

# INSIDE

FIBRAIN MAGAZINE

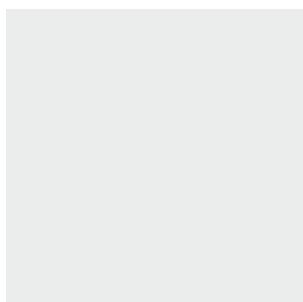
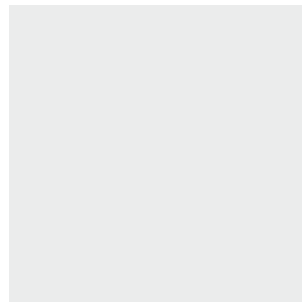
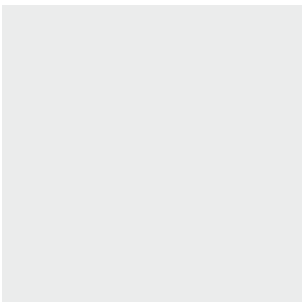
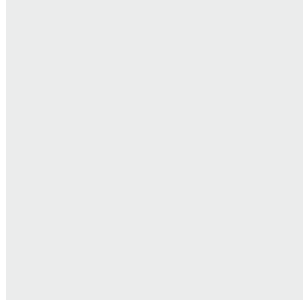
OSC  
OTDR STARTER CUBE  
FIBRAIN®

## FIBRAIN OTDR Starter Cube

Produkt stworzony w odpowiedzi  
na oczekiwania rynku i instalatorów  
[str. 12]

FIBRAIN®

FIBRAIN®



# SPIS TREŚCI

## AKTUALNOŚCI

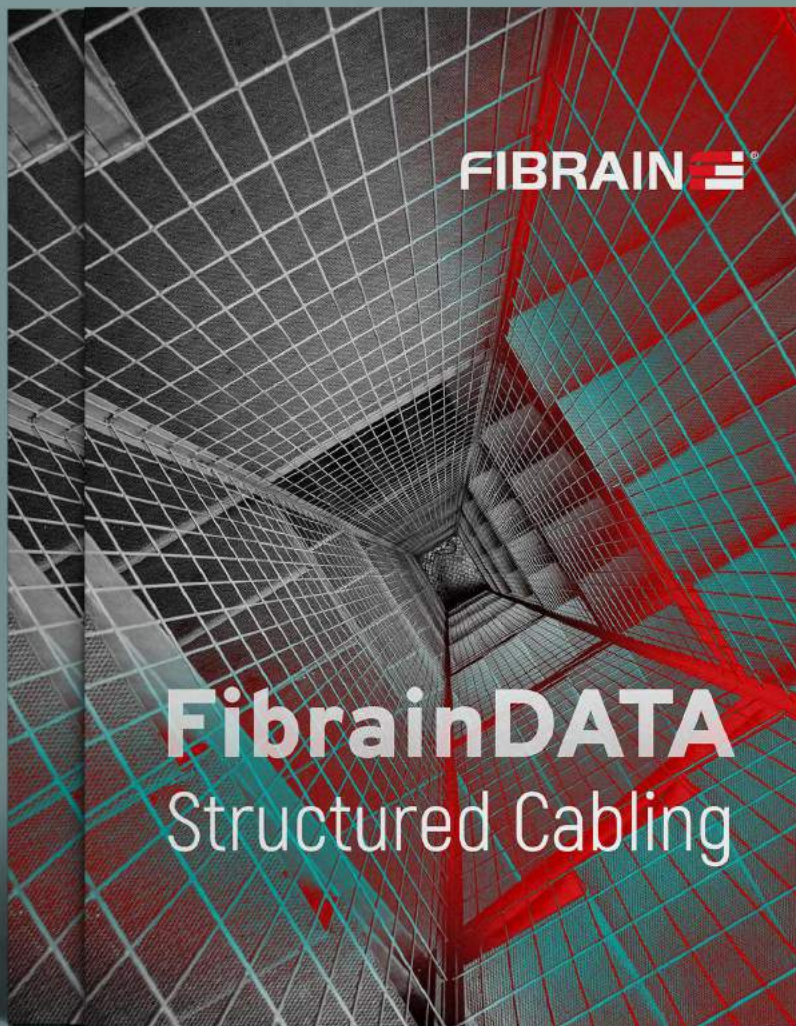
Nowy katalog FibrainDATA	4
CPR - nowe regulacje dotyczące reakcji kabla na ogień	5
Drzewka FIBRAIN	5
FIBRAIN w tunelu CERN	5
Wizyta studentów koła naukowego Politechniki Wrocławskiej	5
FIBRAIN sponsorem boksu zawodowego - BABILON PROMOTION	5
Photonics West 2017	5
Piknik FIBRAIN z okazji Dnia Dziecka	6 - 7

## ROZWÓJ FIRMY

Rozbudowa hali produkcyjnej w oddziale Jasionka	8 - 9
Proces konektoryzacji kabli światłowodowych	10 - 13

## ROZWÓJ PRODUKTÓW

Rozbiegówka FIBRAIN OTDR Starter Cube	14 - 19
Dłaczego „brud Twój wróg” - czystość złączy światłowodowych	20 - 24
BDC-DX - nowy, potężny światłowód 864-włóknowy	25
Whitepaper PON - Tańczący z falami	26 - 30



# Nowy katalog FibrainDATA w specjalnej, powiększonej wersji o rozwiązania światłowodowe

Już jest!

Nasz najnowszy katalog okablowania strukturalnego FibrainDATA 2017/18.

Nowa wersja katalogu jest bogatsza o ponad 50 stron rozwiązań miedzianych i komplementarnych dla nich rozwiązań światłowodowych.

Katalog jest dostępny do pobrania w wersji elektronicznej oraz w wersji papierowej w naszych oddziałach handlowych.

# AKTUALNOŚCI



## CPR - NOWE REGULACJE DOTYCZĄCE REAKCJI KABLI NA OGIEŃ

1 lipca 2017 zacznie obowiązywać nowa regulacja Parlamentu Europejskiego oraz Rady Europy dotycząca produktów budowlanych i zasad ich oferowania na wspólnych unijnych rynkach. Regulacja 305/2011, bo o niej mowa, w skrócie CPR (Construction Products Regulation) zastąpiła dyrektywę 89/106 EEC zwaną CPD (Construction Product Directive). Nowa regulacja definiuje zharmonizowane zasady dotyczące obrotu produktów budowlanych na rynkach Unii Europejskiej.

## DRZEWKA FIBRAIN

Lubimy wspierać, lokalne inicjatywy!

W Parku Papieskim w Rzeszowie odbyła się akcja #SadzimyZielonyRzeszow. Z ogromną przyjemnością przyłączyliśmy się do akcji, sadząc w tym nasze 2 drzewka FIBRAIN dębu błotnego „Green Pillar”. Zamiast wycinać - sadzimy drzewa, dbając jednocześnie o wizerunek Rzeszowa, jako zielonego miasta!



## FIBRAIN W TUNELU CERN

Rozbiegówki FIBRAIN wykorzystywane są podczas prac pomiarowych w Tunelu CERN. Jest to ośrodek naukowo-badawczy położony na północno-zachodnich przedmieściach Genewy na granicy Szwajcarii i Francji!

Jak można zauważyć – mocowanie na magnes, w które wyposażona jest obudowa Fibrain OSC to bardzo przydatna cecha naszej rozbiegówki!

## WIZYTA STUDENTÓW KOŁA NAUKOWEGO POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ

Firma FIBRAIN z przyjemnością gościła u studentów koła naukowego SNS Optoelektronika i Mikrosystemy przy Wydziale Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki Politechniki Wrocławskiej, pod opieką prof. Sergiusza Pateli. W ramach kolejnego już dnia otwartego dla studentów przedstawiliśmy aktualne zagadnienia badawczo-rozwojowe, nad którymi pracuje FIBRAIN, zwiedzaliśmy laboratoria FIBRAIN, dyskutowaliśmy o możliwych wspólnych pracach inżynierskich i magisterskich, czy też rozmawialiśmy o kierunkowych praktykach wakacyjnych. Grupa szczęśliwców miała okazję na żywo oglądać proces produkcji włókna światłowodowego.



## FIRMA FIBRAIN SPONSOREM BOKSU ZAWODOWEGO - BABILON PROMOTION

W boksie jesteśmy od dawna. Wspieramy Łukasza Różańskiego, który dumnie stawia swoje pierwsze kroki na ringu zawodowym, a teraz mamy zaszczyt poinformować, że wspieramy polską agencję bokserską Babilon Promotion i tym samym będziemy wspierać takich świetnych bokserów jak: Krzysztof Zimnoch, Kamil Szeremeta, Kamil Łaszczyk, Michał Syrowatka, Marcin Rekowski. Wszystkim życzymy największych sukcesów na ringu zawodowym!

## PHOTONICS WEST 2017

FIBRAIN na targach Photonics West 2017 w San Francisco. Kolejne wielkie wydarzenie, na którym nie mogło zabraknąć FIBRAIN to największe międzynarodowe targi branży fotonicznej na świecie. W dniach 28.01- 2.02 w Moscone Center, w centrum konferencyjno-pokazowym w San Francisco, tysiące firm z całego świata zaprezentowały najnowocześniejsze osiągnięcia technologiczne w przemyśle fotonicznym. FIBRAIN wspólnie z innymi polskimi przedsiębiorstwami był obecny i z przyjemnością przedstawił swoją ofertę w Polskim Pawilonie.





## Bo FIBRAIN to jedna rodzina - piknik z okazji dnia dziecka



W dniu 3 czerwca 2017 roku, w altanie Hotelu Cztery Pory Roku, z okazji dnia dziecka FIBRAIN zorganizował piknik rodzinny, w którym wzięło udział kilkuset pracowników ze swoim pociechami.

Przygotowania do imprezy trwały kilka miesięcy. Wszystko musiało być dopięte na ostatni guzik tak, aby nie zawieść naszych najmłodszych uczestników, bo to dla nich Dzień Dziecka to święto wyjątkowe, na które czekają całutki rok.

Zamówiona pogoda dopisała - od rana słońce przepięknie świeciło na niebie, dokładnie tak jak powinno to być w ten dzień. Nasi najlepsi animatorzy bez wycchnienia zapewniali dzieciaczkom najróżniejsze atrakcje, podczas gdy dorośli na chwilę mogli złapać oddech, porozmawiać czy skosztować pysznego grilla.

Malowanie buziek, pokazy magicznych baniek mydlnych, dmuchane zjeżdżalnie, a nawet spotkanie z siatkarzami ASSECO RESOVII Rzeszów, to tylko kilka atrakcji, jakie czekały na uczestników pikniku.

Jakie wrażenia po pikniku? W relacjach zdawanych przez dzieci dowiedzieliśmy się, że byli zachwyceni, bo w tym dniu to właśnie oni byli najważniejsi. Była to świetna okazja do wspólnej zabawy, w końcu FIBRAIN to jedna wielka rodzina:-) Dziękujemy za Waszą obecność!

Jedną z atrakcji była obecność siatkarzy ASSECO RESOVIA Rzeszów, z którymi można było zrobić sobie pamiątkowe zdjęcie oraz otrzymać autograf.



Liczne zabawy integracyjne, malowanie buziek, dmuchane zjeżdżalnie, zamki i trampoliny sprawiły, że nasze pociechy nie chciały wracać do domu. Wielki Dzień Dziecka zaliczamy do udanych imprez.





# Inwestycjom nie ma końca. Rozbudowa hali produkcyjnej w oddziale Jasionka.

Zwiększenie mocy produkcyjnych było dla FIBRAIN głównym punktem podczas rozbudowy oraz modernizacji hali produkcyjnej.

Nowe linie i maszyny nie tylko produkują wysokiej jakości elementy, lecz również fascynują odwiedzających.





#### **Nowe linie i większa powierzchnia hali**

Bez wątpienia linie produkcyjne to podstawa każdej produkcji na dużą skalę. Z końcem zeszłego roku prace związane z rozbudową hali produkcyjnej w oddziale Jasionka dobiegły końca. Rozmach powierzchni nowej hali robi wrażenie, podobnie jak wyposażenie.

Aż 4 nowe linie technologiczne produkcji Rosendahl/Nextrom zostały zamontowane i uruchomione końcem kwietnia bieżącego roku. Nowa hala ma powierzchnię prawie 1700 m<sup>2</sup>, w tym na jednej części została wykonana jako obiekt dwukondygnacyjny z antresolą. W związku z tym, aby zapewnić sprawną komunikację i transport surowców oraz wyrobów, dwie windy towarowo-osobowe zostały pomyślnie zamontowane na nowej części hali.

