

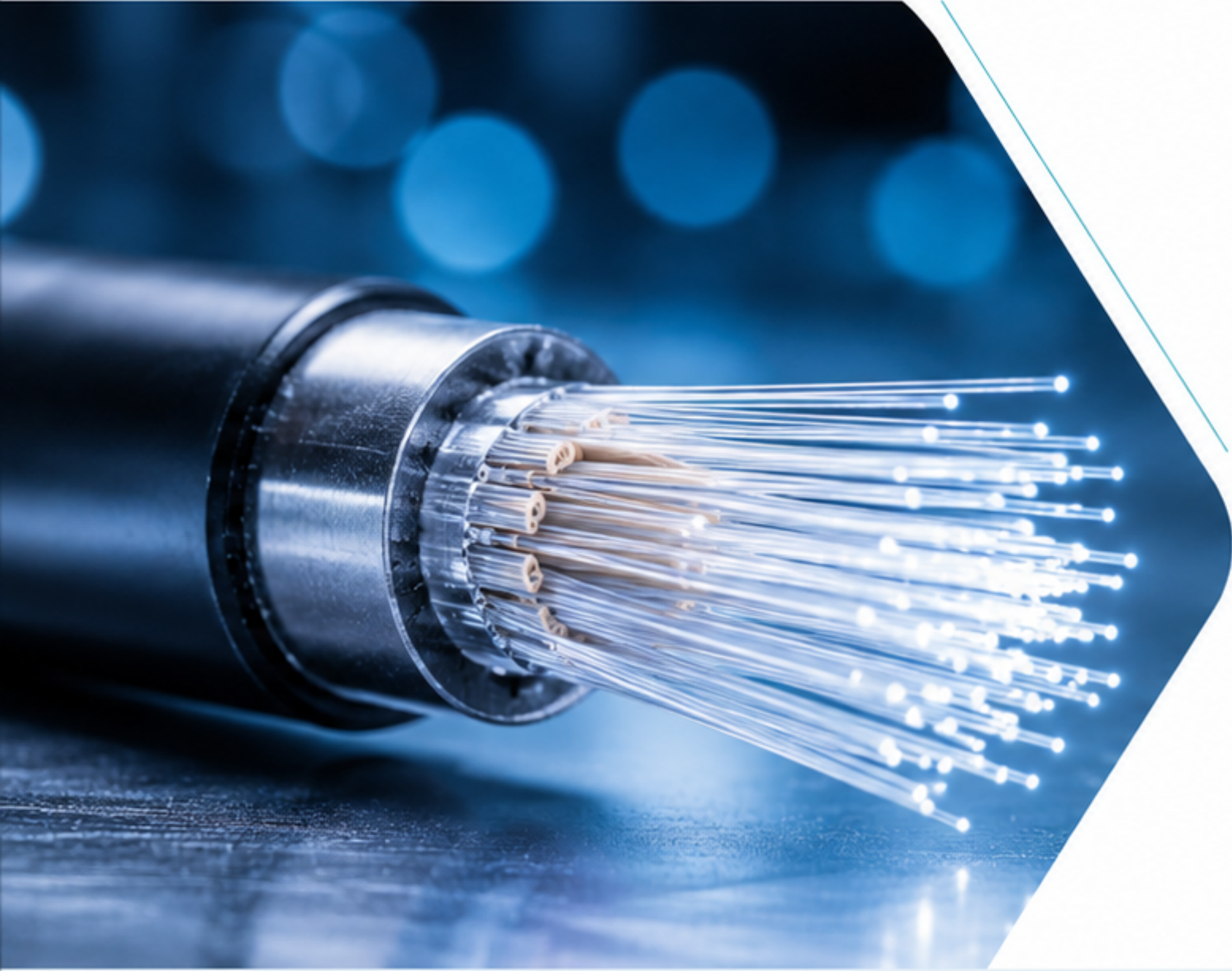
# ŚWIATŁOWODY

---

podstawowy podział  
i najważniejsze pojęcia

wersja uproszczona – bez skomplikowanej fizyki





# 1. Co to jest światłowód?

Przewód z przezroczystego rdzenia i płaszczu, który przesyła dane za pomocą światła.

