



Wprowadzenie

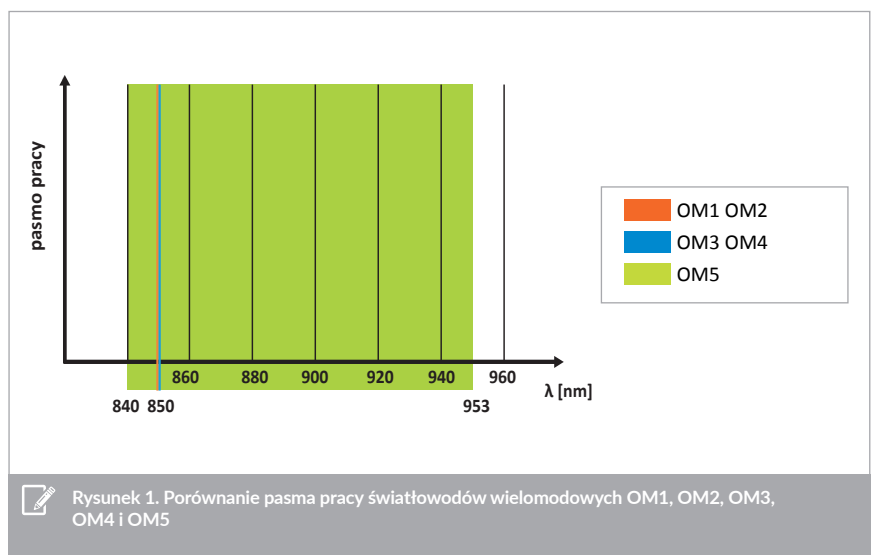
W chwili obecnej zapotrzebowanie na wzrost przepływności systemów telekomunikacyjnych, generowany przez ilość oraz wielkości danych jakie przechowujemy oraz transferujemy, jest szybszy aniżeli rozwój samej technologii. Transfer krótko-dystansowy – od kilkudziesięciu do kilkuset metrów – w systemach optycznych odbywa się za pomocą światłowodów wielomodowych. Jest to rozwiązanie przyjęte od lat, którego główną zaletą jest stosunkowo tania i elastyczna infrastruktura. Wykorzystując przyjęte od lat, najbardziej efektywne nadajniki, bazujące na laserach o emisji powierzchniowej VCSEL, możemy uzyskać maksymalną przepływność jednej linii równą 25 Gbit/s. Jest to wystarczające dla sieci 100G, ale branża bardzo szybko podąża w kierunku sieci Ethernet 200G oraz 400G. Powszechne obecnie standardy infrastruktury wielomodowej OM3 i OM4 gwarantują zasięg sieci 8-liniowej 4x25G do nieco ponad 100 metrów. Zbudowanie dwukierunkowej sieci o przepływności 400 Gbit/s o takim zasięgu wymagałoby zastosowania standardu MPO32, który nie jest kompatybilny z powszechnie stosowanym MPO12. Zbyt wolny rozwój technologii urządzeń aktywnych oraz niekompatybilność powszechnych standardów wielomodowych ze standardami nowych systemów telekomunikacyjnych, odbijają się na wzroście kosztów oraz skomplikowaniu infrastruktury kablowej.

Standard OM5

Telekomunikacja od lat radzi sobie z problemami wzrastających przepływności, a co za tym idzie ilości kanałów transmisyjnych, stosując multipleksowanie, czyli przesyłanie wielu sygnałów w jednym medium transmisyjnym. W telekomunikacji optycznej powszechnie znane jest zwielokrotnienie sygnału w dziedzinie długości fali. W przypadku systemów wielomodowych stosowanie tego rozwiązania było dotychczas niemożliwe ze względu na wąskie pasmo, w jakim dostępne od lat włókna OM3 oraz OM4 osiągały pełną sprawność.

Ten problem oraz ogólna niekompatybilność wielomodów z nadchodzącymi systemami, doprowadziły do konieczności stworzenia nowego standardu światłowodów wielomodowych.