#### **Nowe produkty plus potencjał produkcyjny**

Poprzez montaż nowych linii technologicznych, zyskaliśmy większe możliwości produkcyjne i zwiększyliśmy naszą konkurencyjność na rynku.

Niezależnie od tego, czy chodzi o produkcję kabli zewnętrznych, czy produkcji wkładek, każda linia to bardzo ważny element i poniekąd oddzielna historia.

Pierwsza linia służy do produkcji kabli wewnątrzobiektowych w powłokach niepalnych. Linia ta znajduje się na antresoli. Są na niej produkowane kable typu Simplex i Duplex oraz DAC.

Druuga linia służy do produkcji kabli zewnętrznych, w tym kabli napowietrznych Aero-AS o nośnościach do 24 kN.

Z kolei trzecia, to linia do skręcania ośrodków kabli z możliwością skręcania do 24 tub/wkładek w jednej warstwie. Pozwala to na wykonywanie ośrodków kabli o jeszcze większych krotnościach niż dotychczas (do tej pory największy kabel miał 864 włókna).

Ostatnia z linii to linia do produkcji wkładek (wypełniaczy). Odciąża ona linie tub i zwiększy ich wydajność/produktywność przez zmniejszenie ilości koniecznych przebrojeń.

W związku z zamontowaniem nowych linii

zatrudnienie wzrosło do ponad 100 osób, a moce produkcyjne oddziału wzrosły z około 3500 km/miesiąc do maksymalnie 6000 km/miesiąc.

#### **Nowe rynki zbytu i bezkonkurencyjność**

Nowe linie technologiczne zdecydowanie zwiększą moce produkcyjne firmy, jak również umożliwią sprawną realizację zamówień oraz negocjację nowych kontraktów.

FIBRAIN dzięki innowacjom pozyskuje nowe rynki zbytu i w ten sposób umacnia swoją pozycję na rynku krajowym, jak i światowym. Nowe kontrakty są już wstępnie negocjowane.

W tym momencie FIBRAIN posiada najnowocześniejszą kablownię produkującą kable światłowodowe w Polsce i jest jedną z kilku takich produkcji w Europie.



# Proces konektoryzacji kabli światłowodowych

Światłowod jest obecnie najpopularniejszym medium transmisyjnym pozwalającym na przekaz sygnału na bardzo dalekie odległości z bardzo małym tłumieniem na poziomie 0,2 dB/km. Największym wyzwaniem dla instalatorów sieci światłowodowych jest proces łączenia ze sobą dwóch odcinków kabli

światłowodowych. Do tego celu stosuje się wysokiej klasy spawarki światłowodowe lub wykorzystuje się gotowe kable konektoryzowane. Praktyczniejszym i ekonomicznym rozwiązaniem jest stosowanie gotowych kabli zakończonych wtykami. Proces konektoryzacji jest skomplikowany i musi być wykonywany

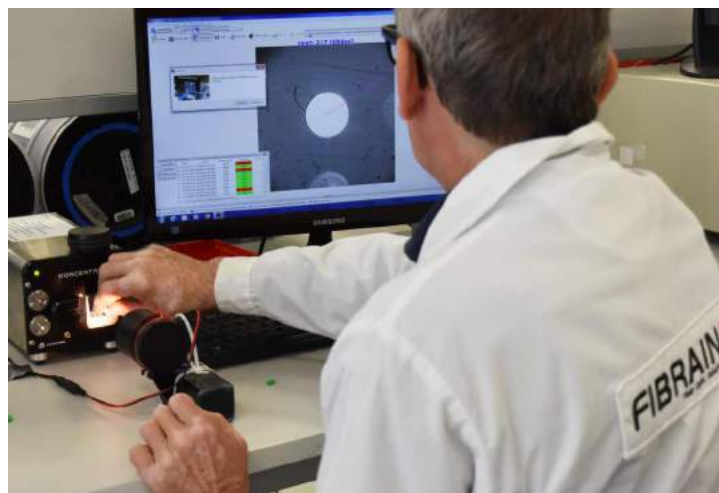
w strefie o kontrolowanym poziomie zanieczyszczeń podczas poszczególnych etapów produkcyjnych. Duża różnorodność wtyków światłowodowych takich jak: SC, SCAPC, LC, LCAPC, ST, FC, MU, E2000, E2000APC pozwala na swobodne łączenie ze sobą elementów w różnej konfiguracji.

# Proces łączenia złączy światłowodowych z kablem światłowodowym

## 1. Wstępna kontrola jakościowa kabli oraz złączy światłowodowych

Wszystkie kable przyjmowane na magazyn zostają poddane wstępnej kontroli wizualnej oraz mierzone są przez pracowników z działu zapewnienia jakości pod względem parametrów transmisyjnych. Proces ten pozwala na selekcję kabli i niedopuszczenie do produkcji materiału o jakości odbiegającej od normy. Wtyki światłowodowe również poddawane są kontroli na wejściu w dziale laboratoryjnym. Najważniejszym parametrem decydującym o jakości złączy użytych do produkcji jest koncentryczność wtyku światłowodowego. Ściśle określone normy dla tego parametru powodują, że wyprodukowane kable mają minimalne straty tłumiennościowe.

Etap ten gwarantuje, że produkt trafiający na produkcję jest zgodny z jego przeznaczeniem.



## 2. Proces cięcia kabla światłowodowego

Kable światłowodowe podatne są na uszkodzenia, dlatego proces cięcia kabla przebiega w sposób kontrolowany. Proces ten wykonywany jest na wysokiej jakości maszynach, z zastosowaniem przyrządów pomiarowych o wysokiej dokładności. Urządzenie zdawcze pozwala na odwijanie kabli z dużych i ciężkich bębnow oraz kontrolę naciągu kabla, co uniemożliwia uszkodzenie włókna wewnątrz kabla.

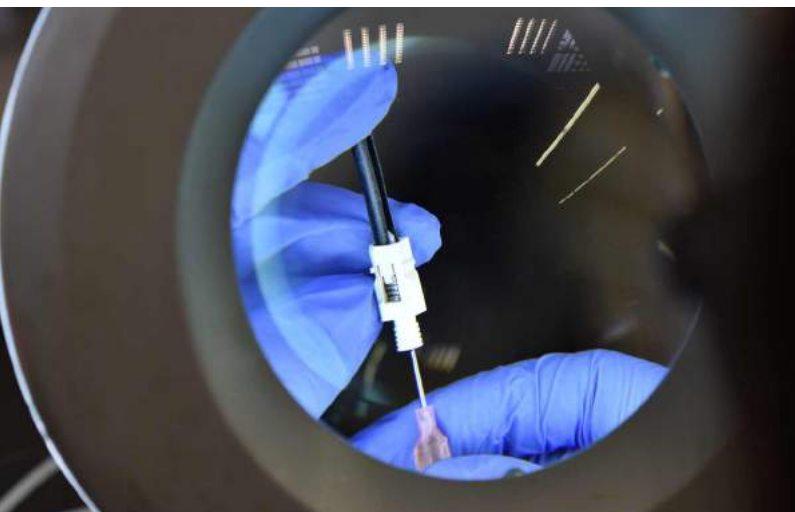
Duża funkcjonalność maszyn pozwala na nakręcanie kabli o różnych średnicach, powłokach oraz budowie samego kabla. Wszystkie zmiany dokonywane są na panelu operatorskim.

## 3. Stripowanie kabli światłowodowych

Stripowanie kabla przebiega w kilku etapach. W zależności od typu złącza, które zostanie założone na kabel, używany jest odpowiedni wzornik, który określa długości elementów składowych kabla światłowodowego. Proces ten przeprowadzany jest przy użyciu wysokiej jakości narzędzi, odpowiednich do danej czynności. Pierwszy etap w procesie stripowania polega na usunięciu zewnętrznej powłoki. Następnie przeprowadzane jest usunięcie włókien aramidowych. Po tej czynności następuje przycięcie buforu 900  $\mu\text{m}$ , co doprowadza do odstąpienia włókna światłowodowego w pokryciu akrylowym 250  $\mu\text{m}$ .

Włókno światłowodowe narażone jest na mikro uszkodzenia, dlatego do tej czynności użyty jest precyzyjny sprzęt. Za pomocą bardzo dokładnego stripera następuje ściągnięcie powłoki akrylowej z powierzchni włókna. Przy każdej z tych czynności wymagana jest kontrola długości zgodna ze wzornikiem. Stripowanie włókien światłowodowych jest niezwykle istotnym etapem, ponieważ zapewnia brak wad na kolejnych etapach produkcyjnych. Każda rozbieżność w długości danej powłoki wpłynie negatywnie na wyrób gotowy.





#### 4. Napełnianie złączy klejem

Proces dozowania polega na umieszczeniu kleju wewnątrz ferruli. Zastosowany klej został wyselekcjonowany z pośród wielu dostępnych produktów. Jego właściwości, długość dozowania, proces utwardzania, sposób ścierania podczas polerowania mają kluczowe znaczenie w etapie produkcyjnym.

Podobnie jak w procesie stripowania należy używać wzornika. Każda ze złączy ma określoną ilość kleju wewnątrz ferruli. Przy procesie dozowania należy zachować ściśle określoną procedurę. Odpowiednia ilość kleju w złączy, brak zabrudzenia części składowych, brak pęcherzyków powietrza wewnątrz kleju i wiele innych czynników wpływa na poprawność uzyskanego produktu.

#### 5. Klejenie i zaciskanie złączy światłowodowych

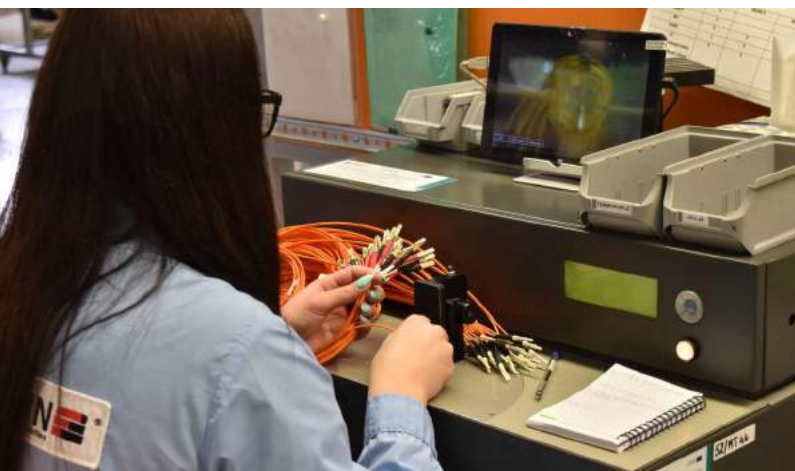
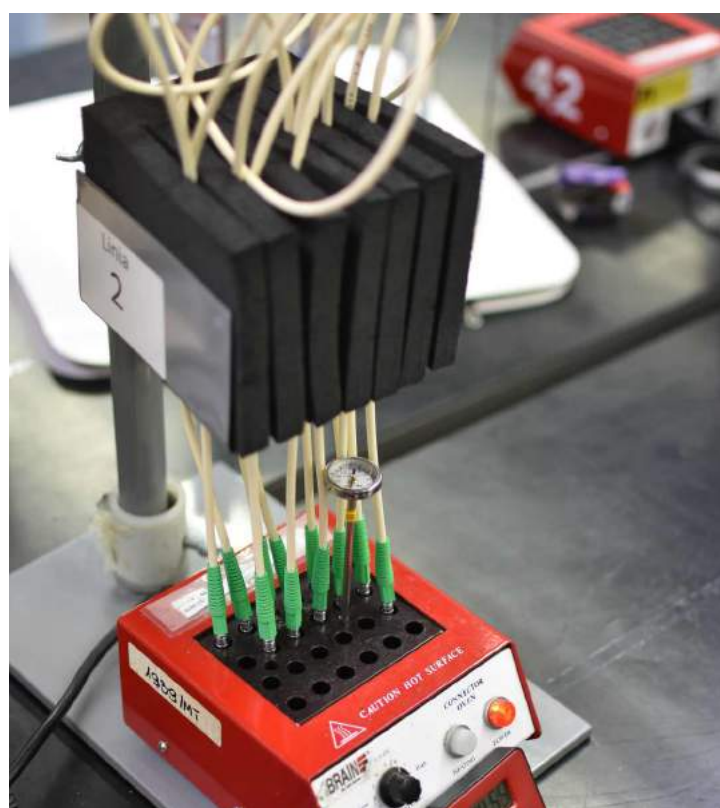


Klejenie wymaga zachowania bardzo restrykcyjnych procedur dotyczących czystości. Podczas wykonywania procesu wklejania włókna należy w pierwszej kolejności odtłuścić włókno. Czystość włókna gwarantuje poprawne umocowanie włókna wewnątrz ferruli. Proces ten musi przebiegać w sposób kontrolowany tak, aby nie doprowadzić do uszkodzenia włókna podczas umieszczania wewnątrz ferruli.