- ✓ nośnikiem informacji jest światło
- ✓ bardzo duża przepustowość
- ✓ małe tłumienie na długich odcinkach
- ✓ odporność na zakłócenia elektromagnetyczne
- ✓ wymaga właściwego doboru włókna, modułu i długości fali



W praktyce dobieramy razem: **włókno** + **moduł optyczny** + **długość fali**.



## 2. Podstawowy podział

Najważniejszy podział: wielomodowe (MM) i jednomodowe (SM).



### Wielomodowy – MM

- ✓ większy rdzeń: 50 lub 62,5  $\mu\text{m}$
- ✓ światło biegnie wieloma torami (modami)
- ✓ tańsze moduły, częste w sieciach LAN
- ✓ typowe długości: raczej krótsze



### Jednomodowy – SM

- ✓ mały rdzeń: ok. 9  $\mu\text{m}$
- ✓ w praktyce jeden mod przestrzenny
- ✓ typowy do długich odległości
- ✓ zwykle pracuje przy 1310 i 1550 nm



Najważniejsza różnica: MM jest wygodny na krótsze odcinki, a SM wybieramy do dłuższych tras i większego zapasu.



### 3. Wielomodowe: OM1, OM2, OM3, OM4, OM5

OM oznacza klasę włókna wielomodowego.

Im wyższa klasa, tym zwykle lepsza praca przy szybkiej transmisji.

| Klasa | Rdzeń/płaszcz          | Typowy kolor   | Uwagi                           |
|-------|------------------------|----------------|---------------------------------|
| OM1   | 62,5/125 $\mu\text{m}$ | ● pomarańczowy | starsze instalacje              |
| OM2   | 50/125 $\mu\text{m}$   | ● pomarańczowy | starsze / proste sieci          |
| OM3   | 50/125 $\mu\text{m}$   | ● aqua         | szybki Ethernet, popularny      |
| OM4   | 50/125 $\mu\text{m}$   | ● aqua         | większy zapas i dłuższe odcinki |
| OM5   | 50/125 $\mu\text{m}$   | ● limonkowy    | szerokopasmowy MM               |

- ✓ w MM najczęściej spotykamy 850 nm
- ✓ 1310 nm też występuje, zwłaszcza w starszych lub wolniejszych systemach
- ✓ przy multimodzie zasięg silnie zależy od szybkości transmisji



## 4. Jednomodowe: OS1 i OS2

OS to klasy włókien jednomodowych – wybierane głównie tam, gdzie liczy się zasięg i zapas na przyszłość.



### OS1

- ✓ starsze instalacje wewnętrzne
- ✓ jednomodowe włókno do krótszych tras niż OS2
- ✓ dziś spotykane rzadziej



### OS2

- ✓ najczęstszy wybór do nowych instalacji
- ✓ długie trasy i duży zapas
- ✓ współpraca z 1310 i 1550 nm



**1310 nm** nie oznacza automatycznie jednomodu – ta długość fali występuje także w niektórych systemach **MM** – ale w praktyce nowoczesne łącza **SM** bardzo często pracują przy **1310** lub **1550 nm**.



# 5. Najczęstsze długości fali

Najczęściej spotkasz 850 nm, 1310 nm i 1550 nm – ale każda z nich ma trochę inne zastosowanie.



## 850 nm

- ✓ głównie wielomod
- ✓ typowe sieci LAN
- ✓ zwykle setki metrów



## 1310 nm

- ✓ bardzo częste w jednomodzie
- ✓ występuje też w wielomodzie
- ✓ w MM przy mniejszych prędkościach nawet do ok. 2 km



