



Pogromcy mitów W krainie PLC, część 2

Splittery PLC to pasywne dzielniki mocy optycznej wykonane w technologii planarnej, wykorzystywane przede wszystkim do budowy optycznych sieci dostępowych PON i stanowiące ich podstawowe elementy składowe. Jeszcze niedawno dość egzotyczne, obecnie splittery PLC trafiły pod strzechy i wraz z upowszechnianiem się sieci PON stały się chlebem powszednim dla większości operatorów i instalatorów. Popularyzacji splitterów PLC sprzyjał oczywiście znaczący spadek ich cen i wzrost liczby dostawców. W tym momencie splittery PLC stały się powszechne do tego stopnia, że duża część operatorów zaczęła je traktować jak gwoździe, sprzedawane na kilogramy i tak proste, że nie mające prawa się zepsuć. Przy takim podejściu oczywiście jedynym parametrem, na który warto zwracać uwagę, jest cena. Czy słusznie? Rozprawmy się po kolei z najważniejszymi mitami dotyczącymi splitterów. Dzisiaj pora na drugą część naszego minicyklu, poświęconą starzeniu się splitterów PLC.

MIT 3 - jak już wybiorę coś względnie OK i wsadzę w sieć, to nic złego mnie już nie spotka w przyszłości

Założmy drogi operatorze, że dokładnie przyjrzałeś się raportom testowym i specyfikacjom, ba, nawet wykonałeś samodzielnie pomiary profilu spektralnego splitterów wybranego dostawcy i wykreśliłeś histogramy tłumienia i masz właśnie zamiar wyciągnąć nogi na kanapie w poczuciu dobrze wypełnionego obowiązku. Przecież teraz już na pewno nic nieprzewidzianego z tymi splitterami się nie może stać, prawda?

Niestety, mamy dla ciebie złą wiadomość – jazda się dopiero zaczyna. Pewnie wszystkie te pomiary dokonałeś w temperaturze pokojowej, tak? No to peszek, bo jednak **większość splitterów PLC jest narażona w swoim ciężkim życiu na ekstremalne warunki i temperatury**. W końcu nie bez powodu każdy możliwy dostawca splitterów, ten bardzo drogi, jak i ten całkiem tani, wpisuje w specyfikacji **temperaturowy zakres pracy -40 do +85 °C**.

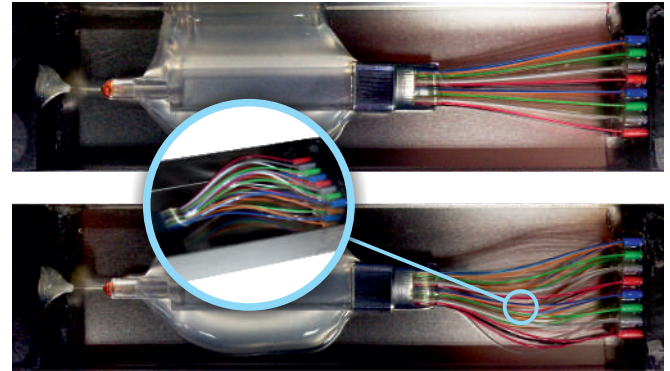
Zanim oburzysz się szanowny operatorze (być może podpuszczony przez handlowców tych nieco gorszych dostawców, którzy zresztą to -40°C wpisali sobie sami do specyfikacji), że prawdopodobieństwo zdarzenia się w Polsce temperatury -40°C jest zerowe, to pamiętaj, że **testy w tak niskich temperaturach służą przede wszystkim do symulowania warunków przyspieszonego starzenia**. Najprawdopodobniej te same efekty co w -40°C zdarzą się również w -15°C, tyle, że 4 lata później (pewnie nietaktem jest przypomnienie w tym momencie po raz kolejny, że budujesz sieć na 20 lat?). Skoro tak, to dzielna załoga Laboratorium Optoelektronicznego i Pomiarów Światłowodowych wytacza kolejną diabelską maszynę do demaskowania mitów, czyli **komorę klimatyczną** (wytaczanie dobrze widoczne na rys. 1).