Do wygrzewania złączy stosowany jest dedykowany piec, który gwarantuje stabilną

temperaturę przez cały czas utwardzania kleju. Złącza trafiają do odpowiednich komór, gdzie powietrze ogrzewa element z każdej strony, zapewnia to równomierne utwardzenie.

Ze względu na wymagania wytrzymałościowe i mechaniczne konieczne jest zapewnienie trwałego i skutecznego połączenia złącza z kablem światłowodowym. Połączenie to realizowane jest za pomocą tulei zaciskowej oraz narzędzi dedykowanych do zaciskania na danej średnicy kabla.



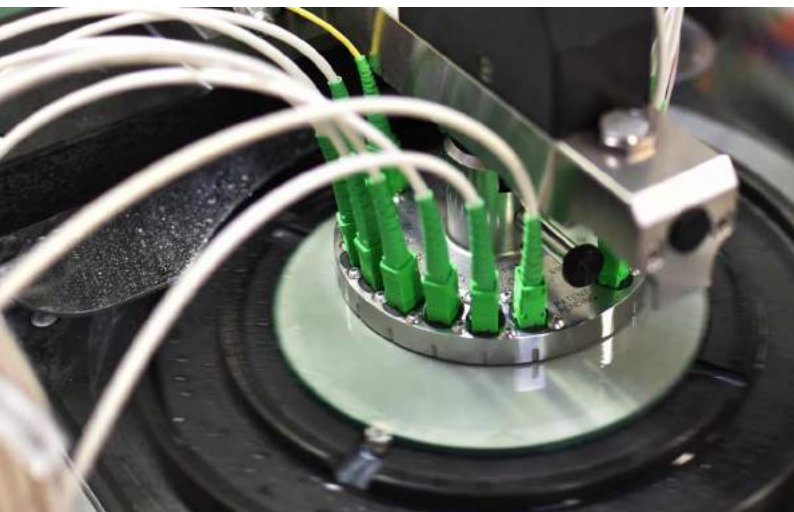
#### 6. Cięcie włókna nadmiarowego

Proces cięcia włókna nadmiarowego dokonuje się przy użyciu urządzenia laserowego. Przy pomocy lasera można precyzyjnie określić miejsce obcięcia wszystkich włókien światłowodowych. Poziom, w którym włókna światłowodowe powinny zostać obcięte jest określone dla każdej ferruli. Zastosowanie lasera umożliwia precyzyjne, powtarzalne i jednorodne cięcie nadmiaru włókien światłowodowych. Aby czynność uczynić w większym stopniu powtarzalnym, jednorodnym i precyzyjnym do obsługi lasera używa się dedykowanych uchwytów do danego rodzaju złącza.

## 7. Polerowanie

Polerowanie złączy światłowodowych stanowi najtrudniejszy etap w procesie konektoryzacji. Wiele czynników procesu polerskiego wpływa na jakość powierzchni czoła ferruli oraz parametry geometryczne złącza. Dobór odpowiednich padów, papierów polerskich oraz precyzyjne dobranie procesu polerskiego do danego typu złącza gwarantuje sukces podczas tego etapu.

W procesie polerowania używane są specjalne maszyny o kontrolowanym czasie trwania oraz docisku głowicy. W skład urządzenia wchodzi odpowiednie uchwyty do danego typu złącza, płyty polerskie, pady oraz papiery o różnej gramaturze. Polerowanie jest procesem składającym się z wielu etapów. Każdy etap wiąże się z wieloma czynnikami, które mają istotny wpływ na jakość wypolerowanego złącza. Czas trwania, użycie odpowiednich padów i papierów, a nawet jakość wody oraz użyte produkty do czyszczenia mają szczególne znaczenie na wyrób gotowy. Po etapie polerowania każda złączka poddawana jest wnikliwej i restrykcyjnej kontroli jakościowej.

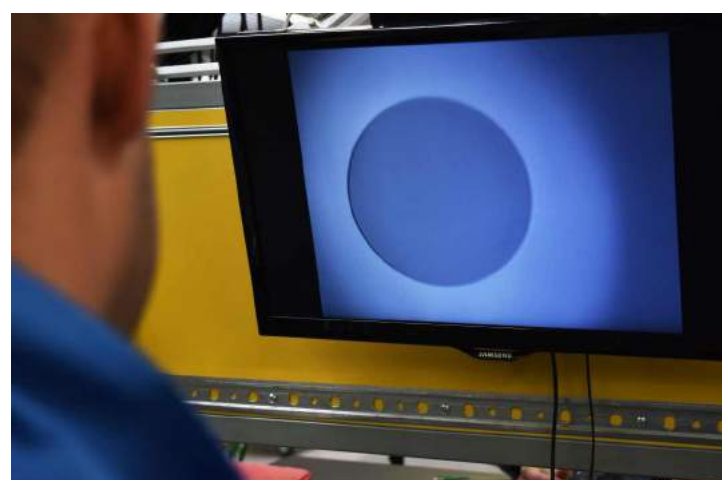


## 8. Kontrola wizualna

Inspekcja powierzchni czołowej złącza jest jednym z etapów kontroli poprawności wyprodukowanego złącza. Spełnienie wszystkich wymogów odnoszących się do wymagań geometrycznych nie gwarantuje poprawności w działaniu systemu światłowodowego. Bardzo duże znaczenie ma jakość czoła powierzchni ferruli. Kontrola tej niewralgicznej powierzchni odbywa się za pomocą mikroskopu.

Podczas obserwacji kontrolowane są 4 obszary: obszar rdzenia światłowodowego, obszar płaszczka światłowodowego, pierścieni epoxy oraz obszar kontaktu. Niedopuszczalne jest aby w obszarze rdzenia występowała nawet jedna mała rysa. Obszar ten powinien być wolny od defektów. W pozostałych przypadkach dopuszczalne limity sprawdzane są zgodnie z normą PN-EN 61300-3-35.

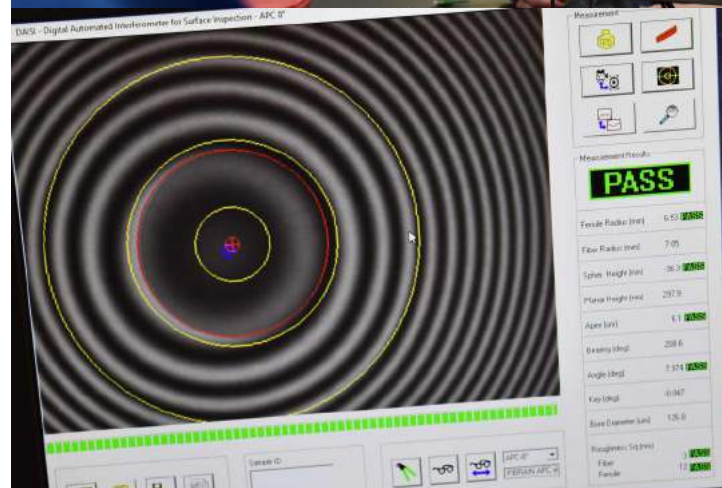
W zależności od wystąpienia wad na powierzchni złącza, element trafia na odpowiedni proces ponownego polerowania.



## 9. Kontrola interferometryczna

Efektownie wypolerowanego złącza światłowodowego jest uzyskanie parametrów w ściśle określonych granicach. Podczas kontroli interferometrycznej brane jest pod uwagę kilka znaczących parametrów takich jak promień krzywizny, przesunięcie wierzchołka, wysokość włókna oraz kąt wypolerowania.

Zakresy wartości w jakich powinien znajdować się dany parametr są bezwzględnie wymagane, ze względu na zachowanie określonego przez producenta poziomu strat wtrąceniowych (IL) oraz odbiciowych (RL). Nieprawidłowa geometria złącza może się także wiązać z przyspieszonymi procesami starzeniowymi pośrednio związanymi z obniżoną odpornością na wielokrotne połączenia w adapterach.



## 10. Kontrola transmisyjna

Ostatnim etapem z procesu kontrolnego jest pomiar strat związanych z połączeniem rozłącznym realizowanym za pomocą złączy. Podstawowy podział strat dzieli się na tłumienie wtrąceniowe IL (ang. Insertion loss) oraz tłumienie odbiciowe RL (ang. Return loss). Proces pomiaru realizowany jest za pomocą mierników mocy albo reflektometrów. Wyniki zapisywane są na dysku w celu sporządzania raportów w procesie pakowania produktu. Wszystkie urządzenia pomiarowe raz do roku poddawane są wzorcowaniu, co gwarantuje nam prawidłowość wykonywanych pomiarów.

Obowiązującym standardem w przypadku pomiarów tłumiennościowych jest pomiar każdej ze stron patchcordów osobno, co daje możliwość diagnozowania wadliwego wtyku. Alternatywą od tej zasady jest wykonywanie pomiarów całego patchcordu, jednak ta metoda nie pozwala na jednoznaczne określenie tłumienia z podziałem na poszczególne złącza optyczne. Obie wymienione wyżej metody są opisane w normie IEC.

# Rozbiegówka FIBRAIN OTDR Starter Cube



Nasza odpowiedź na potrzeby rynku i instalatorów

*Budowa rozbiegówki FIBRAIN  
OTDR Starter cube*

FANOUT WEJŚCIOWY  
I WYJŚCIOWY  
ROZBIEGÓWKI  
O DŁUGOŚCI 1.5 M

ZABEZPIECZENIE PRZED  
WIBRACJAMI

TUBA ZBROJONA TYPU HARSH -  
ODPORNOŚĆ NA ZGNIATANIE 1000N

ZŁĄCZA KLASY MASTER  
- WIARYGODNE I POWTARZALNE  
POMIARY

MOCOWANIE NA MAGNES POZWALA  
PRZYPIĄĆ ROZBIEGÓWKĘ DO SZAFY



# Główne zalety rozbiegówki FIBRAIN OSC

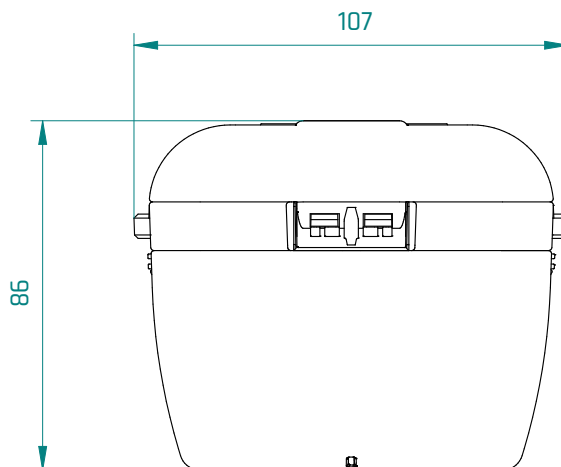
Przed wszystkim włókno rozbiegowe powinno być łatwe w transporcie, czyli zajmować jak najmniej miejsca i dać się łatwo przemieścić, najlepiej gdyby nasze ręce w tym czasie były wolne. Ten aspekt będzie nas również interesował zwłaszcza podczas wykonywania pomiarów, zatem możliwość zamontowania rozbiegówki na racku lub przełącznicy będzie dodatkowym atutem. O czym jeszcze warto wspomnieć z aspektów praktycznych? Skoro jesteśmy na etapie wykonywania pomiarów to również ważną będzie długość wyprowadzonych włókien zakończonych wtykami światłowodowymi. Zbyt krótkie fanouty rozbiegówki będą ograniczały zasięg, ale także nasz czas potrzebny na wykonanie pomiarów. Dodatkowo fanouty powinny charakteryzować się odpowiednią wytrzymałością mechaniczną – bo tu coś przytrzaśniemy, tu za mocno pociągniemy. Zatem, zarówno odporność na zgniatanie (crush), jak i odporność na zrywanie dla takiej tuby powinna być podwyższona.