## 1550 nm

- ✓ prawie wyłącznie jednomod
- ✓ małe tłumienie
- ✓ bardzo długie trasy



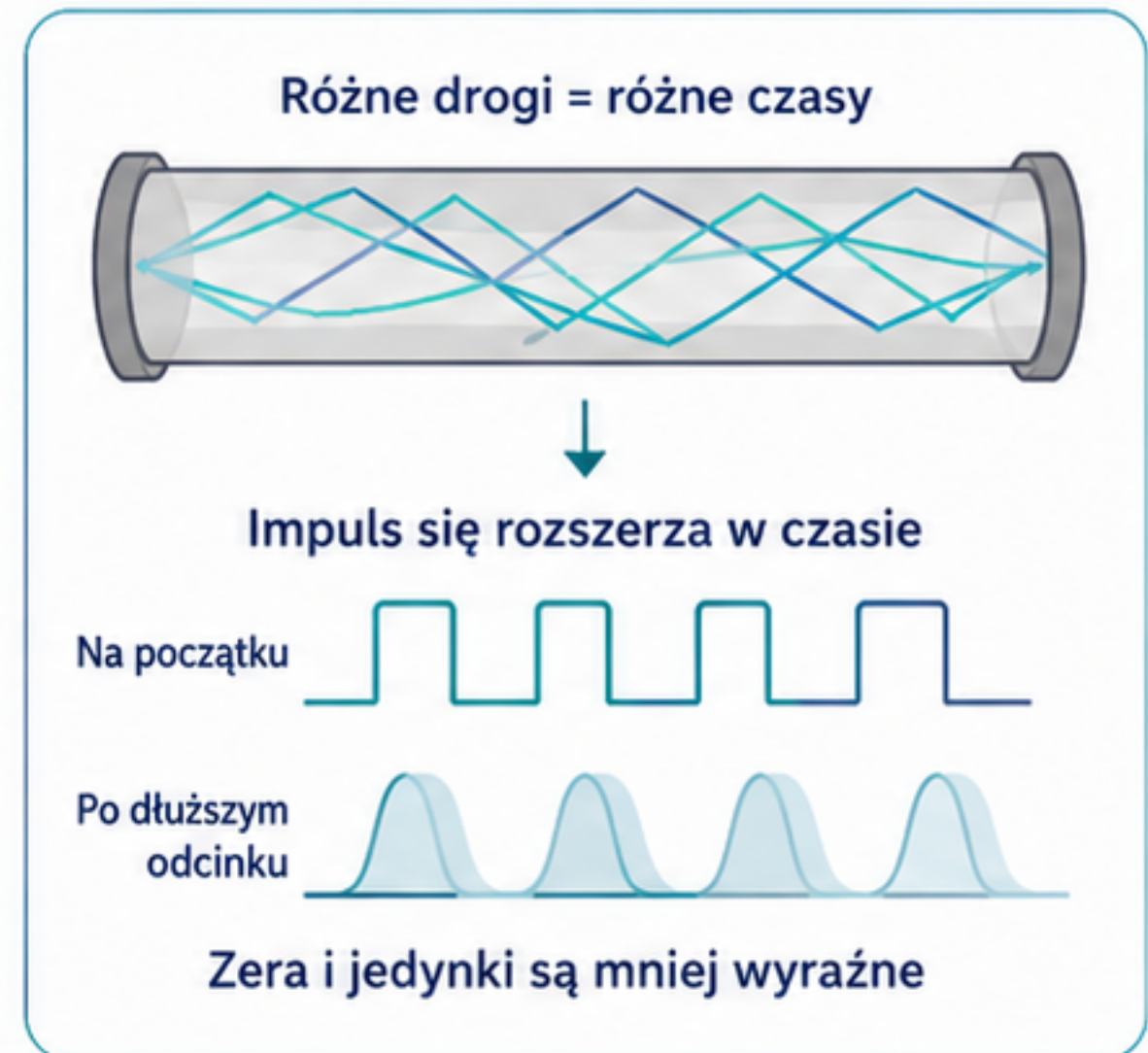
W MM 850 nm jest najczęstsze przy szybkich sieciach, a 1310 nm pojawia się także w starszych i wolniejszych systemach. Zasięg zawsze zależy od włókna, modułu i szybkości transmisji.



## 6. Dlaczego wielomod ma krótszy zasięg?

W światłowodzie wielomodowym sygnał z czasem się "rozmywa" – dlatego rośnie ograniczenie długości i szybkości.

