

# 08

## WPŁYW DEFECTÓW WIZUALNYCH I ZABRUDZEŃ CZOŁA FERRULI ZŁĄCZA ŚWIATŁOWODOWEGO NA JEGO JAKOŚĆ I PARAMETRY



### Wprowadzenie

Zagwarantowanie odpowiedniej jakości połączeń pomiędzy elementami składowymi jest jednym z najważniejszych problemów poruszanych w kwestii utrzymania odpowiedniej jakości systemów telekomunikacji światłowodowej.

Komponenty optyczne oraz elektryczno-optyczne łączone są za pomocą złączy światłowodowych. Jakość wizualna oraz czystość czopa ferruli konektora światłowodowego mają zasadniczy wpływ na parametry transmisyjne połączenia – tłumienność wtrąceniową oraz tłumienność odbiciową (reflektancję) – a więc parametry najistotniejsze z perspektywy poprawnego działania systemu.

Badania przeprowadzone w Cellco wykazały, że 3-mikrometrowa cząstka pyłu może blokować do 3% światła, a więc wnosić tłumienie na poziomie 0,13dB. Z kolei 9-mikrometrowy pył lub stały defekt może w skrajnym wypadku całkowicie zasłonić rdzeń światłowodu jednomodowego, skutkując brakiem przepływu sygnału. Przeciętny brud lub tłuszcz pochodzący z kontaktu z ludzką dłonią, rozmyty wzdłuż powierzchni czopa ferruli (rysunek 1.), skutkuje wzrostem tłumienności jednostkowej połączenia o nawet 1 dB.

Reflektancja połączenia zależy w głównej mierze od geometrii oraz jakości wizualnej ferruli złącza światłowodowego. Zabrudzenia oraz defekty ferruli w postaci dziur czy rys, których źródłem jest niestabilny proces polerski lub niewłaściwe

**FiberChek™ Fiber Inspection**

Inspection Date: 8/30/2017 9:06:33 PM

Company Name: [redacted]

Customer: [redacted]

Location: [redacted]

Operator: [redacted]

**FAIL**

Inspection Summary: **FAIL**

Profile Name: SMA UPC (IEC-61300-3-35 Ed. 2.0)- Benchtop

Optical Setting: PVD2400

Focus: [redacted]

Zone A (105 - 125): FAIL

Zone B (125 - 135): FAIL

Zone C (135 - 150): PASS

Zone D (150 - 200): FAIL

Analysis Details: [redacted]

**FiberChek™ Fiber Inspection**

Inspection Date: 8/30/2017 9:06:37 PM

Company Name: [redacted]

Customer: [redacted]

Location: [redacted]

Operator: [redacted]

**PASS**

Inspection Summary: **PASS**

Profile Name: SMA UPC (IEC-61300-3-35 Ed. 2.0)- Benchtop

Optical Setting: PVD2400

Focus: [redacted]

Zone A (105 - 125): PASS

Zone B (125 - 135): PASS

Zone C (135 - 150): PASS

Zone D (150 - 200): PASS

Analysis Details: [redacted]

1550nm

- 9.79 dBm

- 0.63 dB

1550nm

- 9.15 dBm

- 0.04 dB

**Rysunek 1.** Wpływ zabrudzeń, których źródłem jest kontakt z ludzką dłonią na tłumienność jednostkową złącza światłowodowego. Po lewej złącze zabrudzone, po prawej to samo złącze po czyszczeniu.

<sup>1</sup>Tłumienność wtrąceniowa – określa wielkość tłumienia sygnału, czyli spadku mocy na połączeniu.  
<sup>2</sup>Tłumienność odbiciowa (reflektancja) – określa stosunek mocy sygnału nadawanego ze źródła do mocy sygnału odbitego wstecz od połączenia, czyli wracającego z powrotem do źródła.

obchodzenie się z konektorem od momentu jego wypolerowania do zabezpieczenia go czapeczką ochronną, skutkują znaczącym wzrostem reflektancji, co może z kolei prowadzić do zakłóceń w pracy źródła sygnału i jest szczególnie nie pożądanym w systemach zwielokrotnienia falowego (xWDM) lub tak zwanych systemach o dużej mocy optycznej.

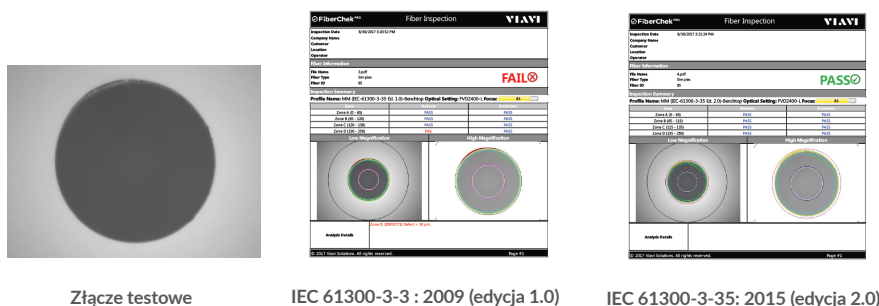
## Norma IEC 61300-3-35

Zadaniem producenta pasywnych komponentów światłowodowych jest zapewnienie jakości wizualnej czoła ferruli konektorów, zgodnie z obowiązującymi międzynarodowymi normami, jak na przykład IEC 61300-3-35.