Jeszcze jedna rzecz, o której również warto wspomnieć to sama obudowa. Omówiliśmy potrzebę jej kompaktowości, możliwości zamocowania na racku, żeby mieć wolne ręce i zgrabne wymiary. Kwestia samego materiału, z którego ta obudowa jest wykonana, jest również istotna, bo będzie wpływać na trwałość, odporność na uszkodzenia i wstrząsy.

A to z kolei przekłada się na bezpieczeństwo tego co w rozbiegówce jest najważniejsze – czyli naszego włókna.

Rozbiegówka Fibrain jest odpowiedzią na potrzeby rynku i potrzeby instalatorów. Kompaktowa obudowa, która mieści aż do 1000 m włókna czyni ją łatwą do transportowania ze względu na małą ilość zajmowanego miejsca. Dodatkowo obudowa ta została wyposażona w magnes, dzięki czemu można być mocowana na racku. To daje nam swobodę podczas wykonywania pomiarów, gdyż nie musimy trzymać rozbiegówki w ręku czy szukać miejsca na jej położenie, tak żeby nie przeszkadzała w czasie wykonywanej pracy. Tu również świetnie sprawdzi się zamontowana smycz, użyteczna podczas transportu i przenoszenia rozbiegówki – pasek możemy zarzucić na ramię.

Obudowa rozbiegówki OSC wykonana została z polipropylenu wzmocnionego włóknom szklanym (30%). Doskonale dobrany materiał obudowy zewnętrznej sprawia, że serce rozbiegówki – czyli nasze włókno – jest doskonale chronione przed uszkodzeniami mechanicznymi i warunkami atmosferycznymi.



Rys.1. Wymiary rozbiegówki OSC

## Dlaczego rozbiegówka Fibrain OSC?

- Kompaktowa obudowa (86x107 mm) i niska waga
- Wtyki klasy MASTER umożliwiają wykonanie wiarygodnych i powtarzalnych pomiarów
- Obudowa wzmocniona włóknom szklanym – trwała konstrukcja odporna na uszkodzenia mechaniczne i warunki atmosferyczne
- Mocowanie na magnes pozwala zamocować rozbiegówkę na szafie, daje swobodę podczas wykonywania pomiarów
- Pasek na ramię
- Fanouty wykonane z tuby wzmocnionej typu harsh
- Kolorystyczne oznaczenie typu włókna i wtyków pozwala na łatwą i szybką identyfikację





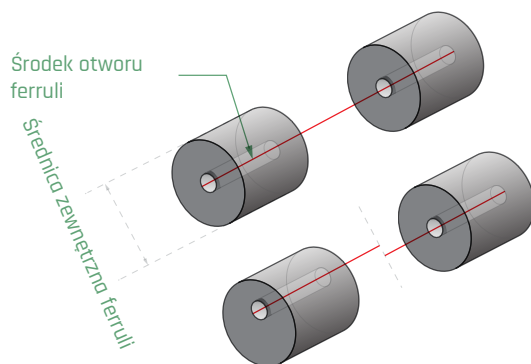
# Złącza klasy Master

Ciężko zapomnieć i nie wspomnieć tutaj o jeszcze jednej kwestii. Włókno rozbiegowe zakończone jest obustronnie wtykiem światłowodowym, a jakość tych wtyków powinna być odpowiednia. Dlaczego?

A dlatego, że w tym najmniej korzystnym dla nas przypadku, kiepska jakość wtyków przekłada się na mało wiarygodne pomiary. Wtyki muszą być zatem odpowiednio wypolerowane, mieć sprawdzoną geometrię i bazować na ferrulach o bardzo dobrej koncentryczności, co przekłada się na niskie wartości strat tłumiennościowych IL.

Włókno rozbiegówki zakończono złączami referencyjnymi zgodnie z wymaganiami IEC 14763-3. Złącza takie gwarantują maksymalną centryczność włókien względem środka ferruli co ma bezpośredni wpływ na marginalizację strat wtrąceniowych na styku z mierzonym łączem. Przekłada się to na rzetelność i wiarygodność uzyskanych wyników pomiarowych.

Jakość wtyku optycznego (przede wszystkim jego IL i RL) zależy od jakości półproduktów składających się na złącze światłowodowe, w tym najistotniejszą rolę odgrywa klasa i jakość zastosowanej ferruli.



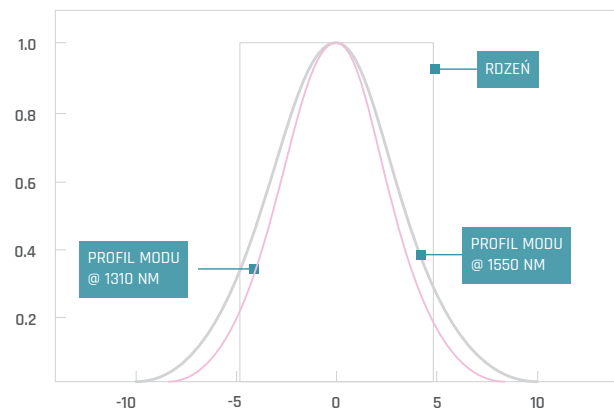
**Rys.2a** Wpływ koncentryczności ferruli światłowodowej na połączenie wtyków

Na rys.2a poglądowo pokazano różne przypadki połączenia dwóch ferrul światłowodowych.

W górnej części schematu 2a przedstawiono sytuację gdy zastosowano ferrule wysokiej jakości i otwory obydwu ferrul charakteryzują się dobrą centrycznością, co sprawia, że osie tych otworów pokrywają się i światło bezstratnie przechodzi z jednego wtyku do drugiego.

Takie wtyki cechują się bardzo niskimi i powtarzalnymi stratami wtrąceniowymi IL (zwłaszcza w przypadku połączeń losowych). W drugim przypadku (dolna część rys.2a) zastosowano ferrule niskiej jakości, o słabej koncentryczności.

Po połączeniu dwóch wtyków światłowodowych z tak niecentrycznymi ferrulami powoduje, że ich rdzenie nie pokrywają się. Generuje to potencjalnie bardzo wysokie straty wtrąceniowe, zwłaszcza przy krótszych długościach fal. Związane jest to z faktem, iż średnica pola modu (MFD) zależy od długości fali i tak np. dla włókna G.652, MFD @1310 nm wynosi ok. 9.2  $\mu\text{m}$ , natomiast MFD @1550 nm wynosi już mniej więcej 10.4  $\mu\text{m}$ , (wykres 2b).



**Rys.2b** Zależność MFD od długości fali

## Dlaczego stosowanie wtyków o standardowej jakości w rozbiegówce nie jest dobrym pomysłem?

- Tracimy zdolność odbiornika do poprawnej diagnozy zdarzeń
- Pierwszy wtyk, jeśli nie jest klasy MASTER, obciąża nasz pomiar błędem
- Należy zadać sobie pytanie: Widzimy, ale co? Czy to jest poprawny reflektogram?

Ze względu na duży asortyment dostępnych złączy w ofercie producentów, a zatem i w naszych torach optycznych nie uda się nam zmierzyć wszystkiego jedną rozbiegówką. Korzystny będzie zatem wariant zakupu pakietu rozbiegówek.

Decydujemy się na zestaw, dzięki czemu jesteśmy przygotowani na prawie każdą ewentualność, z którą przyjdzie nam się zmierzyć, gdy pomiary przyjdzie nam wykonywać – bo lubi być różnie – albo inne wtyki, niż w naszej rozbiegówce, albo włókno nie to.



Rys.3. Kolorystyka i oznaczenie portów rozbiegówki FIBRAIN OTDR Starter Cube



Rys.4. Kolorystyka identyfikacji włókna rozbiegówki FIBRAIN OTDR Starter Cube

Typ włókna	Identyfikacja kolorystyczna obudowy
G.652D	żółty
G.657	ivory
G.655	czerwony
OM1	niebieski
OM2	pomarańczowy
OM3	turkus (aqua)
OM4	fiolet (violet magenta)

Tabela 1. Identyfikacja kolorystyczna obudowy w zależności od typu włókna



Ciężko zapomnieć i nie wspomnieć tutaj o jeszcze jednej kwestii. Włókno rozbiegowe zakończone jest obustronnie wtykiem światłowodowym, a jakość tych wtyków powinna być odpowiednia. Dlaczego?

A dlatego, że w tym najmniej korzystnym dla nas przypadku, kiepska jakość wtyków przekłada się na mało wiarygodne pomiary. Wtyki muszą być zatem odpowiednio wypolerowane, mieć sprawdzoną geometrię i bazować na ferrulach o bardzo dobrej koncentryczności, co przekłada się na niskie wartości strat tłumiennościowych IL.

Włókno rozbiegówki zakończone złączami referencyjnymi zgodnie z wymaganiami IEC 14763-3. Złącza takie gwarantują maksymalną centryczność włókien względem środka ferruli co ma bezpośredni wpływ na marginalizację strat wtrąceniowych na styku z mierzonym łączem. Przekłada się to na rzetelność i wiarygodność uzyskanych wyników pomiarowych.

Jakość wtyku optycznego (przede wszystkim jego IL i RL) zależy od jakości półproduktów składających się na złącze światłowodowe, w tym najistotniejszą rolę odgrywa klasa i jakość zastosowanej ferruli.

Na rys.2a poglądowo pokazano różne przypadki połączenia dwóch ferrul światłowodowych.

W górnej części schematu 2a przedstawiono sytuację gdy zastosowano ferrule wysokiej jakości i otwory obydwu ferrul charakteryzują się dobrą centrycznością, co sprawia, że osie tych otworów pokrywają się i światło bezstratnie przechodzi z jednego wtyku do drugiego.

Takie wtyki cechują się bardzo niskimi i powtarzalnymi stratami wtrąceniowymi IL (zwłaszcza w przypadku połączeń losowych). W drugim przypadku (dolna część rys.2a) zastosowano ferrule niskiej jakości, o słabej koncentryczności.

Po połączeniu dwóch wtyków światłowodowych z tak niecentrycznymi ferrulami powoduje, że ich rdzenie nie pokrywają się. Generuje to potencjalnie bardzo wysokie straty wtrąceniowe, zwłaszcza przy krótszych długościach fal. Związane jest to z faktem, iż średnica pola modu (MFD) zależna jest od długości fali i tak np. dla włókna G.652, MFD @1310 nm wynosi ok. 9.2  $\mu\text{m}$ , natomiast MFD @1550 nm wynosi już mniej więcej 10.4  $\mu\text{m}$ , (wykres 2b).



Fibrain OTDR Starter Cube jest dokładnie tym czego potrzebujesz, by pomiary, które wykonujesz były poprawne. Ze względu na szereg zalet dodatkowo sprawi, że wykonasz je w sposób wygodny i szybko – pasek na ramie czy wbudowany magnes sprawiają, że obie ręce masz wolne. Identyfikacja kolorystyczna typu włókna nie pozwoli popełnić Ci błędów przy doborze rozbiegówki, a fanouty wejściowe i wyjściowe wykonane na tubie zbrojonej typu harsh zabezpieczają włókno nawet przy przypadkowym ich przytrzaśnięciu pokrywką.

Mała, lekka – dzięki czemu nie zajmuje dużo miejsca przy transporcie i jest łatwa do przenoszenia. Trzeba przyznać, że to bardzo korzystna cecha, bo walizki instalatorów z pełnym wyposażeniem swoje ważą, więc po co dokładać dodatkowych kilogramów do dźwigania.



**Podsumowując:** można śmiało stwierdzić, że rozbiegówka FIBRAIN OSC jest odpowiedzią na potrzeby rynku oraz instalatorów.

Więcej szczegółowych informacji w artykule technicznym do pobrania na naszej stronie internetowej [www.fibrain.pl](http://www.fibrain.pl)



# Dlaczego „brud Twój wróg” – czystość złączy światłowodowych

Złącza rozłączne są krytycznym elementem wpływającym na jakość transmisji w torze światłowodowym. Ponieważ umożliwiają (w teorii niskostratne) łączenie ze sobą odcinków toru, są nieodzownymi częściami składowymi każdej sieci światłowodowej. Tym niemniej, pomimo pozornej prostoty konstrukcji i zasady działania złączy światłowodowych, mogą one łatwo stać się przyczyną bólu głowy operatora sieci i ekip technicznych.