RYSUNEK 1 – Brygada RR uzbraja kapsułę śmierci

Do powyższej maszyny demaskatorskiej wrzuciliśmy wszystkie 10 szt. splitterów 1x32 firmy Xyyyy, wykorzystanych również przy okazji rozprawiania się z Mitem 2 w części I do stworzenia Rys. 2 i 3. Procedura badawcza to stare dobre cykle temperatury -40/+85 °C, zgodnie z polską i europejską normą IEC/PN-EN 61300-2-22. Chwila prawdy (w rzeczywistości wystarczy 3 cykle temperaturowe, zamiast przewidzianych normą 12) i cóż widzimy? Niespodzianka, **7 z 10 badanych splitterów zwiększyło znacząco tłumienie** (od 2 dB do ponad 7 dB, jak widać na rys. 2, przedstawiającym przykładowy przebieg dla jednego z tej parszywej siódemki).

Cóż, można się pocieszać, że pozostałe 3 szt. wyszły lepiej, prawda? Niestety, nie do końca, **pozostałe 3 splittery nie zwiększyły tak bardzo swojego tłumienia tylko dlatego, że się po prostu rozpadły** – włókno próbujące w niskich temperaturach cofnąć się do obudowy najwzyczajniej w świecie wyrwało przepusty (*booty*). Co lepsze z dwójga złego? Wybór jak między dżumą, a cholera. Rys. 3 przedstawia (przed testem w komorze i po) jeden ze splitterów, w których przepusty miały

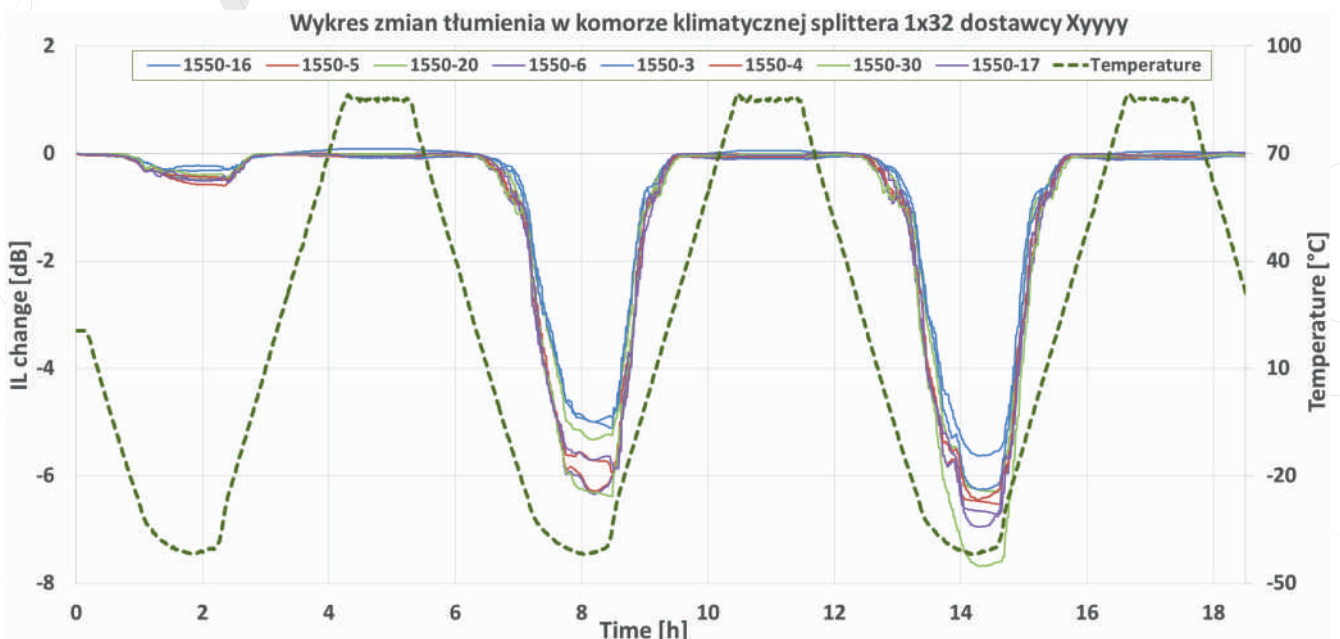


RYSUNEK 3 – Splitter 1x32 firmy Xyyyy z właściwą ilością kleju przed badaniem w komorze (na górze) i po badaniu (na dole). Dobrze widoczne cofnięte włókno i makrogięcia

nieszczęście być odpowiednio mocno wklejone (dobrze widoczne sympatyczne makrogięcia), rys. 4 natomiast jeden z tych, któremu producent poskąpił kleju na przepusty, dzięki czemu się widowskowo rozpadł.