- ✓ w MM światło biegnie wieloma drogami
- ✓ każda droga ma trochę inny czas dotarcia
- ✓ impuls rozszerza się w czasie (dyspersja modalna)
- ✓ po dłuższym odcinku zera i jedynki są mniej wyraźne
- ✓ im wyższa szybkość transmisji, tym krótszy dopuszczalny odcinek

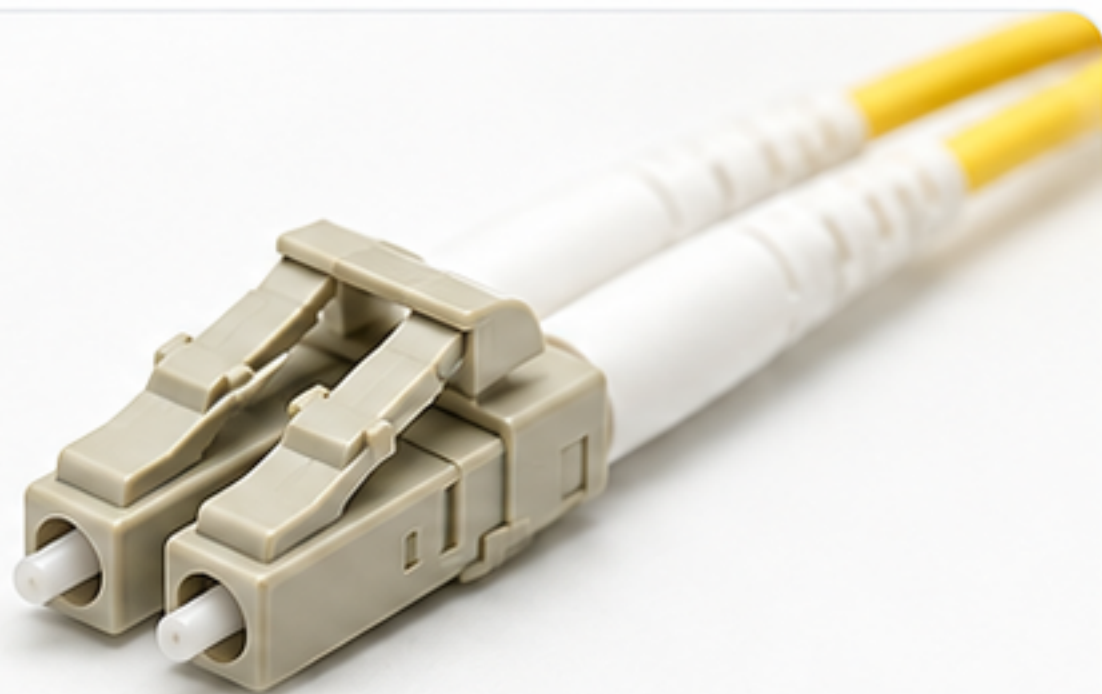


To dlatego multimod świetnie sprawdza się **w budynku lub kampusie**, ale **na długie trasy** zwykle wybiera się jednomod.



# 6. Podstawowe złącza: LC, SC i ST

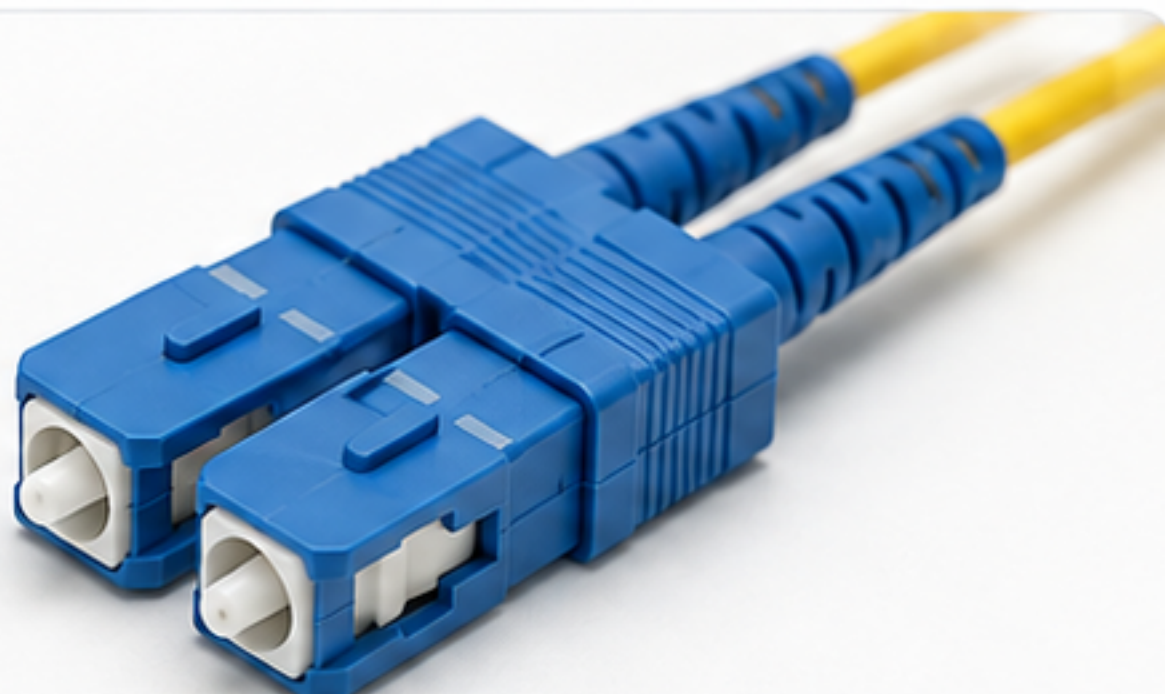
Najczęściej spotykane złącza światłowodowe i prosty sposób ich zapamiętania.