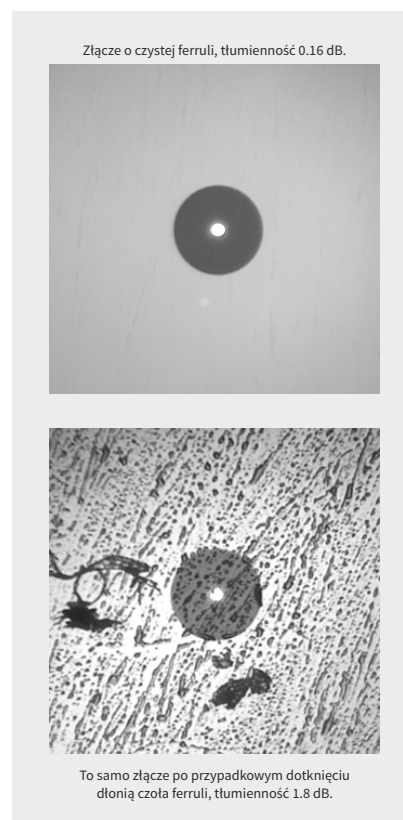
W 2010 roku firma NTT Advanced Technology Research – największy dostawca usług telekomunikacyjnych w Japonii, przeprowadziła ankietę wśród operatorów i instalatorów sieci światłowodowych celem, której było wyznaczenie typowych przyczyn awarii sieci światłowodowych. Wynik tej ankiety jest poniekąd zaskakujący, gdyż 98% instalatorów i 80% operatorów wymieniło brudne złącza jako przyczynę awarii sieci. Problem, który można eliminować już na etapie prac instalacyjnych i jest stosunkowo łatwy do usunięcia szacowany jest jako podstawowa i najczęstsza przyczyna awarii naszych sieci. Niemniej jednak należy pamiętać, że aspekt zachowania czystości złączy zależy od sumienności i kultury technicznej instalatorów

i ekip utrzymaniowych.

## Dlaczego „brud Twój wróg”?

Średnica rdzenia (i jednocześnie średnica plamki modowej) włókna jednomodowego jest rzędu ok. 9  $\mu\text{m}$ . Jeśli wydaje Ci się, że włókno światłowodowe 250  $\mu\text{m}$  jest cienkie, to sam rdzeń jest ponad 25 razy cieńszy! Każdy, nawet niewidoczny gołym okiem pyłek może całkowicie zasłonić rdzeń światłowodu, powodując ogromny wzrost tłumienia złącza, a w efekcie obniżając jakość transmisji. Wystarczy chwila nieuwagi instalatora, aby wysokiej jakości wtyk zamienił się w ognisko zapalne, zabijające transmisję włączy.

Dla przykładu obok pokazano zdjęcia mikroskopowe tego samego złącza – zaraz po rozpakowaniu z fabrycznego opakowania i po lekkim potarciu o (czystą!) dłoń operatora. Tłumienie złącza z początkowych 0.16 dB wzrosła do zatrważających 1.8 dB. Łatwo sobie wyobrazić, że po pierwsze nie da się w praktyce uniknąć tego typu przypadkowego kontaktu wtyku z brudnymi powierzchniami, a po drugie co się stanie włączy, w którym takich złączy jest np. dziesięć! O ile tak duże zmiany tłumienia złącza



zostaną z reguły wykryte (i następnie, miejmy nadzieję usunięte) na etapie pomiarów reflektometrycznych wykonanej sieci, to nie zawsze tak musi być. Niestety, wiele problematycznych złączy to tykające bomby zegarowe, które ujawniają się dopiero później, podczas eksploatacji sieci! Np. często zanieczyszczenia organiczne powodują początkowo niewielkie zmiany tłumienia złącza, które na przebiegu OTDR mogą być albo mało znaczące, albo całkiem niewidoczne, ale mogą znacząco degradować się w czasie, zwłaszcza w przypadku stosowania źródeł światła wysokich mocy (np. wzmacniaczy optycznych EDFA), powodujących zwęglenie się zanieczyszczenia organicznego, czemu towarzyszy bardzo duży wzrost tłumienia. Co więcej, w najbardziej pechowych przypadkach moc optyczna absorbowana na takim zwęgleniu podnosi lokalnie temperaturę do tego stopnia, że na powierzchni wtyku powstają nieusuwalne wżery, które powodują, że nie da się go już wyczyścić i musi on zostać wymieniony.



Fibrain Pro-Cleaner – wszystko czego potrzebujesz do utrzymania czystości sieci w zasięgu ręki

Jeszcze bardziej powszechną przyczyną „magicznego” wzrostu tłumienia początkowo dobrych złączy jest migracja zabrudzeń. Jeżeli zanieczyszczenie podczas pomiarów reflektometrycznych znajdowało się poza rdzeniem, to prawdopodobnie nie wpłynie znacząco na zmierzone tłumienie złącza. Niestety, zabrudzenia mogą migrować w czasie (z powodu wibracji, zmian temperatury, wilgotności, rozłączania i ponownego łączenia, itp.) i nagle złącze, które miało początkowo np. 0.2dB, ma tłumienie 1.5 dB! Wiele dzisiejszych sieci optycznych (w tym sieci FTTH przy stosowanym splicie 1x64 lub 1x128) ma tak napięte budżety mocy, że taka zmiana tłumienia powoduje nieakceptowaną utratę jakości transmisji. Co więcej, bardzo często nie ma możliwości zdiagnozowania przyczyny nagle pojawiających się problemów bez przerywania całej transmisji w łączu, gdyż nawet jeśli operator posiada reflektometr 1310/1550 nm, to te długości fal mogą być już wykorzystywane do transmisji (a reflektometry 1625/1650 nm są dużo mniej popularne)! Wykrycie degradujących się w czasie złączy jest bardzo trudne, czasochłonne oraz kosztowne – każde takie zdarzenie podnosi istotnie koszty operacyjne sieci.

Warto mieć także świadomość, że zabrudzone złącze to nie tylko jeden, izolowany problem. Bardzo często (np. w przypadku zanieczyszczonych złączy pomiarowych) zabrudzony wtyk staje się źródłem infekcji i przerzutów całej sieci – wiele zanieczyszczeń (drobin pyłów) jest na tyle twardych, że trwale rysują i uszkadzają powierzchnię złącza, tak więc łącząc tak zanieczyszczony wtyk z innym, jednocześnie nieodwracalnie uszkadzamy ten

drugi.

Oczywiście zniszczone lub zabrudzone złącze w żadnym wypadku nie może być stosowane jako złącze odniesienia (pomiarowe), gdyż będzie przekłamywało wyniki pomiaru wszystkich mierzonych względem niego wtyków!

### Jak zapobiegać?

Nie trudno zauważyć, że zabrudzenia są problemem zarówno „tu i teraz”, jak i w całym czasie eksploatacji naszych sieci, bo jak sobie powiedzieliśmy mogą one migrować w czasie. Należy zatem uczulić naszych instalatorów, że

aspekt zachowania czystości jest bardzo istotny, a także wyposażać ekipy w niezbędne akcesoria czyszczące i sprzęt inspekcyjny. Co warto wrzucić na wyposażenie walizki narzędziowej naszych instalatorów?

Efektywne i szybkie w działaniu są czyściki typu „one-click”, potocznie nazywane czyścikami typu długopis. Czyściki automatyczne z serii Pro-Cleaner dają możliwość czyszczenia złączy wpiętych już do przełącznicy, szafki czy LGXa, jak również bezpośredniego czyszczenia ferruli w „luźnym”, nie wpiętym złączu światłowodowym.

Podczas czyszczenia luźnych wtyków korzystamy



## ROZWÓJ PRODUKTÓW

z przezroczystej nakładki, znajdującej się na czyściku automatycznym, wpinamy złącze i przesuwamy korpus czyścika w stronę wtyku – usłyszymy charakterystyczny odgłos typu klik.

Czyścik automatyczny sprawdzi się znakomicie również w przypadku złączy które są wpięte w adaptery, jak



**PC-01-250-800**



**PC-01-150-800**

FIBRAIN czyściki automatyczne PRO-Cleaner do wtyków światłowodowych 2.5 i 1.25 mm, 800+ czyszczeń



**PC-01-250M-800**



**PC-01-125M-800**

FIBRAIN czyściki automatyczne PRO-Cleaner do wtyków światłowodowych 2.5 i 1.25 mm, obudowa mini, 800+ czyszczeń



*Czyściki automatyczne sprawdzą się w każdej sytuacji, dając możliwość wyczyszczenia złączy, które są wpięte w adaptery, dzięki czemu oszczędzamy cenny czas pracy naszych instalatorów. Należy jednak mieć na uwadze, że czyściki te są dostępne w 3 rozmiarach dostosowanych do konkretnych typów złączy.*

w pokazanym na zdjęciu LGXi. W takim przypadku należy zdjąć przezroczystą nasadkę i wsunąć czyścik do adaptera.

Warte uwagi są również kasety czyszczące, które są uniwersalne i mogą być stosowane do wszystkich jednowłóknowych typów złączy dostępnych na rynku. Kaseca wyposażona jest w specjalną taśmę oraz mechanizm przesuwany, dzięki czemu zużyta taśma nie ma kontaktu z wtykami, które chcemy przeczyszczyć. Dodatkową zaletą kaset czyszczących jest możliwość dokupienia wkładów uzupełniających, dzięki czemu obniżamy koszty czyszczenia. Kasety czyszczące charakteryzują prostota użycia i szybkość.

Poza wtykami należy również pamiętać o adapterach światłowodowych, których tuleje centrujące niestety również podatne są na zabrudzenia, zostawiane chociażby przez wpinanie zabrudzonych wtyków. Do czyszczenia adapterów należy posiadać w swoich zasobach specjalne bezpyłowe patyczki, dopasowane rozmiarem do typu adaptera, a właściwie średnicy tulei centrującej (2.5 lub 1.25 mm). Sprawdzą się również do czyszczenia trudno dostępnych powierzchni, pozostawiając je idealnie czyste.



**PC-02-UNV-700**

FIBRAIN Kaseca czyszcząca PRO-Cleaner do wtyków światłowodowych, uniwersalna, 700+ czyszczeń



**PC-02-UNV-500**

FIBRAIN Kaseca czyszcząca PRO-Cleaner do wtyków światłowodowych, uniwersalna, 500+ czyszczeń

**PC-02-UNV-700.R**

FIBRAIN Wkład do kasety czyszczącej PC-02-UNV-700 PRO-Cleaner

**PC-02-UNV-500.R**

FIBRAIN Wkład do kasety czyszczącej PC-02-UNV-500 PRO-Cleaner

**PC-03-125-S5**

FIBRAIN patyczek 1.25 mm do czyszczenia adapterów światłowodowych PRO-Cleaner, set 5 sztuk

**PC-03-250-S5**

FIBRAIN patyczek 2.5 mm do czyszczenia adapterów światłowodowych PRO-Cleaner, set 5 sztuk

### Video-mikroskopy inspekcyjne – Twój sojusznik w walce z wrogiem

specjalne końcówki pozwalające na dostęp do zatłoczonych miejsc.

Warto w tym miejscu zauważyć, że dostępne w dalszym ciągu mikroskopy przeziernie (czyli klasyczne mikroskopy, w których użytkownik patrzy przez okular) są zdecydowanie mniej funkcjonalne, gdyż zwykle nie pozwalają na inspekcję wtyków wewnątrz przełącznicy, nie pozwalają na generowanie raportów oraz (mimo stosowanych filtrów podczerwieni) mogą powodować zagrożenie dla wzroku, w przypadku zaglądania w „żywe” włókno, w którym transmitowana jest wysoka moc optyczna.



## ODM VIS400-HDP



Video-sonda inspekcyjna ODM VIS400-HDP wyposażona jest w elastyczny kabel ze złączem USB, pozwalającym na połączenie z każdym laptopem lub tabletem. Dzięki opcjonalnej przystawce Wi-Fi możliwe jest również połączenie ze smartphonami. Wymienne końcówki umożliwiają inspekcję większości typów złączy światłowodowych, zarówno wpiętych w adapter, jak i wolnodostępnych (na patchcordzie). Duże pole widzenia i wysoka rozdzielczość (live image 1600x1200 pikseli!) gwarantują, że żaden brud, który mógłby migrować w stronę rdzenia włókna, nie zostanie przeoczony.