Wydana w 2009 roku norma IEC 61300-3-35 (edycja 1.0) normalizuje optyczną (wzrokową) i automatyczną inspekcję czoła cylindrycznego złącza światłowodowego. Systematyzuje ona przebieg procesu inspekcji oraz definiuje wymagania i kryteria pomiarowe dla poszczególnych rodzajów złączy: jednomodowych UPC, PC i APC oraz wielomodowych PC. Norma dzieli obszar czoła ferruli złącza na cztery strefy pomiarowe: rdzeń, płaszcz, warstwę adhezyjną oraz warstwę kontaktową. Każdej strefie przypisane zostają maksymalna ilość oraz wielkość defektów, rys lub cząstek pyłu, jakie mogą na niej wystąpić.

W 2015 roku wydana została aktualizacja normy IEC 61300-3-35 (edycja 2.0). Przesunięta ona nieznacznie granice stref pomiarowych – poszerzona została warstwa adhezyjna, czyli przestrzeń, w której może gromadzić się nadmiar epoksydu, wynikający z za małej średnicy płaszczki włókna w stosunku do średnicy wewnętrznej ferruli konektora. Norma zmieniła także niektóre kryteria pomiarowe. Zmiany poszły w kierunku praktycznego wpływu defektów czoła ferruli na parametry złączy światłowodowych w wyniku czego norma stała się nieco mniej restrykcyjna.

### NA RYSUNKU 3. ZAPREZENTOWANO PRZYKŁAD JAK PRZESUNIĘCIE GRANIC POMIAROWYCH W EDYCJI 2.0 WPŁYNYŁO NA INSPEKCJĘ ZŁĄCZ.



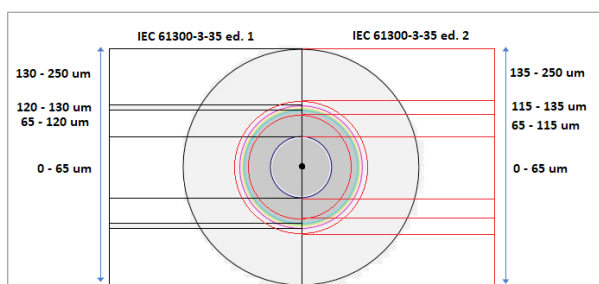
Rysunek 3. Porównanie normy IEC 61300-3-35 w wersji 1.0 i 2.0. Przykład wpływu przesunięcia granic pomiarowych na inspekcję złącza światłowodowego.

## Jak zapewnić odpowiednią jakość wizualną złącza światłowodowego?

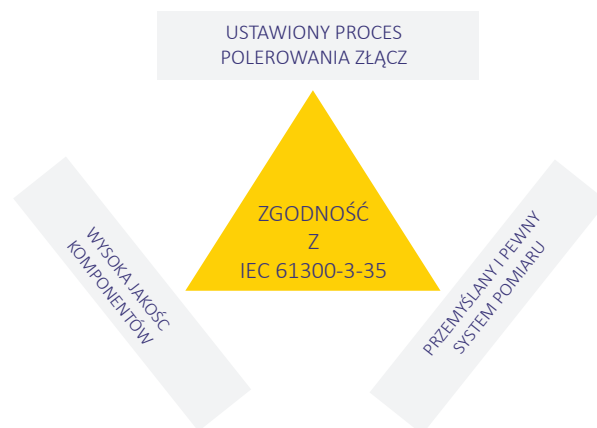
Kluczem do spełnienia wytycznych Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej jest ustawienie i nadzór nad procesem polerowania złączy, zapewnienie jakości przez przemyślaną i zgodny z normami system pomiaru oraz zadbanie o odpowiedniej jakości komponenty – złącza sprawdzonego dostawcy oraz czyste i odpowiednie czapeczki ochronne.

W CELLCO prowadzimy pełen nadzór nad procesem polerskim. Nasi inżynierowie cyklicznie mierzą twardość podkładek oraz wypoziomowanie maszyn polerskich, a także regularnie każdą z nich. Codziennie zbieramy dane odnośnie geometrii złączy z interferometru oraz jakości wizualnej złączy ze sprzętu inspekcyjnego. Dane te są analizowane, a wszelkie odchyłki cyklicznie korygowane.