W czerwcu 2016 roku Stowarzyszenie Przemysłu Telekomunikacyjnego¹ zatwierdziło standard ANSI/TIA-492AAAE, który definiuje włókno światłowodowe OM5, zwane również szerokopasmowym włóknem wielomodowym (WBMM F²). Szerokopasmowość jest najważniejszym walorem nowych włókien, gdyż umożliwia ona wdrożenie technologii multipleksacji SWDM³, czyli krótkofalowej multipleksacji w dziedzinie długości fali.



Rysunek 1. Porównanie pasma pracy światłowodów wielomodowych OM1, OM2, OM3, OM4 i OM5

Światłowody OM3 oraz OM4 mają optymalne pasmo modowe⁴ na długości fali 850 nm. Każda znacząca zmiana długości fali na jakiej operują, prowadzi do osłabienia transmitowanego sygnału, a co za tym idzie zasięgu. Pasma pracy szerokopasmowych włókien OM5 to przedział od 840 do 953 nm.

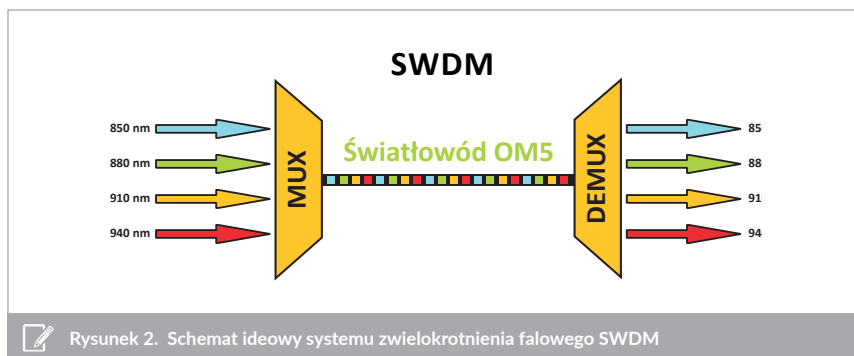
Pasma modowe OM5 dla 850 nm jest identyczne jak dla OM4 i wynosi 4700 MHz•km.

Zapewnia to pełną kompatybilność wsteczną światłowodów OM5 dla danej długości fali. Z kolei dla 953 nm pasmo modowe spada do 2470 MHz•km, co jest kompensowane przez niższe straty, wynikające z tłumienności jednostkowej szkła kwarcowego oraz dyspersji chromatycznej. Efektywny zasięg światłowodów OM5 pozostaje bez zmian w całym paśmie pracy. Kable z włóknem wielomodowym OM5 zgodnie z wytycznymi Stowarzyszenia Przemysłu Telekomunikacyjnego mają być koloru limonkowa zieleń.

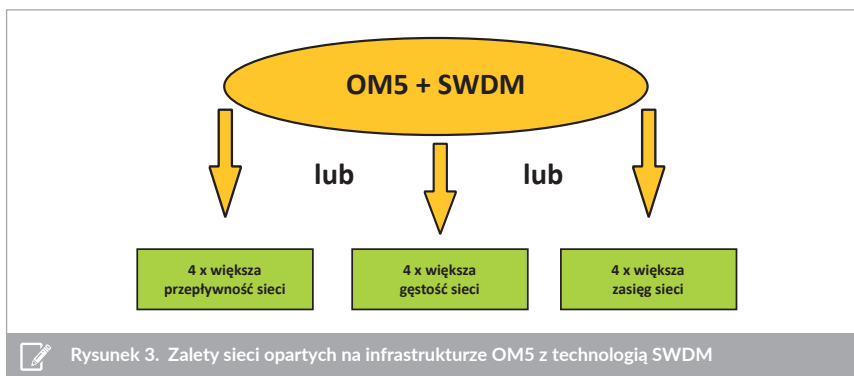
SWDM i OM5, czyli sieci wielofalowe w architekturze wielomodowej