**LC**

Lucent Connector  
małe złącze Lucent

- ✓ małe, bardzo popularne
- ✓ często w modułach SFP
- ✓ mały zatrzask



**SC**

Subscriber Connector  
złącze abonenckie / kwadratowe

- ✓ większe od LC
- ✓ proste wkładanie push-pull
- ✓ częste w patchpanelach



**ST**

Straight Tip  
prosta końcówka / mocowanie obrotowe

- ✓ okrągłe, metalowe
- ✓ wkładasz i lekko przekręcasz
- ✓ spotykane w starszych instalacjach



Jak zapamiętać? **LC** = małe i nowoczesne, **SC** = większe i kwadratowe, **ST** = okrągłe i przekręcane.



# 8. Podstawy SFP – popularne wkładki Cisco i FS.com

SFP (Small Form-factor Pluggable) to mała, wymienna wkładka nadawczo-odbiorcza. Dobiera się ją do prędkości, rodzaju włókna i długości fali.



| Wkładki Cisco | Prędkość | Włókno                     | Długość fali | Typowy zasięg                     | Uwagi                             |
|---------------|----------|----------------------------|--------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| GLC-FE-100FX  | 100 Mb/s | MMF 50/125 lub 62,5/125 μm | 1310 nm      | do 2 km                           | 100BASE-FX; Fast Ethernet         |
| GLC-GE-100FX  | 100 Mb/s | MMF 50/125 lub 62,5/125 μm | 1310 nm      | do 2 km                           | 100BASE-FX do wybranych portów GE |
| GLC-SX-MMD    | 1 Gb/s   | MMF 50/125 lub 62,5/125 μm | 850 nm       | 220–550 m; do 1 km na OM3/OM4/OM5 | najpopularniejsza 1G do wielomodu |
| GLC-LH-SMD    | 1 Gb/s   | SMF 9/125 μm               | 1310 nm      | do 10 km                          | 1G do jednomodu                   |
| GLC-FE-100LX  | 100 Mb/s | SMF 9/125 μm               | 1310 nm      | do 10 km                          | 100BASE-LX10; jednomod            |

| Wkładki FS.com | Prędkość | Włókno                     | Długość fali | Typowy zasięg                     | Uwagi                                 |
|----------------|----------|----------------------------|--------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| SFP-100FX      | 100 Mb/s | MMF 50/125 lub 62,5/125 μm | 1310 nm      | do 2 km                           | odpowiednik 100FX                     |
| SFP-GE-FX      | 100 Mb/s | MMF 50/125 lub 62,5/125 μm | 1310 nm      | do 2 km                           | wariant do portów GE zgodnych z 100FX |
| SFP-1G-SX      | 1 Gb/s   | MMF 50/125 lub 62,5/125 μm | 850 nm       | 220–550 m; do 1 km na OM3/OM4/OM5 | popularny 1G multimode                |
| SFP-1G-LX      | 1 Gb/s   | SMF 9/125 μm               | 1310 nm      | do 10 km                          | popularny 1G singlemode               |



**Uwaga:** nie każdy router lub switch Cisco wspiera każdą wkładkę SFP.  
Zawsze sprawdzaj zgodność dla konkretnego modelu urządzenia i wersji IOS / IOS XE.