System pomiaru w CELLCO został opracowany w oparciu o procedurę zawartą w normie IEC 61300-3-35 i dodatkowo usprawniony w celu jak najlepszego zapewnienia jakości. Stan wizualny ferruli każdego złącza światłowodowego jest sprawdzany przed wpięciem do układu pomiarowego. Na tym etapie sprawdzamy, czy złącze jest zgodne z normą, czy nie ma trwałych defektów wymagających dodatkowego polerowania oraz zabrudzeń, które po wpięciu, zostałyby wprowadzone do układu pomiarowego. Jeżeli złącze jest brudne stosujemy najpierw suche, a następnie mokre czyszczenie z wykorzystaniem alkoholu izopropylowego. Jeżeli mokre czyszczenie nie usuwa zabrudzeń złącze ma trwały defekt, który wymaga ponownego polerowania. Po pomiarze parametrów transmisyjnych złącza ponownie weryfikujemy jego jakość wizualną w celu wykluczenia zabrudzeń lub defektów przeniesionych z elementów układu pomiarowego. Następnie zabezpieczamy ferrulę złącza za pomocą czapeczki ochronnej.



Rysunek 2. Poszerzenie warstwy adhezyjnej w normie IEC 61300-3-35:2015 na przykładzie normy dla konektorów multimodowych.



Rysunek 4. System zapewnienia zgodności produkowanych złączy światłowodowych z normą IEC 61300-3-35.

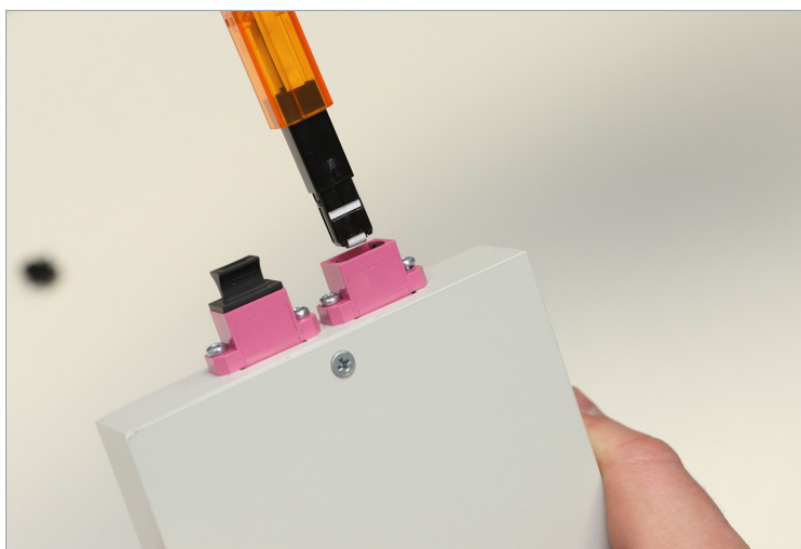
Nasi pomiarowcy mają założone nitrylowe rękawiczki ochronne, które chronią ferrule złącz przed defektami, pochodzącymi z ludzkich rąk. Do czyszczenia złącz używają specjalnie przeznaczonych do tego czyściwi bezpyłowych oraz markowych czyściwków Seikoh Giken. Do inspekcji wizualnej używamy automatycznych stanowisk renomowanego producenta VIAVI Solutions, z oprogramowaniem Fiber Check Pro, bazującym na normie IEC. Oprogramowanie jest stale aktualizowane w celu gwarancji stałej zgodności naszych produktów z wymaganiami międzynarodowymi.

Wszystkie czapeczki ochronne, których używamy są przed użyciem czyszczone za pomocą myjki ultradźwiękowej oraz suszone w komorze cieplnej. W ten sposób eliminujemy kurz i tłuszcz, który może zbierać się wewnątrz nich. Złącza, których używamy pochodzą od sprawdzonych producentów. Przed dopuszczeniem kolejnej partii do produkcji weryfikujemy jej zgodność z naszymi procesami produkcyjnymi. W ten sposób zapewniamy powtarzalność, która w połączeniu z dobrze ustawionymi i kontrolowanymi procesami pozwala uzyskać najlepsze parametry naszych złącz.

Stosowany w CELLCO system zapewnienia jakości zaprojektowany między innymi w oparciu o wytyczne norm IEC gwarantuje, że wszystkie produkowane przez nas złącza są zgodne z normą IEC 61300-3-35:2015.



Rysunek 5. Stanowisko do inspekcji złącz CELLCO.



Rysunek 6. Czyściwk MTP/MPO.

## Literatura

1. Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-35: Examinations and measurements – Fibre optic connector endface visual and automated inspection (IEC 61300-3-35:2009).
2. Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-35: Examinations and measurements – Visual inspection of fibre optic connectors and fibre-stub transceivers (IEC 61300-3-35:2015).
3. Inspection and Cleaning Procedures for Fiber-Optic Connections. CISCO. Listopad 2016.

## 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](http://www.cellco.com.pl)

