000	OF-10000	10GBASE-LR/LW
	10 Gigabit Ethernet	10 Gbit/s	1550	9	22250	OF-10000	10GBASE-ER/EW
			1310	9	10000	OF-10000	40GBASE-LR4
	100 Gigabit Ethernet	100 Gbit/s	1310	9	10000	OF-10000	100GBASE-LR4
			1550	9	40000	OF-10000	100GBASE-ER4

## 8. Konstrukcja kabli światłowodowych

### Kabel w tubie ściślej

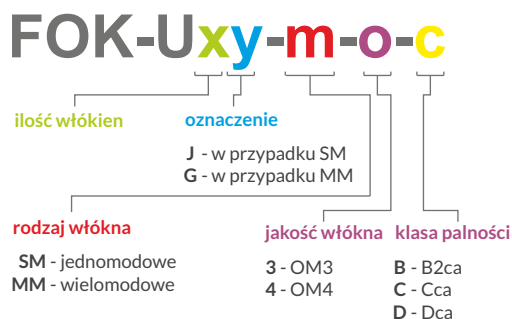


### Kabel w tubie luźnej

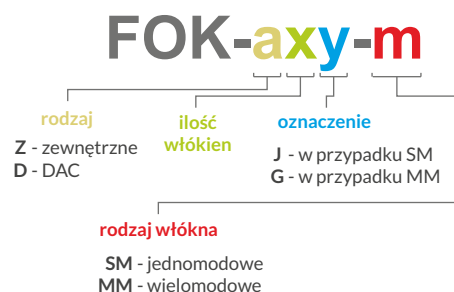


## 9. Oznaczenia kabli światłowodowych

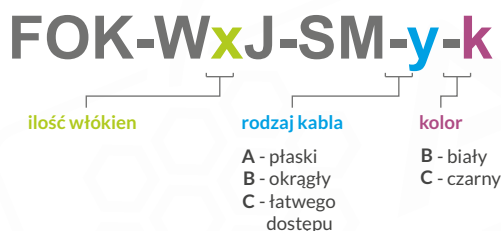
### Kable UNIWERSALNE



### Kable ZEWNĘTRZNE



### Kable ABONENCKIE



## 10. Właściwości fizyczne

Rdzeń światłowodu jest właściwym środowiskiem, w którym zachodzi propagacja strumienia świetlnego. Aktualnie w technologii światłowodowej prawie wyłącznie wykorzystuje się rdzenie z dwutlenku krzemu SiO<sub>2</sub>, dla którego tłumienie wtrąceniowe jest praktycznie pomijalne. Ważnym czynnikiem jest jakość szkła. Odpowiedni proces produkcji umożliwia pozbycie się dużej części zanieczyszczeń oraz na uniknięcie wpływu wilgotności powietrza na włókna dzięki niezwłocznemu nałożeniu powłoki pierwotnej po wytworzeniu włókna.

## 11. Zjawisko dyspersji

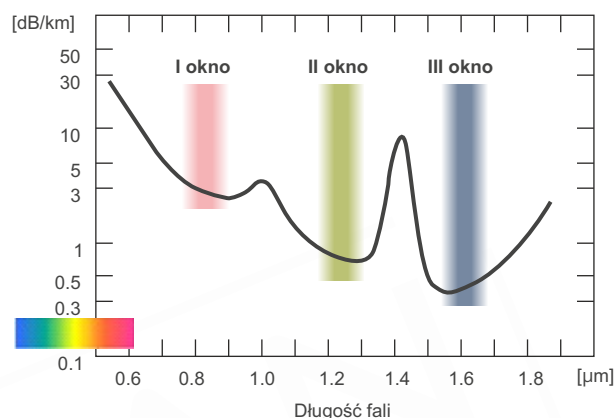
Pasmo przenoszenia włókien światłowodowych ograniczone jest przez zjawisko dyspersji. Wyróżnia się dyspersję modyową i chromatyczną. Dyspersja modyowa polega na wystąpieniu różnicy czasów pomiędzy pierwszym i ostatnim modem światła wskutek wystąpienia różnic dróg przebytych przez transmitowane mody światła. Wynikiem wystąpienia tej różnicy czasów jest „rozmycie” impulsu na wyjściu światłowodu, co może skutkować niezdolnością rozróżnienia impulsów przez odbiornik i błędami odczytu.