Rozbudowane, w pełni automatyczne oprogramowanie Pass/Fail (zgodne z IEC 61300-3-35) pozwala w łatwy i szybki sposób analizować pomiary, archiwizować wyniki i generować raporty (z informacjami np. kto wykonał pomiar, kiedy, z identyfikatorem złącza, itp.), co jest nieodzowne przy certyfikacji sieci. Duża rozdzielczość i świetne oświetlenie pozwalają na uzyskanie dobrej jakości obrazów złączy APC nawet przy stosowaniu końcówek PC (w odróżnieniu od innych urządzeń tego typu na rynku). Unikalny system ustawiania ostrości (obracając całą sondę o ćwierć obrotu) jest niezastąpiony w zimie, gdy operator pracuje w rękawicach.

**Funkcjonalność:**

- cyfrowa sonda video do inspekcji wtyków światłowodowych, zarówno wolnodostępnych, jak i w adapterze,
- rozdzielczość obrazu live 1600x1200,
- wyjątkowo **duże pole widzenia** 860x640 µm,
- w pełni automatyczne oprogramowanie Pass/Fail zgodne z IEC 61300-3-35,
- **automatyczne generowanie raportów pomiarowych**,
- **wymienne końcówki** dla różnych typów złączy światłowodowych,
- cztery końcówki w standardzie (2.5 mm uniwersalna żeńska, 1.25 mm uniwersalna żeńska, SC PC męska, LC PC męska),
- jasne i równomierne oświetlenie - dobry kontrast nawet przy **inspekcji złączy APC przy użyciu końcówek PC**,
- unikalny system ustawiania ostrości.

**Jaka jest cena zwycięstwa?**

Urządzenia pomiarowe i diagnostyczne oraz akcesoria czyszczące są często traktowane jako nie zawsze usprawiedliwiony wydatek, który zwraca się w bliżej nieokreślonym czasie. Na szczęście wraz z upowszechnianiem się sieci światłowodowych i wraz ze wzrostem poziomu wiedzy operatorów i instalatorów (bardzo często nabytej na własnych błędach), podejście to bardzo szybko się zmienia. Zasadniczą różnicą między sieciami miedzianymi, a optycznymi są wymogi co do czystości złączy. Czy się to komuś podoba, czy nie, sieci światłowodowe wprowadzają do świata telekomunikacji wymagania zachowania czystości znane do tej pory z różnych dziedzin optyki. Ma to odbicie w awaryjności sieci światłowodowych, w których typowo ponad 50% problemów ma związek ze złączami światłowodowymi (a ściślej z ich jakością i czystością). Niestety, bardzo często te problemy są trudne do zdiagnozowania (pomimo tego, że po zdiagnozowaniu z reguły są proste do usunięcia), dlatego też ich występowanie znacząco podnosi koszty operacyjne operatora. Na szczęście z drugiej strony dostępność akcesoriów czyszczących oraz technologia video-mikroskopów inspekcyjnych pozwala na uniknięcie ogromnej większości z tych awarii, a ceny mikroskopów inspekcyjnych są obecnie bardzo przystępne. Wszystko to razem sprawia, że elementy czyszczące i mikroskopy powinny być obecnie traktowane jako sprzęt pierwszej potrzeby, będący na wyposażeniu każdego technika i instalatora światłowodowego.

## ODM VIS300



Video-mikroskop inspekcyjny ODM VIS300 dostępny jest w trzech wersjach:

- VIS300-SND – sonda inspekcyjna z konwerterem USB, do podłączenia do laptopa, 4 wymienne końcówki (2.5 mm uniwersalna żeńska, 1.25 mm uniwersalna żeńska, SC PC męska, LC PC męska),
- VIS300-KIT – sonda inspekcyjna wraz z przenośnym ekranem LCD 3.5", 4 wymienne końcówki (2.5 mm uniwersalna żeńska, 1.25 mm uniwersalna żeńska, SC PC męska, LC PC męska),
- VIS300-KIT-USB – sonda inspekcyjna wraz z przenośnym ekranem LCD 3.5" z portem USB, z oprogramowaniem Pass/Fail (po podłączeniu do laptopa), 4 wymienne końcówki (2.5 mm uniwersalna żeńska, 1.25 mm uniwersalna żeńska, SC PC męska, LC PC męska).

Unikalny system ustawiania ostrości usprawnia pracę w trudnych warunkach. Podobnie jak w przypadku VIS 400-HDP, zaletami urządzeń serii VIS300 są duże pole widzenia i wysoka rozdzielczość, które gwarantują, że żadne zabrudzenie po wyczyszczeniu złącza nie będzie z czasem migrowało w stronę rdzenia włókna. Również długi czas pracy na bateriach doceni każdy pracujący w terenie.

**Funkcjonalność:**

- wersja z **ekranem LCD 3.5"**, w etui ochronnym,
- wersja z oprogramowaniem **Pass/Fail zgodnym z IEC 61300-3-35** (podłączana do laptopa),
- wyjątkowo **duże pole widzenia** 630x440 µm,
- **wymienne końcówki** dla różnych typów złączy światłowodowych,
- jasne i równomierne oświetlenie,
- **wbudowane akumulatory**,
- długi czas pracy na baterii – do **10 godzin!**
- możliwość pracy podczas ładowania akumulatorów,
- unikalny system ustawiania ostrości,
- dostępne 3 wersje, pozwalające na dobór optymalnego wyposażenia.



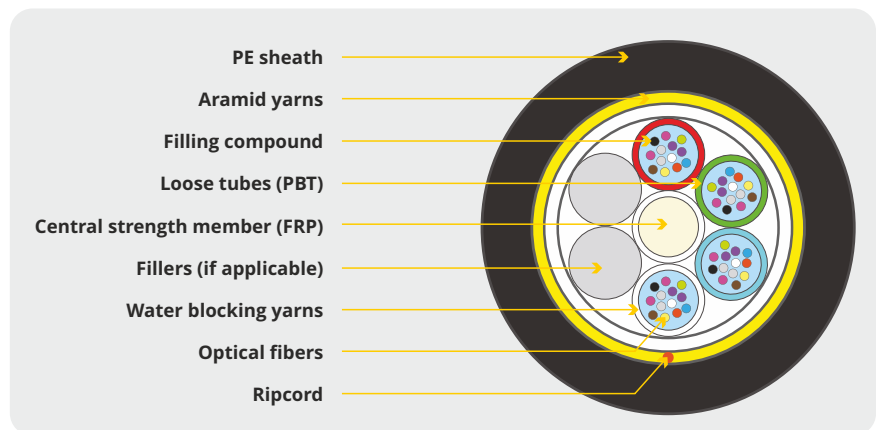
# BDC-DX

## Nowy, potężny światłowód 864-włóknowy

Dzisiejsza gospodarka jest w ogromnym stopniu oparta na sprawnym i szybkim przepływie wiedzy i informacji. Z racji tego, że ilość przesyłanych danych ciągle wzrasta, rosną też wymagania odnośnie pasma przesyłowego. Transmisja danych oparta na kablach miedzianych ma ograniczony potencjał rozwoju i pomimo ciągłego postępu, nie będzie w stanie sprostać przyszłym wymaganiom dotyczącym przesyłania danych. Panuje powszechnie przekonanie, że rozwiązaniem najbardziej przyszłościowym są kable światłowodowe, czyli kable w których medium transmisji zamiast przewodów miedzianych stanowią włókna światłowodowe. W takim przypadku, transmisja danych odbywa się we włóknach światłowodowych z wykorzystaniem fal elektromagnetycznych z zakresu podczerwieni. Są one ze swojej natury odporne na zakłócenia elektromagnetyczne i dane mogą być w nich przesyłane z ogromną prędkością, sięgającą setek Gb/s. Kable FIBRAIN zapewniają optymalną ochronę oraz prowadzenie sygnału optycznego, aby zapewnić najwyższą jakość transmisji nawet w najbardziej wymagającym środowisku.

Mamy przyjemność zaprezentować Państwu naszą odpowiedź na stale rosnące potrzeby sieci telekomunikacyjnych, nowy kabel światłowodowy **Fibrain BDC-DX**, który zawiera w swojej konstrukcji aż **864 włókna!** Jest to kabel przeznaczony do zastosowań w kanalizacjach teletechnicznych. Ośrodek kabla stanowi centralny element wytrzymałościowy w postaci rdzenia z tworzywa sztucznego otoczonego luźnymi tubami, w których znajdują się włókna optyczne. Wnętrze tub wypełnia żel hydrofobowy stanowiący izolację przeciwwilgociową włókien. Całość ośrodka pozostaje otoczona izobezpieczoną tworzywem sztucznym.

**Fibrain BDC-DX** zawiera 24 włókna



jednomodowe w każdej z 36 tub. Kolorystyka włókien w kablu jest zgodna ze standardami IEC 60304 & ZN-11/TPSA-005-02. Kable mają zastosowanie w rozwiązaniach zewnętrznych m.in. do połączeń, między punktami dystrybucyjnymi, sieciami międzymiastowymi. Powłoka PE jest odporna na czynniki atmosferyczne: wilgoć i UV, co umożliwia układanie w kanalizacjach, rurach kablowych.

W kablu zostały zastosowane włókna jednomodowe G.652D 9/125. Włókna w standardzie G.652.D są powszechnie stosowanymi włóknami światłowodowymi, ponieważ łączą dobre parametry transmisyjne i niską cenę. Popularność zawdzięczają obniżonej tłumienności w tzw. piku wodnym, dzięki czemu systemy światłowodowe mogą pracować w całym paśmie od 1280 nm do 1625 nm.

### Cechy wyróżniające nasz kabel:

- Kompaktowa trzywarstwowa konstrukcja
- Średnica luźnych tub 2,5 mm
- Cena znacznie niższa od konstrukcji ribbonowych
- Wymiar zbliżony do kabli z konstrukcją

ribbonową

- Konstrukcja 6+12+18
- Liczba włókien w tubie 24
- Liczba tub wypełnionych włóknami 36
- Średnica zewnętrzna kabla 19,6 cm
- Masa kabla 318 kg/km
- Rodzaje włókien G.652.D 9/125 μm
- Maks. siła ciągnięcia (statyczna): 1 kN
- Maks. siła ciągnięcia (dynamiczna): 2 kN
- Temperatura przechowywania: -40... 70°C
- Temperatura pracy: -40... 70°C
- Temperatura instalacji: -15... 55°C

Możliwość instalacji w kanalizacjach teletechnicznych, wysokiej jakości materiały, ciągłe kontrolowanie w sposób „on-line” wszystkich istotnych parametrów procesu gwarantują wieloletni czas życia kabli światłowodowych. System ciągłej kontroli średnicy gwarantuje jej stabilność na całej długości kabla. Dodatkowo, badania kabla światłowodowego nie kończą się na pomiarach optycznych, czy sprawdzeniu geometrii. Wykonujemy szereg badań mechanicznych i środowiskowych, jak również testy eksploatacyjne.