Najprościej: FX = 100 Mb/s / zwykle MM 1310 nm, SX = 1 Gb/s / MM 850 nm, LX/LH = 1 Gb/s / SM 1310 nm.



# 9. Ważne uwagi o SFP

Wkładki SFP działają w różnych prędkościach i nie mają prostego dopasowania automatycznego. Nie mieszaj wkładek i portów 100 Mb/s, 1 Gb/s oraz 10 Gb/s przypadkowo.



## FE SFP

100 Mb/s



np. GLC-FE-100FX, GLC-GE-100FX

## SFP 1G

1 Gb/s



np. GLC-SX-MMD, GLC-LH-SMD

## SFP+

10 Gb/s



np. SR / LR



W przeciwieństwie do RJ-45 nie ma tu prostego „auto ustawienia prędkości”. Wkładka, port i druga strona muszą być dobrane zgodnie.

Albo 100 Mb/s, albo 1 Gb/s, albo 10 Gb/s — nie mieszamy tego przypadkowo.



### Kompatybilność Cisco

- nie każdy router lub switch wspiera każdą wkładkę
- zawsze sprawdź compatibility matrix dla konkretnego modelu
- sprawdź support list i wersję IOS / IOS XE dla danej platformy



### Polecenia spotykane na części platform

```
service unsupported-transceiver  
no errdisable detect cause gbic-invalid
```



Nie każda platforma je obsługuje i używasz ich na własną odpowiedzialność.



### Ważna uwaga praktyczna

Jeśli włożysz nieodpowiednią wkładkę i platforma nie ma / nie używa no errdisable detect cause gbic-invalid, port może wymagać wyłączenia i ponownego włączenia (shutdown / no shutdown), a czasem restartu routera lub switcha.



Przydatne polecenia diagnostyczne:

show inventory

show interfaces transceiver detail

Slajd 10/12



# 10. Złącza jednomodowe: APC i UPC

Dwa podobne złącza, ale nie należy ich łączyć bezpośrednio.

## UPC



### Ultra Physical Contact

- najczęściej kolor: niebieski
- prosty szlif czopa ferruli
- małe odbicia, ale większe niż APC
- typowe w wielu standardowych połączeniach SM

### CZOŁO FERRULI – UPC

Widok z boku



czoko ferruli  
proste

Widok z przodu



## APC



### Angled Physical Contact

- najczęściej kolor: zielony
- szlif pod kątem ok. 8°
- bardzo małe odbicia wsteczne
- częste w systemach wymagających małych odbić

### CZOŁO FERRULI – APC

Widok z boku



ok. 8°  
czoko ferruli  
pod kątem ok. 8°

Widok z przodu



UPC ↔ UPC

✓ poprawnie



APC ↔ APC

✓ poprawnie



UPC ↔ APC

✗ nie łączyć  
bezpośrednio



### Dlaczego nie łączyć?

- różny kształt czopa ferruli
- gorszy styk mechaniczny
- większe tłumienie i większe odbicia
- połączenie może działać źle albo niestabilnie



Jak zapamiętać? Zielony = APC = kątowny. Niebieski = UPC = prosty. W jednomodzie łączymy tylko ten sam typ z tym samym