Na dyspersję chromatyczną składają się dwa zjawiska: dyspersja materiałowa oraz falowa, w wyniku których sygnał na wyjściu

światłowodu ulega „rozmyciu”. Dyspersja chromatyczna związana jest z występowaniem różnych współczynników załamania światła, dla fal świetlnych o różnej długości, w związku z czym promienie świetlne docierają do odbiornika z różnymi czasami.

## 12. Tłumienie we włóknie światłowodowym

Tłumienie jest zjawiskiem polegającym na stracie światła przenieszonego przez włókno światłowodu, ograniczającym zasięg transmisji światłowodowej. Źródłem tłumienia światłowodu jest jego struktura (mikro- i makro- zgięcia, uszkodzenia) oraz materiał (absorpcja, rozpraszanie).



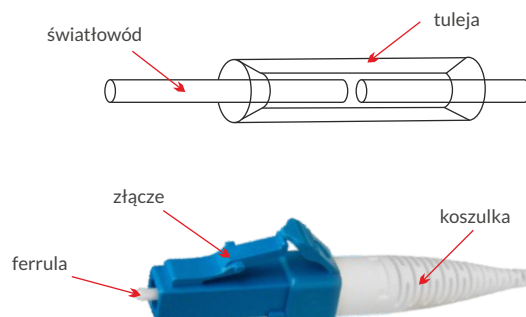
Tłumienie zależy od długości fali transmitowanego światła. Wyróżnia się trzy długości fali świetlnej tzw. Okna transmisyjne, dla których tłumienie jest minimalne:

- I okno transmisyjne: 850 nm
- II okno transmisyjne: 1310 nm
- III okno transmisyjne: 1550 nm

## 13. Budowa wtyku

Tuleja (ferrula) służy do zamontowania w jej wnętrzu włókna światłowodowego w celu jego odpowiedniego pozycjonowania. Włókno wprowadzane jest przez całą długość ferruli do jej czoła, które stanowi interfejs sygnału świetlnego.

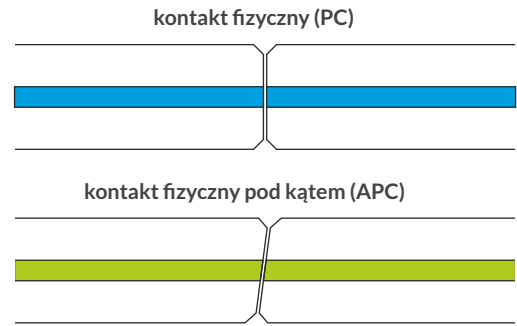
Wtyki różnią się rodzajem polerowania (PC, APC), a także tłumiennością wtrąceniową związaną z możliwością niecentrycznego połączenia włókien oraz tłumiennością odbiciową, związaną z odbiciem światła od płaszczyzn złącza w sytuacji, gdy nie są one ściśle dopasowane.



#### 14. Złącza stykowe PC i APC

Czoła włókien światłowodowych mogą być wypolerowane na dwa sposoby: metodą PC (*ang. Physical Contact*) lub metodą APC (*ang. Angled Physical Contact*).

- **Metoda PC** polega na wypolerowaniu powierzchni pod kątem  $90^\circ$  i umieszczeniu ich w jak najmniejszej odległości naprzeciwko siebie, w celu minimalizacji tłumienności łącza.
- **Metoda APC** polega na wypolerowaniu powierzchni pod kątem  $80^\circ$  co pozwala na zmniejszenie tłumienności tego typu złącza względem złącza PC.



#### 15. Najczęściej stosowane wtyki

##### Wtyk LC



- Złącze w wersjach simpleks i duplex
- Dostępne w wersji jednomodowej i wielomodowej
- Małe gabaryty
- Ferrula o średnicy 1,25 mm
- Posiada mechanizm zatraskowy

##### Wtyk SC



- Prostokątny
- Montaż typu „push-pull”
- Złącze w wersjach simpleks i duplex
- Dostępne w wersji jednomodowej i wielomodowej

##### Wtyk FC



- Gwintowany sposób mocowania
- Dostępny w wersji jednomodowej i wielomodowej
- Głównie stosowany dla kabli jednomodowych

##### Wtyk E2000



- Montaż typu „push-pull” z klapką zabezpieczającą ferrulę przed zabrudzeniem
- Długie prowadnice złącza światłowodowego w adapterze
- Dostępny w wersji wielomodowej i jednomodowej

##### Wtyk ST



- Wyposażony w bagnetowy zamek obrotowy
- Prosty i szybki sposób mocowania włókna
- Dostępny w wersji jednomodowej i wielomodowej
- Głównie stosowany dla kabli wielomodowych