# TAŃCZĄCY Z FALAMI



# Tańczący z falami, czyli kolorowa przyszłość sieci PON

## - WDM PON, XG-PON, NGA, NG-PON, TWDM PON, WDM1r, CEx, CEMx, itp....

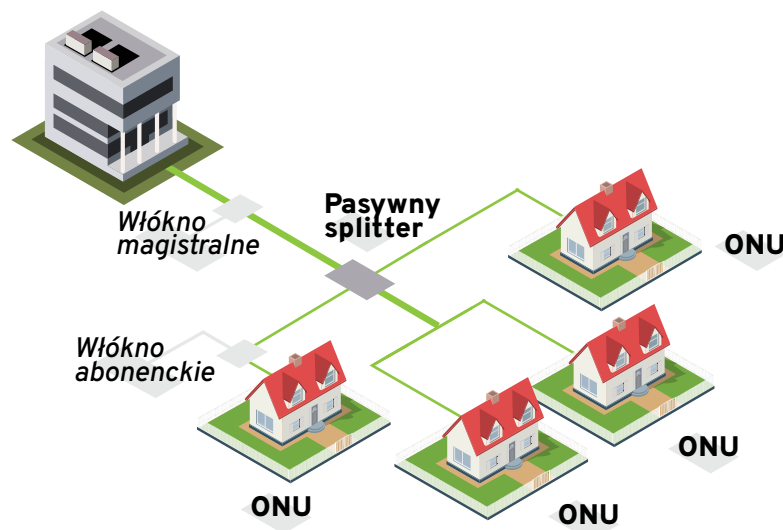
### 1. Stan obecny w optycznych sieciach dostępowych

Nie ulega wątpliwości, że czasy chwały miedzianych mediów transmisyjnych do budowy sieci telekomunikacyjnych, takich jak kabel koncentryczny bądź skrętka, bezpowrotnie minęły (mimo, że w wielu miejscach medium to wciąż opiera się, i jeszcze długo się będzie opierać, nieuchronnemu postępowi cywilizacyjnemu). Operatorzy telekomunikacyjni, chcący zapewnić swoim abonentom wysokiej jakości oraz niezawodny dostęp do nowoczesnych usług (telefonu, telewizji w jakości HD, szerokopasmowego Internetu, gier sieciowych i innych), muszą zwrócić się w kierunku sieci dostępowych nowej generacji NGA (ang. Next Generation Access) budowanych z wykorzystaniem światłowodów. W większości krajów dominującą technologią budowy optycznych sieci dostępowych okazały się sieci pasywne PON (ang. Passive Optical Network), budowane w topologii punkt-wielopunkt (Rys. 1). W takich sieciach jedynymi wykorzystywanymi urządzeniami aktywnymi są: urządzenie centralowe OLT (ang. Optical Line Termination) u operatora, oraz końcówka abonencka z portem liniowym ONT (ang. Optical Network Termination).

elektryczną. Nie bez znaczenia są również niższe koszty serwisowania sieci PON, która np. nie jest podatna na uszkodzenia po burzach. W sieciach PON część dystrybucyjna jest wspólna dla wszystkich abonentów. Jest w tym celu wykorzystywany magistralny odcinek włókna, który łączy urządzenie centralowe OLT oraz pasywny dzielnik (np. splitter PLC), za którym dopiero prowadzone są indywidualne dla każdego abonenta odcinki włókna. Dzięki wykorzystaniu pasywnych splitterów, do każdego portu OLT podłączyć można wielu abonentów.

Ponieważ sieci PON posiadają odcinki sieci, które są wspólne dla wszystkich abonentów, oraz wykorzystują jedno włókno do zrealizowania transmisji duplexowej, konieczny jest rodzaj wielodostępu, umożliwiającego uzyskanie logicznej topologii punkt-punkt na fizycznej topologii punkt-wielopunkt. W obecnie implementowanych sieciach PON stosowany jest klasyczny wielodostęp z podziałem czasu.

Dane przesyłane od OLT trafiają do wszystkich końcówek abonenckich ONT, gdzie następuje ich filtrowanie i wyodrębnienie ruchu dla niego przeznaczonego. Podczas komunikacji w odwrotnym kierunku każdy



Rys. 1. Schemat pasywnej sieci optycznej PON

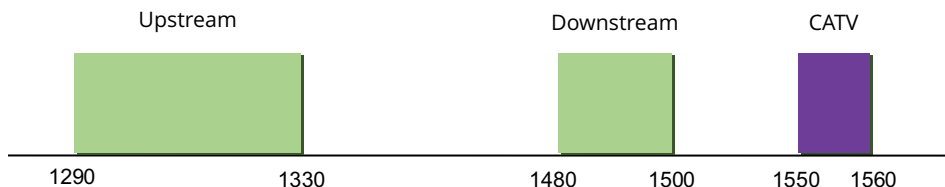
Wszystko co znajduje się pomiędzy OLT oraz ONT jest pasywne i nie wymaga zasilania.

Z punktu widzenia operatora ma to wiele zalet. Podczas budowy bądź modernizacji sieci znikają problemy związane z koniecznością doprowadzenia zasilania do punktu dostępowego umieszczonego w skrzynce położonej w przysłowiowym szarym polu. Niższe są koszty utrzymania sieci, bo przecież nie trzeba płacić rachunków za zużyty energię

abonent przesyła dane w określonej (przydzielonej przez OLT) szczelnie czasowej. Budowane obecnie sieci PON mogą wykorzystywać albo popularniejszy (i dający więcej możliwości) standard GPON, albo rzadziej spotykany standard GEAPON.

## 2. GEAPON vs GPON

Standard GEAPON (ang. Gigabit Ethernet Passive Optical Network) został opracowany przez Amerykańskie Stowarzyszenie Inżynierów Elektryków i Elektroników IEEE. Jest on najczęściej implementowany w sieciach PON budowanych w Azji (Japonia, Korea Południowa, Chiny). W standardzie IEEE 802.3ah opisano optyczną sieć dostępową o strukturze punkt-wielopunkt. Dostępna jest symetryczna (równa w obydwóch kierunkach transmisji) przepustowość 1 Gbit/s. Dostępne pasmo może zostać podzielone pomiędzy co najmniej 32 abonentów, w standardzie 802.3ah nie określono maksymalnego współczynnika podziału (zazwyczaj jest to 1:64). W warstwie drugiej wykorzystywany jest protokół Ethernet, dobrze znany przez wszystkich (przynajmniej większość dobrych) administratorów sieci.



Rys. 2. Zajmowane zakresy długości fal w sieciach GEAPON/GPON z zaimplementowaną nakładką RF (CATV).

Dla przesyłania sygnału od OLT do ONU (downstream) wykorzystywane są długości fal w zakresie 1480-1500 nm, w przeciwnym zaś kierunku 1290-1330 nm (dawniej 1260-1360 nm), co jest oczywiście prostą formą zwielokrotnienia WDM. Zakresy spektrum optycznego wykorzystywane w pasywnych sieciach optycznych zgodnych ze standardem GEAPON przedstawiono schematycznie na powyższym rysunku (Rys. 2). Posiadający większe możliwości standard GPON (ang. Gigabit Passive Optical Network) został zaproponowany przez ITU-T i jest zdefiniowany w rekomendacjach serii G.984. Dane w sieci GPON mogą być przesyłane z symetryczną przepustowością 2.5 Gbps/2.5 Gbps, chociaż najczęściej dostępne jest pasmo asymetryczne: 2.5 Gbps downstream oraz 1.25 Gbps upstream. Dostępna przepustowość może być podzielona pomiędzy co najwyżej 128 abonentów. Maksymalny dystans pomiędzy OLT i ONU wynosi 60 km, przy czym odległość pomiędzy ONU podłączonymi na jednym porcie (tzw. rozpiętość sieci) nie może przekroczyć 20 km. W sieciach GPON budżet mocy wynosi typowo 28 dBm (klasa B+), może zostać zwiększony z wykorzystaniem specjalnych laserów do 32 dBm (klasa C+). Standard GPON wykorzystuje te same zakresy spektralne co GEAPON (Rys. 2).

## 3. Quo vadis, PON?

Trzy długości fali dostępne w sieci GPON to zdecydowanie za mało, żeby było ciekawie. Dlatego też (jak również po to, by zapewnić jeszcze większą przepustowość sieci NGA), bardzo szybko rozpoczęto prace nad następcami standardów GPON i GEAPON. W 2009 uchwalono standard 10-EPON (IEEE 802.3av), będący następcą GEAPON'a. W jednym wariantcie tego standardu dostępna jest symetryczna przepustowość 10G/10G, w drugim zaś asymetryczna 10G/1G. Nowy protokół wykorzystuje inne długości fali niż GEAPON (1575-1580 nm downstream oraz 1260-1280 nm upstream), stąd zapewniona jest jego wsteczna kompatybilność. Koegzystencja w jednej sieci optycznej standardów GPON oraz 10-EPON wymaga zastosowania dodatkowego urządzenia, czyli pasywnego multiplexera (po stronie operatora telekomunikacyjnego) oraz demultiplexera (u abonenta).

W przypadku standardu GPON prace nad jego następcą podzielono na dwa etapy, oznaczone NG-PON1 oraz NG-PON2. Przyjęto podejście oparte na ewolucji, a nie rewolucji. W pierwszej fazie (NG-PON1) skupiono się na

Dane w warstwie drugiej przesyłane są z wykorzystaniem protokołu GEM (ang. GPON Encapsulation Method). Dzięki temu, istnieje możliwość przenoszenia w sieci ruchu telekomunikacyjnego pochodzącego z różnych protokołów (np. ATM, SDH), a nie tylko ramek Ethernetowych, jak w przypadku standardu GEAPON. Dodatkowo, w ramach GEM zawarte mogą być nadmiarowe dane naprawcze FEC (ang. Forward Error Correction), dzięki czemu, kosztem części dostępnej przepustowości, odbiorca jest w stanie naprawić przekłamanie bity, będące efektem występowania błędów w transmisji. W celu zwiększenia bezpieczeństwa, przesyłane dane mogą zostać dodatkowo zabezpieczone 128-bitowym kluczem AES. W sieciach PON pracujących z protokołem GPON bądź

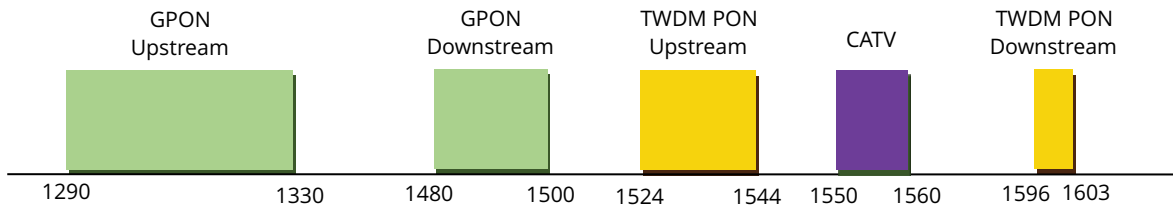
GEAPON, oprócz przesyłania w postaci cyfrowej ruchu telekomunikacyjnego, istnieje również możliwość rozpowszechniania usługi telewizyjnej na dedykowanej długości fali, wykorzystując tzw. nakładkę RF (ang. RF overlay). W tej technologii konieczne jest stosowanie nadajnika CATV pracującego na długości fali 1550 nm oraz (najczęściej) wzmacniacza optycznego. Wprowadzenie sygnału CATV do włókna wymaga wykorzystania specjalnego multiplexera optycznego, czyli tripleksera. Jest on również niezbędny do demultipleksacji sygnału optycznego w miejscu zamieszkania abonenta. Zazwyczaj, tripleksler jest wbudowany w końcówkę abonencką ONU, chociaż istnieje również możliwość jego instalacji wewnątrz puszkii abonenckiej. Alternatywą dla nakładki RF jest wykorzystanie usługi IPTV (ang. Internet Protocol Television). Jest to technika, w której sygnał telewizyjny w postaci cyfrowej jest przesyłany w sieci PON z wykorzystaniem dobrze znanego protokołu IP. Do odbioru telewizji IPTV nie jest wymagany komputer, a jedynie dekoder STB (ang. Set-top box). Usługa IPTV oprócz rozpowszechniania sygnału TV, może zapewniać dostęp do nowoczesnych usług takich jak: wideo na żądanie VoD (ang. Video on Demand), czy też gry sieciowe.

zwiększeniu przepustowości sieci do 10 Gbit/s (dla co najmniej jednego kierunku), przy zachowaniu koegzystencji z istniejącymi sieciami GPON oraz maksymalnym wykorzystaniu dostępnej infrastruktury pasywnej. Z kolei sieci NG-PON2 mają początkowo umożliwiać przesyłanie danych z przepustowością 40G/10G (downstream/ upstream), docelowo ma ona wynosić aż 160G/40G. W przypadku sieci NG-PON1, początkowo planowano opracowanie jednego standardu podzielonego na dwie kategorie prędkości: XG-PON1 (asymetryczne pasmo 10 Gbit/s downstream oraz 2.5 Gbit/s upstream) oraz XG-PON2 (symetryczne 10G/10G). Życie zweryfikowało te plany, ponieważ tylko XG-PON1 doczekał się oficjalnej standaryzacji ITU-T (opisano go jako XG-PON w rekomendacjach serii G.987), zaś XG-PON2 nadal czeka. Standardy GPON i XG-PON mogą pracować w jednej sieci pasywnej (Rys. 3), ponieważ nowy standard wykorzystuje inne zakresy spektralne niż GPON (1575-1580 nm downstream oraz 1260-1280 nm upstream), konieczne jest jedynie zastosowanie odpowiedniego filtra WDM.



Rys. 3. Zajmowane spektrum optyczne w sieci pasywnej z zaimplementowanymi standardami GPON i XG-PON1, oraz nakładką RF, dla rozpowszechniania usługi telewizyjnej (CATV).