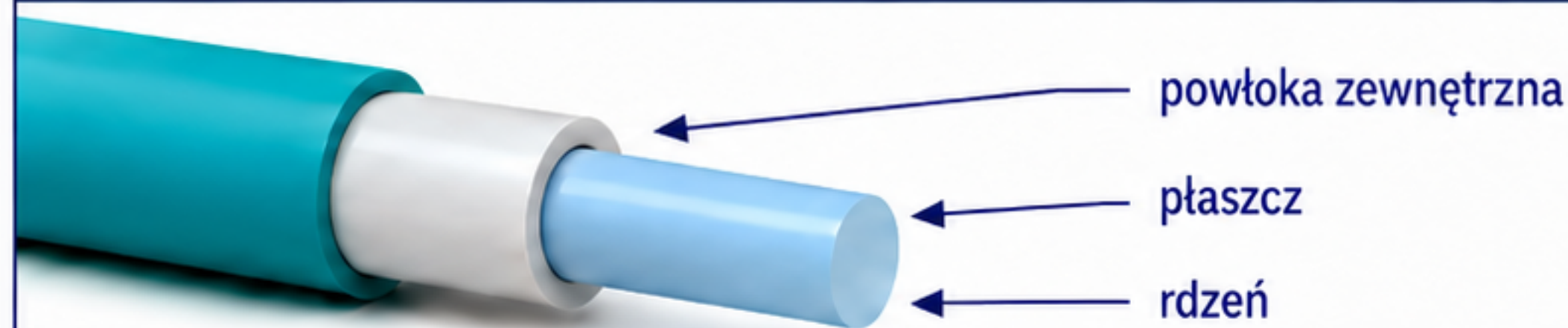
Slajd 11/12



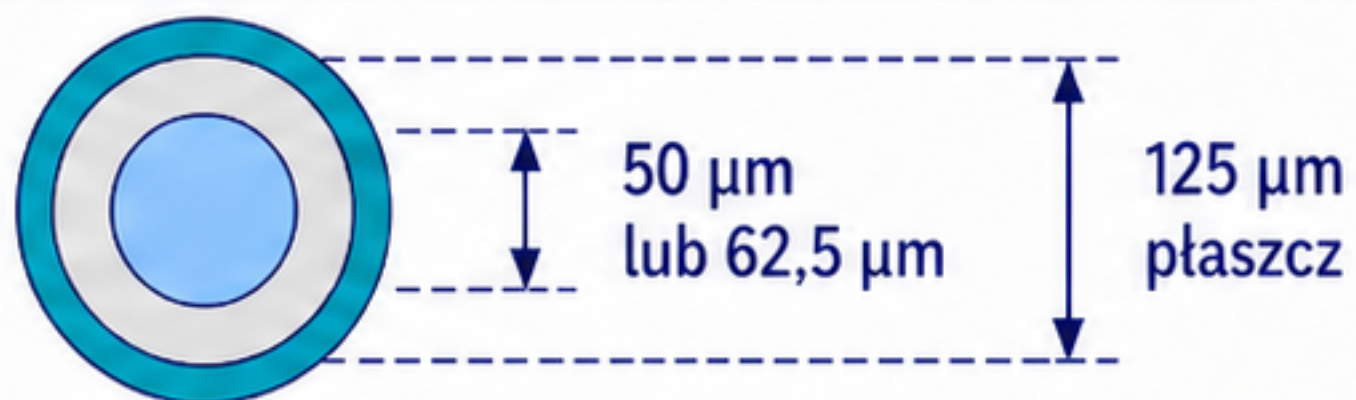
# 12. Wielomod i jednomod – budowa i różnice

Porównanie budowy włókna, sposobu propagacji światła i typowych zastosowań.

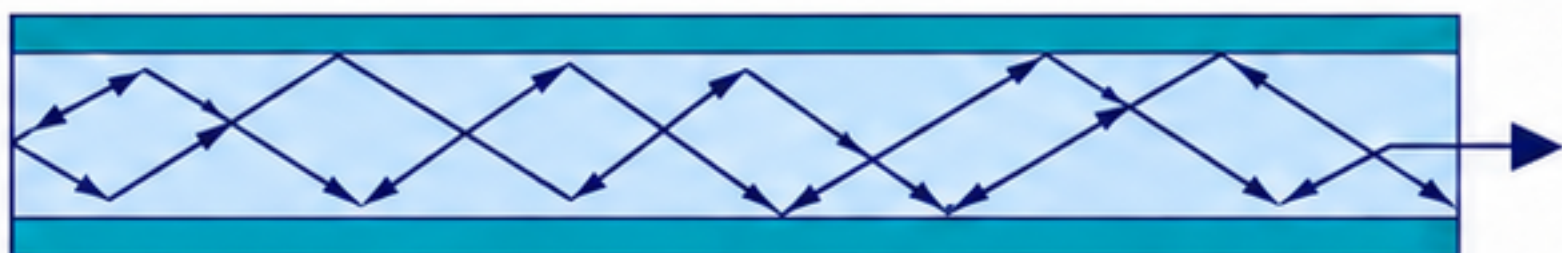
## Wielomodowy (MM)