Technologia SWDM polega na multipleksowaniu czterech sygnałów na czterech długościach fali świetlnej: 850, 880, 910 i 940 nm i transmitowaniu ich w jednym medium transmisyjnym. Wdrożenie technologii SWDM do sieci optycznej możliwe jest tylko jeśli infrastruktura sieci oparta jest na światłowodzie szerokopasmowym OM5. Wówczas mamy możliwość czterokrotnego zwiększenia przepływności sieci lub znaczącego uproszczenia jej architektury i zmniejszenia gęstości okablowania.

W sieciach jednofalowych, przy typowych transceiverach⁵ 850nm, zasięg włókna OM5 jest identyczny jak w przypadku OM4 i wynosi odpowiednio 150 metrów dla sieci 40G i 100 metrów dla sieci 100G. Dwukierunkowa sieć 100G do funkcjonowania na jednej fali wymaga osiem linii o przepływności 25 Gbit/s każda. Infrastruktura takiej sieci najczęściej opiera się na standardzie MPO12. Technika SWDM pozwala podzielić sygnały płynące w takiej sieci na 4 niezależne składowe częstotliwościowe, ograniczając ilość linii do zaledwie dwóch.



Rysunek 2. Schemat ideowy systemu zwielokrotnienia falowego SWDM



Rysunek 3. Zalety sieci opartych na infrastrukturze OM5 z technologią SWDM

Wówczas MPO12 możemy zastąpić równie popularnym, prostszym i efektywniejszym kosztowo standardem LC DX. Z drugiej strony zachowując taką samą infrastrukturę i gęstość linii możemy czterokrotnie zwiększyć przepływność. Z sieci 100G (4x25 Gbit/s) poprzez dodanie multipleksera i demultipleksa SWDM możemy zrobić sieć 400G (4x4x25 Gbit/s). Odpowiednie zaprojektowanie pozwoliłoby również na zwiększenie zasięgu sieci wielomodowej 100G do nawet 400 metrów, co w przyszłości przy rozwoju laserów 50G VCSEL mogłoby dotyczyć także sieci 400G.

OM5 w produkcji

Wszystkie nowe sieci optyczne oraz centra danych, oparte na infrastrukturze wielomodowej, powinny być budowane w oparciu o światłowody w standardzie OM5.

Z perspektywy produkcji zmierzenie się ze standardem OM5 wymusza odpowiednie podejście do zagadnień związanych z zapewnieniem jakości. Włókno OM5 musi osiągać pełną sprawność w całym paśmie pracy. W związku z tym pomiary parametrów transmisyjnych gotowych komponentów pasywnych powinny być wykonywane przynajmniej na początku oraz na końcu pasma – odpowiednio na 850 i 950 nm, a najlepiej w całym spektrum za pomocą analizatorów widma optycznego. Samo włókno światłowodowe powinno przed przystąpieniem do produkcji zostać zbadane metodami reflektometrycznymi. Takie podejście wymaga odpowiedniego przygotowania produkcji, chociażby poprzez zakup kompatybilnych urządzeń pomiarowych. Jednak tylko w ten sposób producenci będą mogli zagwarantować swoim klientom, że oferowane przez nich wielomodowe komponenty są rzeczywiście szerokopasmowe.

Literatura

1. Standard TIA-492AAAE. Detail specification for 50-mm core diameter/125-mm cladding diameter class 1A graded-index multimode optical fibers with laser-optimized bandwidth characteristics specified for wavelength division multiplexing. Czerwiec2016. Stowarzyszenie Przemysłu Telekomunikacyjnego

OPRACOWANIE TECHNICZNE

Cellco Communications Sp. z o.o.
ul. Szczecińska 30 E, 73-108 Kobylanka
(+48) 91 460 00 75 / fax (+48) 91 570 52 49

www.cellco.com.pl