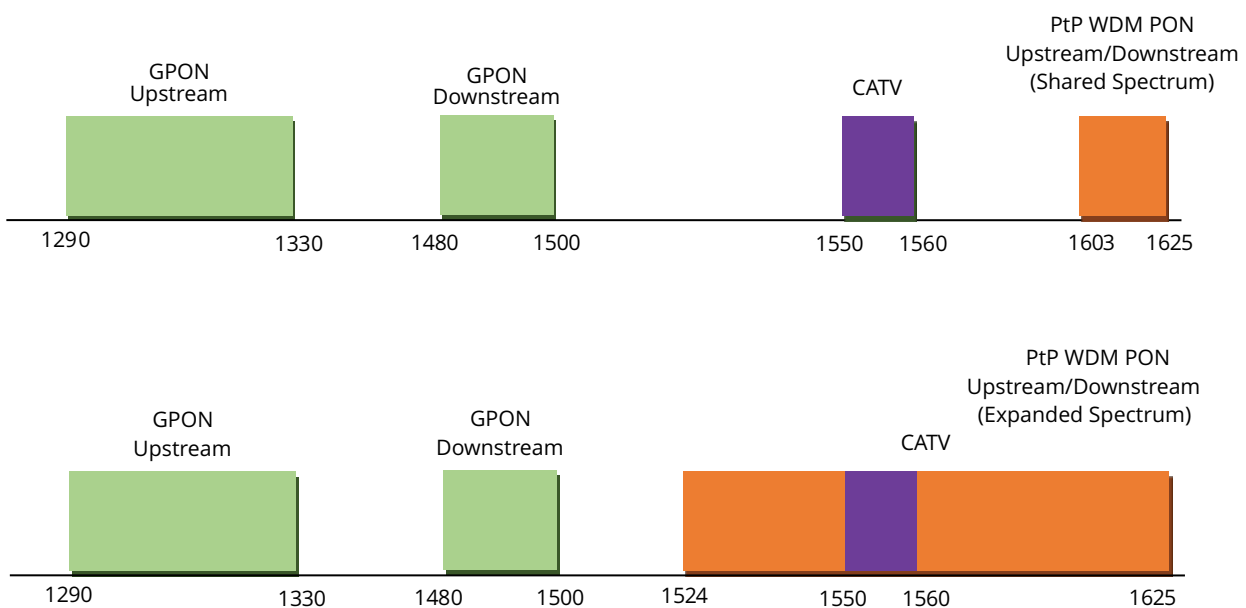
Żeby nie było za łatwo, w czerwcu 2016 ITU-T opublikowało rekomendację G.9807.1, w której opisano sieć XGS-PON o symetrycznej przepustowości 10G/10G. Formalnie, nie jest ona częścią standardu XG-PON, niemniej implementuje wymagania stawiane przed sieciami XG-PON2. Dla standardu XGS-PON nie wydzielono w spektrum optycznym nowych zakresów spektralnych, wykorzystuje on długości fali przeznaczone dla standardu XG-PON (ang. basic wavelength set) albo standardu GPON (ang. optional wavelength set). Oznacza to, że wzajemna koegzystencja w jednej sieci PON standardów GPON, XG-PON oraz XGS-PON nie jest możliwa (przynajmniej bez wykorzystania dodatkowego zwielokrotnienia w dziedzinie czasu). W trakcie opracowywania standardu dla sieci NG-PON2 rozważano różne rozwiązania techniczne, z wykorzystaniem których możliwe będzie osiągnięcie docelowej przepustowości 160G/40G (downstream/upstream). Ostatecznie, wykorzystano bardzo dobrze znaną w telekomunikacji światłowodowej (i wspomnianą już kilkakrotnie) technikę zwielokrotnienia w dziedzinie długości fali WDM. Sieć NG-PON2 opisano w serii rekomendacji ITU-T oznaczonych G.989. Maksymalna rozpiętość sieci wynosi 40 km (czyli dwa razy więcej niż GPON), przy podziale na co najmniej 64 abonentów. Transmisja jest realizowana za pomocą kilku par długości fali (typowo od 4 do 8), przy czym jedna z nich jest wykorzystywana do przesyłania danych od OLT do ONT (downstream), a druga w odwrotnym kierunku. Co ważne, nie wszystkie pary kanałów muszą zostać zaimplementowane w sieci w jednym czasie, istnieje możliwość ich „dokładania” w miarę wzrostu potrzeb na pasmo („pay as you grow”), co jest bardzo wygodne dla operatora telekomunikacyjnego. Ponadto, w każdym z kanałów transmisja może być realizowana z następującymi dostępnymi przepustowościami upstream/downstream): 10G/10G, 10G/2.5G oraz 2.5G/2.5G.



Rys. 4. Zajmowane spektrum optyczne w sieci pasywnej z zaimplementowanymi standardami GPON i NG-PON2 (TWDM PON) (opcja Wide Range dla transmisji upstream), oraz nakładką CATV.

Standard NG-PON2 wykorzystuje inne zakresy spektralne, niż protokoły GPON i XG-PON, stąd istnieje możliwość ich koegzystencji w jednej sieci pasywnej (Rys. 4). W przypadku techniki TWDM PON, transmisja w kierunku downstream realizowana jest w paśmie 1596-1603 nm. Z kolei dane w przeciwnym kierunku przesyłane mogą w jednym z trzech dostępnych pasm: 1524-1544 nm (opcja Wide Range), 1528-1540 nm (opcja Reduced Range) bądź 1532-1540 nm (opcja Narrow Range). W przypadku techniki PtP WDM PON (Rys. 5) transmisja może zostać zrealizowana w jednym z dwóch dostępnych zakresów spektralnych: 1603-1625 nm (opcja Shared Spectrum) bądź 1524-1625 nm (opcja Expanded Spectrum). Wybór pasma zależy od tego, czy w sieci PON zaimplementowany ma zostać tylko standard NG-PON2, czy też inne protokoły (np. XG-PON). Warto zwrócić uwagę, że w przypadku połączenia punkt-punkt nie ma rozróżnienia na pasmo downstream oraz upstream.

W sieciach NG-PON2 zwiększenie dostępnej przepustowości uzyskano dodając do standardu XG-PON dodatkowe zwielokrotnienie w dziedzinie długości fali. Transmisja może zostać zrealizowana na dwa sposoby: z wykorzystaniem techniki TWDM PON bądź PtP WDM PON. W pierwszym przypadku, grupa kanałów jest współdzielona przez wielu abonentów, przy czym stosowany jest wielodostęp zarówno w dziedzinie czasu, jak i długości fali. Istnieje również możliwość zestawienia wirtualnego połączenia typu punkt-punkt (PtP WDM PON – Point to Point WDM PON), gdzie transmisja jest realizowana z wykorzystaniem kanału dedykowanego tylko dla danego ONU niewspółdzielonego z innymi abonentami). Implementacja standardu NG-PON2 w sieci pasywnej niesie ze sobą spore wymagania dla sprzętu aktywnego, dotyczy to zarówno OLT nadawanie na różnych długościach fal w jednym czasie) jak i ONU („colorless transceiver” – z możliwością odbioru i nadawania w całym wyznaczonym paśmie).



Rys. 5. Zajmowane spektrum optyczne w sieci pasywnej z zaimplementowanymi standardami GPON oraz NG-PON2 (PtP WDM PON) w wersji: a) Shared Spectrum, b) Expanded Spectrum.

## 4. GPON, NG-PON1, NG-PON2 - wzajemna koegzystencja

Sieci PON budowane są z wykorzystaniem kabli światłowodowych z włóknami: G.652.D (o zredukowanym pikcie wodnym) oraz coraz częściej G.657.A1 i A2 (o zredukowanym promieniu gięcia). Użyteczny zakres spektralny tych włókien obejmuje (co najmniej) długości fal 1270-1610 nm. Biorąc pod uwagę, że w sieci PON z zaimplementowanym protokołem GPON wykorzystywane są tylko zakresy 1290-1330 nm (upstream), 1480-1500 nm (downstream) oraz czasami 1550-1560 nm (nakładka RF dla usługi CATV), spektrum optycznego do zagospodarowania, jak już wspomniano powyżej, jest całkiem sporo.

W rekomendacji ITU-T G.984.5 zdefiniowano ponownie zakresy widma optycznego wykorzystywane w sieciach PON z protokołem GPON. Zakres długości fal wykorzystywany podczas komunikacji od OLT do jednostek abonenckich ONU (downstream) określono mianem pasma podstawowego (ang. Basic Band). Z kolei w paśmie wykorzystywanym podczas transmisji upstream wyróżniono trzy podzakresy o różnych szerokościach: 1260-1360 nm (ang. Regular Band), 1290-1330 nm (ang. Reduced Band) oraz 1300-1320 nm (ang. Narrow Band). Wyróżniono również nowe zakresy spektrum optycznego, określane mianem pasma rozszerzonego (ang. Enhancement Band). Nowe protokoły i usługi, wykorzystujące wspomniane poprzednio nowe zakresy spektralne mogą być zaimplementowane w sieci GPON dzięki zastosowaniu nakładki WDM. Wymaga to stosowania specjalizowanych multiplexerów i demultiplexerów xWDM (lub xPON) w sieci, przedstawionych poniżej. W rekomendacji ITU-T G.984.5 określa się je mianem elementów koegzystencji (ang. Coexistence Element). Warto zwrócić uwagę, w wielu przypadkach są to multiplexery trudne technologicznie, ze względu na wymagania zastosowania filtrów na nietypowe zakresy spektralne i dużą szerokość niektórych zakresów, przy jednoczesnym wąskim paśmie buforowym. Fakt, że niektóre protokoły do pracy duplexowej wymagają sumarycznego spektrum składającego się z dwóch rozdzielnych podpasem również nie ułatwia sprawy.

W rekomendacji ITU-T G.984.5 opisano kilkanaście przykładowych konfiguracji multiplexerów xWDM (xPON), co pozwala zabezpieczyć na przyszłość praktycznie wszystkie rozważane obecnie ścieżki ewolucji sieci PON. Dzięki stosowaniu multiplexerów xPON, w trakcie przyszłej rozbudowy i modernizacji istniejącej sieci GPON, operator telekomunikacyjny będzie miał możliwość elastycznego doboru interesujących go rozwiązań (np. dodania usługi CATV bądź kanału monitoringu OTDR lub wdrożenia 40G NG-PON2). W rekomendacji ITU-T multiplexery xWDM podzielono na trzy grupy, w zależności od tego, jakie usługi bądź standardy są wspierane. Multiplexery **WDM1r** powinny być wykorzystywane w sytuacji, gdy w istniejącej sieci GPON planuje się w przyszłości wprowadzenie usług nowej generacji (takich jak np. rozpowszechnianie telewizji w jakości HD). Multiplexery **CEx** znajdują zastosowanie podczas wdrażania w sieci pasywnej nowych standardów NG-PON1 (XG-PON bądź XGS-PON) oraz NG-PON2. Z kolei najbardziej zaawansowane multiplexery **CEMx** umożliwiają przyszłe wdrażanie w sieci GPON zwielokrotnienia w dziedzinie długości fali, czyli standardu NG-PON2 (technika TWDM PON bądź PtP WDM PON). Schematy oraz podstawowe parametry multiplexerów xWDM zgodnych z wymaganiami rekomendacji ITU-T G.984.5 zestawiono na rysunkach i tabelach poniżej. Z kolei w tab.1 zestawiono ważniejsze rekomendacje ITU-T, z którymi warto się zapoznać (oczywiście dla usystematyzowania wiedzy) przed wdrożeniem w swojej sieci PON nowych protokołów bądź usług. Multiplexery xWDM oraz xPON, zakończone dowolnym typem złącz światłowodowych oraz w szerokiej gamie obudów (ABS blackbox, moduły LGX, przełącznice PZXW), są dostępne w ofercie firmy FIBRAIN.



**FIBRAIN Sp. z o.o.**

Centrum Logistyczne, Produkcyjno-Laboratoryjne  
Rogoźnica 312  
36-060 Głogów Małopolski

Zakład Produkcji Kabli Światłowodowych  
Jasionka 955  
36-002 Jasionka

Zakład Produkcyjno-Laboratoryjny Technologii Światłowodowych i Fotonicznych  
Zaczernie 190F  
36-062 Trzebownisko

tel. 17 86 60 800  
fax. 17 86 60 810

[www.fibrain.pl](http://www.fibrain.pl)  
[info@fibrain.pl](mailto:info@fibrain.pl)