Przekrój poprzeczny

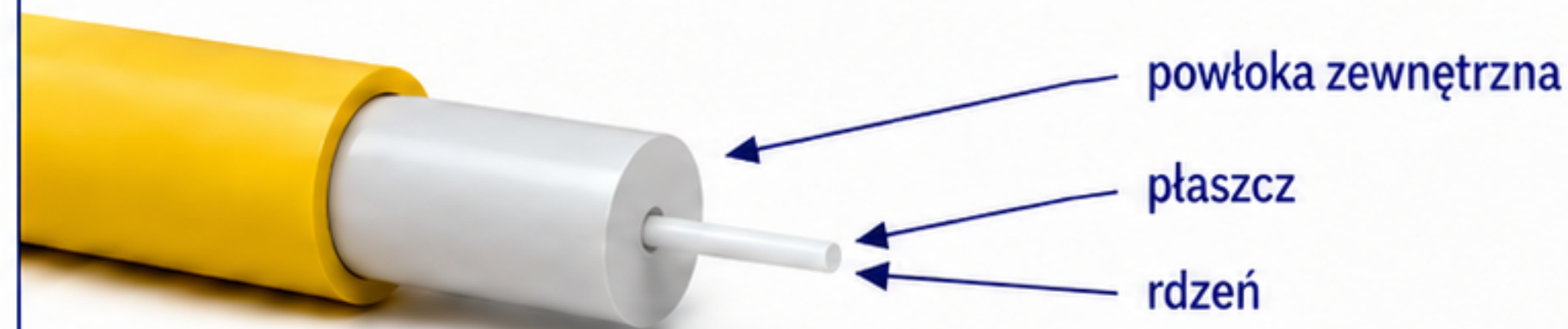


Propagacja światła

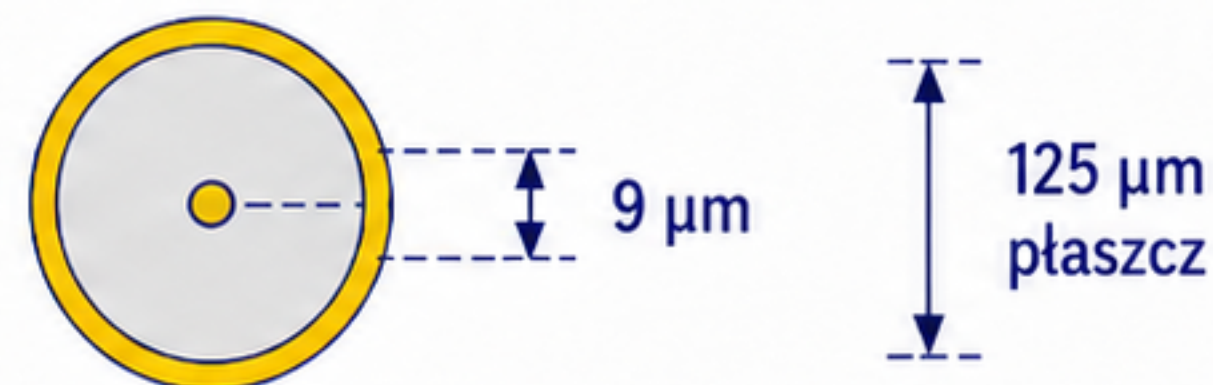


- grubszy rdzeń
- zwykle 850 nm, czasem 1310 nm
- krótsze odległości
- częste w LAN i serwerowniach
- większa dyspersja modalna

## Jednomodowy (SM)



Przekrój poprzeczny



Propagacja światła



- cienki rdzeń
- najczęściej 1310 nm i 1550 nm
- długie trasy i większy zapas
- mniejsza dyspersja modalna
- typowy wybór do dłuższych łączy



Jak zapamiętać?

**MM** = grubszy rdzeń i krótsze trasy.

**SM** = cienki rdzeń i długie trasy