RYSUNEK 4 – Splitter 1x32 firmy Xyyyy, model oszczędnościowy (z małą ilością kleju) po badaniu w komorze



RYSUNEK 2 – Przykładowy splitter 1x32 dostawcy Xyyyy w starciu z komorą – widać zmiany tłumienia o ok. 8 dB

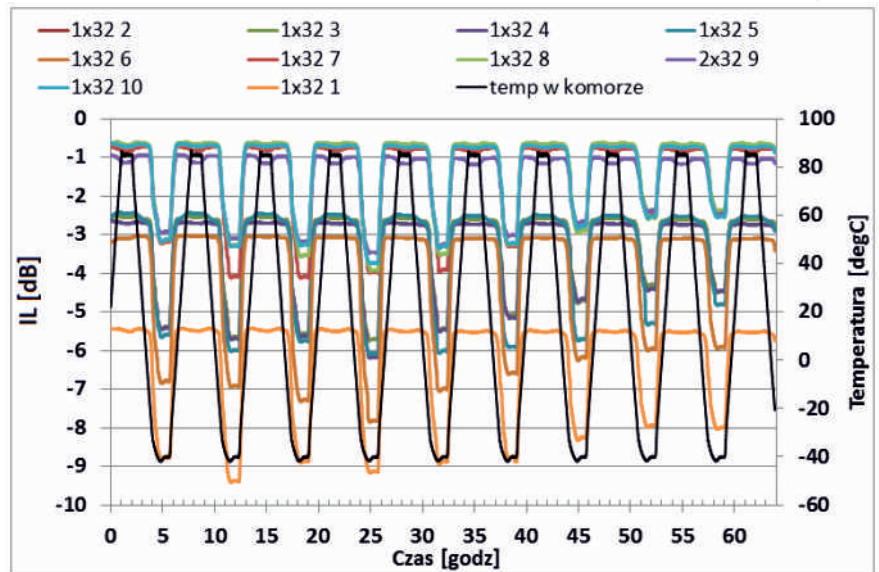
Żeby splitter 1x32 firmy AAA, również wspomniany przy okazji Mitu 2 w części I, nie czuł się pokrzywdzony, poddany został takiemu samemu traktowaniu, jak splittersy firmy Xyyyy. Trzeba uczciwie przyznać, że ten pacjent był dużo ciekawszy do badania, bo każdy z mierzonych portów zachowywał się inaczej – zmiany tłumienia sięgały od 2.5 dB do 9 dB, co pokazuje rys. 5.

Aby nie wywoływać u czytelnika przynębiającego wrażenia, że jego sieć po pierwszej mroźniejszej zimie będzie się nadawać do gruntownego przebudowania, pora na lekki powiew optymizmu. Otóż **istnieją splittersy PLC, które faktycznie zgodnie ze specyfikacją pracują w pełnym zakresie temperaturowym -40/+85°C!** Jako dowód, rys. 6 przedstawia zmiany tłumienia wraz z temperaturą dla splittera 1x8 marki Fibrain. Zmiany tłumienia w ekstremalnych temperaturach nie przekraczają 0.2 dB – jak widać da się, chociaż obiektywnie trzeba przyznać, że uzyskanie takiej stabilności temperaturowej nie jest proste.

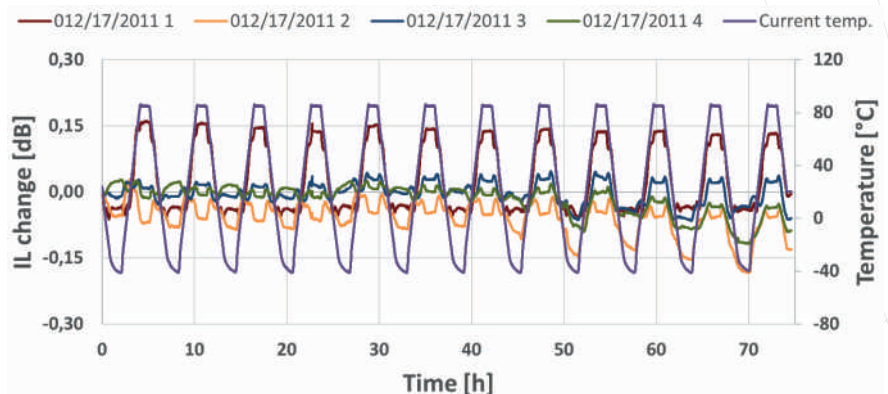
Dociekliwy czytelnik może zapytać, **co jest przyczyną tak dużych zmian tłumienia w ekstremalnych temperaturach.** Przyczyn może być kilka, wszystkie mogą wydawać się dość banalne:

- niedopasowanie **współczynników rozszerzalności temperaturowej** chipu PLC i *fiber array* (ale tak bywa, jak się na wyprzedających kupuje osobno wszystkie elementy, nie zastanawiając się nad ich wzajemną kompatybilnością),
- źle dobrane, źle utwardzone lub dawkowane w zbyt małej ilości epoxy UV, łączące chip PLC i *fiber array* (dobrej jakości japońskie **epoxy UV** to ok. 15% całkowitych kosztów materiałowych splittera 1x8, nic więc dziwnego, że tańsi dostawcy ulegają pokusie minimalizowania dawki lub zamienienia na tańszy „równoważnik”),
- zastosowana tania **tuba o dużym skurczu temperaturowym**,
- bardzo **duży skurcz temperaturowy** obudowy aluminiowej (ponad 40 razy większy, niż skurcz szkła), przenoszący się na splitter poprzez źle dobrany klej.

Przy odrobinie dobrej woli, wiedzy i odpowiednim wyposażeniu, wszystkie powyższe efekty można wyeliminować. Ale oznacza to konieczność wykonywania długich serii testów, sprawdzenia efektów zmian technologii w komorze klimatycznej, zmiany dawki, czasu naświetlania UV, kupna nowego epoxy, itd... To wszystko niestety kosztuje i wymaga czasu – okrutny świat jest tak



RYSUNEK 5 – zmiany tłumienia wybranych portów splittera 1x32 firmy AAA w czasie badania w komorze klimatycznej – skoki tłumienia od 3 dB do 9 dB

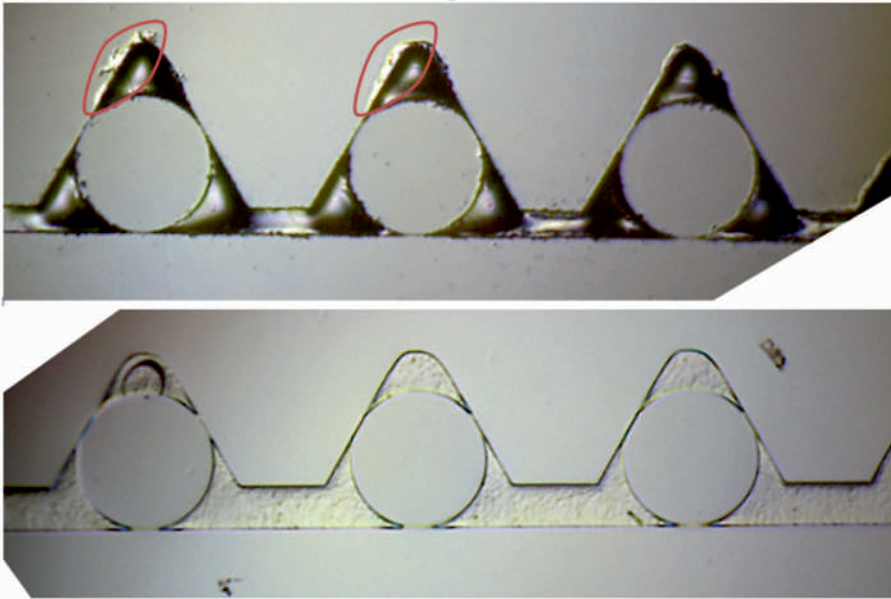


RYSUNEK 6 – Zmiany tłumienia wybranych portów splittera Fibrain 1x8 w czasie badania w komorze klimatycznej

skonstruowany, że nie ma nic za darmo. Nawet proste zastosowanie lepszej tuby o mniejszym skurczu temperaturowym, droższej o niegroźne wydawałoby się 4 centy za metr, podnosi cenę splittera 1x32 z dwumetrowymi wąsami o ok. 3 dolary (przy założeniu, że jest importowany z Azji)! Cudów nie ma, lepsza jakość musi kosztować.

Czy narażenia temperaturowe są jedynymi, na które warto zwrócić uwagę? Wystarczy otworzyć pierwszą lepszą studzienkę, żeby się przekonać, że niekoniecznie. Wiele z muf chłapie się radośnie w wodzie. Mufy co prawda z założenia powinny być szczelne i zabezpieczać splitter przed wodą, ale w praktyce bywa z tym różnie. Tak więc kolejnym standardowym testem jest **odporność na zanurzenie w wodzie.** Głównym efektem działania wody jest degradacja połączeń klejonych. Oczywiście kluczowe tu są zwłaszcza połączenia w obrębie elementu

fiber array i między *fiber array* i chipem, gdyż odpowiadają one za stabilność pozycjonowania światłowodów względem siebie (przypomnijmy, że 2 μm przesunięcia rdzeni powoduje niemal 1 dB dodatkowego tłumienia!). Dobre (i drogie) epoxy do zastosowań fotonicznych (jak np. NTN AT5001) przechodzą rygorystyczne testy stabilności i wytrzymałości wg. wymagań Telcordii (oprócz tego gwarantują wiele innych parametrów, np. dopasowanie współczynników załamania światła i odporności na wysoką moc optyczną), czego nie da się powiedzieć o tańszych zamiennikach. Tyle (pokróćcie) teoria, pora na praktykę. Ekipa Laboratorium utopiła **na trzy tygodnie w wodzie w temp. 40°C fiber array** ze splitterów Fibrain i z podejrzenie taniego splittera zakupionego przez jedną z chińskich witryn aukcyjnych. Rys. 7 przedstawia wyniki tego eksperymentu.



RYSUNEK 7 – Wpływ wilgoci na elementy *fiber array* od różnych producentów.
Na górnym zdjęciu wyraźne obszary delaminacji, zakreślone na czerwono

Osobnym zagadnieniem, zasługującym na dedykowany artykuł i dlatego wspomnianym w tym momencie jedynie pobieżnie, jest **wpływ temperatury i wilgotności na złącza światłowodowe**. Bardzo często chińskie wtyki nie spełniają norm na parametry geometryczne złącza (np. promień krzywizny czoła, kąt polerowania, podcięcie włókna, apex, itp.), co oczywiście spowodowane jest tym, że interferometry, służące do pomiaru tych parametrów są bardzo drogie, a i odpowiednia kontrola procesu produkcji jest kosztowna. Dla przykładu, zmierzaliśmy na interferometrze wszystkie porty 10 szt. splitterów 1x32 firmy Xyyyy, wspomnianych już wielokrotnie – **61% złącz nie trzymało kąta polerowania** wymaganego przez normy ($8^\circ \pm 0.3^\circ$), przy czym rekordzista miał 6.6° , czyli odchył prawie 5 razy większy, niż przewiduje norma! Ciekawe rzeczy

dzieją się z takimi złączami po testach w komorze – ponieważ klej łączący włókno z ferrulą jest źle dobrany i utwardzony, nie trzyma on wystarczająco mocno i włókno pełza w ferruli. Spośród badanych przez nas złącz na splitterach firmy Xyyyy, inny rekordzista zmienił głębokość

Ewidencją jest, że klej w elemencie *fiber array* ze splittera Fibrain (na dole rys. 7) nie został w żaden sposób nadgryziony, natomiast w drugim przypadku **widoczne są wyraźne ubytki i delaminacja** (odklejanie się). Tego typu degradacja prowadzi ostatecznie do obruszania się włókna, które powinno być sztywno utrzymywane w V-rowkach i do wesołych efektów fluktuacji mocy, zwłaszcza jeśli np. splitter leży blisko torów kolejowych. Jako ciekawostkę można podać, że efekt degradacji wielu klejów jest bardzo przyspieszony w obecności jakiegokolwiek zakwaszenia (np. spowodowanego stosowaniem nawozów sztucznych).

podcięcia ponad 3.5 raza, co jest wartością budzącą duży szacunek. **Złącza, w których włókno pełza są narażone na uszkodzenia mechaniczne, zmiany tłumienia odbiciowego, a w krańcowych przypadkach na wzrost tłumienia wtrąceniowego.**

MIT 3: werdykt?

BUSTED