

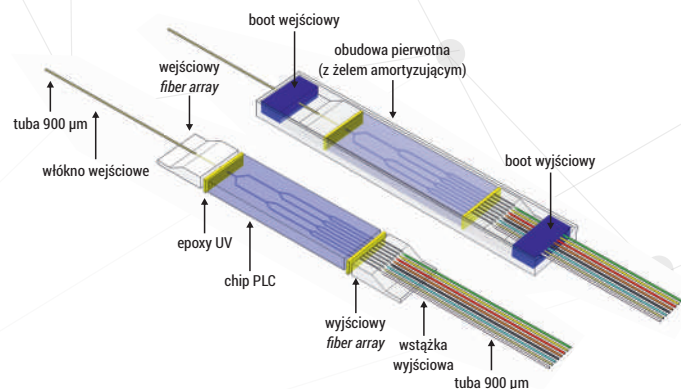


Pogromcy mitów W krainie PLC, część 1

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. Ponieważ temat jest obszerny, zaczniemy od dwóch pierwszych popularnych mitów.

MIT 1 - splittery PLC to proste przyrządy

Splittery PLC są zbudowane w tzw. technologii planarnej, co oznacza, że sercem całego przyrządu (i właściwym dzielnikiem mocy) jest chip PLC wielkości małego paznokcia, w którym metodami mikroelektronicznymi wytworzone są falowody i kaskada dzielników



RYSUNEK 1 – Schemat budowy wewnętrznej splittera PLC

(zwykle podstawowe dzielniki są typu 1x2, tak więc standardowy typoszereg splitterów PLC to 1x2, 1x4, 1x8, itp.). Chip PLC może być wytworzony w podłożu krzemowym lub kwarcowym, co ma istotne znaczenie z powodu różnych rozszerzalności termicznych obydwu materiałów.

Światłowody wytworzone w chipie PLC mają zwykle w przybliżeniu prostokątny przekrój poprzeczny. **Technologia PLC jest hybrydowa**, gdyż chip PLC trzeba spozycjonować i sprząc z zewnętrznymi standardowymi światłowodami telekomunikacyjnymi o przekroju okrągłym. Standardowe włókna światłowodowe są wklejone w V-rowkach, które służą jako prowadnice. V-rowki są przykryte pokrywką, przyklejoną na wierzchu. Cały element (V-rowki, włókna, pokrywka) nosi nazwę *fiber array*. W celu uzyskania jak najmniejszych strat optycznych, *fiber array* musi być dokładnie justowany względem chipu PLC, tak aby światło

wychodzące z jednego elementu było wstrzelone dokładnie w środek światłowodu w drugim. Warto w tym momencie pamiętać o rozmiarach rdzeni włókien jednomodowych – jeśli plamka modowa ma średnicę rzędu 9 μm, to oznacza to, że **dokładność pozycjonowania powinna być rzędu jednego mikrometra – i być niezmienna przez 25 lat**, niezależnie od temperatury, wilgotności czy naprężeń mechanicznych. Za stabilność tego połączenia odpowiada specjalne klej – najczęściej jest to epoxy utwardzane UV.

Tak wykonany nieosłonięty jeszcze splitter PLC następnie wkleja się w obudowę pierwotną (zwykle aluminiową, najlepiej wypełnioną żelam amortyzującym), potem na obydwu końcach obudowy wklejane są przepusty (booty) i nasuwana jest tuba osłonowa (zwykle 900 μm). Potem wykonywany jest pomiar końcowy i mamy produkt finalny.

MIT 1: werdykt?

PLAUSIBLE

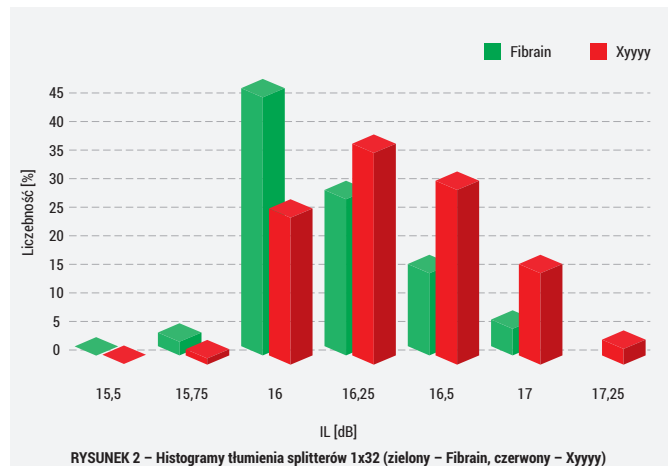
MIT 2 - optycznie wszystkie splittersy są takie same

Przeciętny użytkownik końcowy próbując porównać ze sobą splittersy PLC różnych dostawców może jedynie wziąć do ręki raporty testowe lub specyfikacje techniczne. Żadna specyfikacja nie mówi jak wiadomo wszystkiego, ale na co warto zwrócić uwagę?

Oczywiście najważniejsze są **straty wtrąceniowe**. Na pierwszy rzut oka specyfikacje wszystkich producentów są podobne i różnią się o ułamki decybeli. Czy to dużo czy mało? Jeśli operator ma w sieci mocy optycznej do oporu, to mało. Jeśli jednak budżety mocy są napięte, to 0.3 dB to może być bardzo dużo, a smutna rzeczywistość jest niestety taka, że najczęściej tej mocy brakuje. Jeśli budżet mocy się nie domyka, to operator ma do wyboru zmniejszyć split lub kupować inne elementy o lepszym tłumieniu, co oznacza **wyższe koszty inwestycyjne**. Może też popisać się ułańską fantazją i stwierdzić, że marginesu starzeniowego nie potrzebuje w ogóle, co oczywiście w dość krótkim czasie oznacza dodatkowe (i często bardzo przykre) **koszty operacyjne**. Może też kazać swoim instalatorom spawać wszystko do skutku, co również skutkuje kosztami i opóźnieniami. Nie mówiąc już o tym, że **sieć PON jest budowana na 20-25 lat** i powinna wspierać protokoły i przepływności, które dopiero pojawiają się w przyszłości. Ciężko zakładać, że wymagania na jakość sygnału przyszłych protokołów o większej przepływności się nagle zmniejszą.

Oprócz deklarowanych (w specyfikacji i w raportach testowych) maksymalnych strat wtrąceniowych jest jeszcze tzw. życie. Wystarczy porozmawiać ze znajomymi z branży, żeby usłyszeć, że bardzo często wartości deklarowane i rzeczywiste się rozmiągają (to jest jednak temat na Mit 5). Załóżmy jednak, że dostawca jest pełen dobrej woli i podaje w raportach testowych wartości faktyczne i mieści się we własnych specyfikacjach. Czy to pozwala operatorowi na porównanie dwóch dostawców? Tak, ale tylko jeśli zada sobie trud zgromadzenia odpowiedniej ilości danych do zrobienia statystyki, bo zmierzenie 2 czy 3 splitterów od każdego z dostawcy często niewiele jeszcze mówi. Poniżej znajdują się **histogramy przedstawiające tłumienia 10 szt. splitterów 1x32 ze złączami SC APC od dwóch dostawców** – losowo wybranych splitterów Fibrain i dostarczonych do porównania przez wahającego się klienta splitterów taniej i dość popularnej na polskim rynku firmy Xyyyy. Okazuje się, że nawet jeśli specyfikacje techniczne są zbliżone, to średnie wartości tłumienia i rozrzuty tłumienia splitterów od obydwu dostawców są znacząco różne, co przekłada się na kilometr zasięgu łącza, spokój

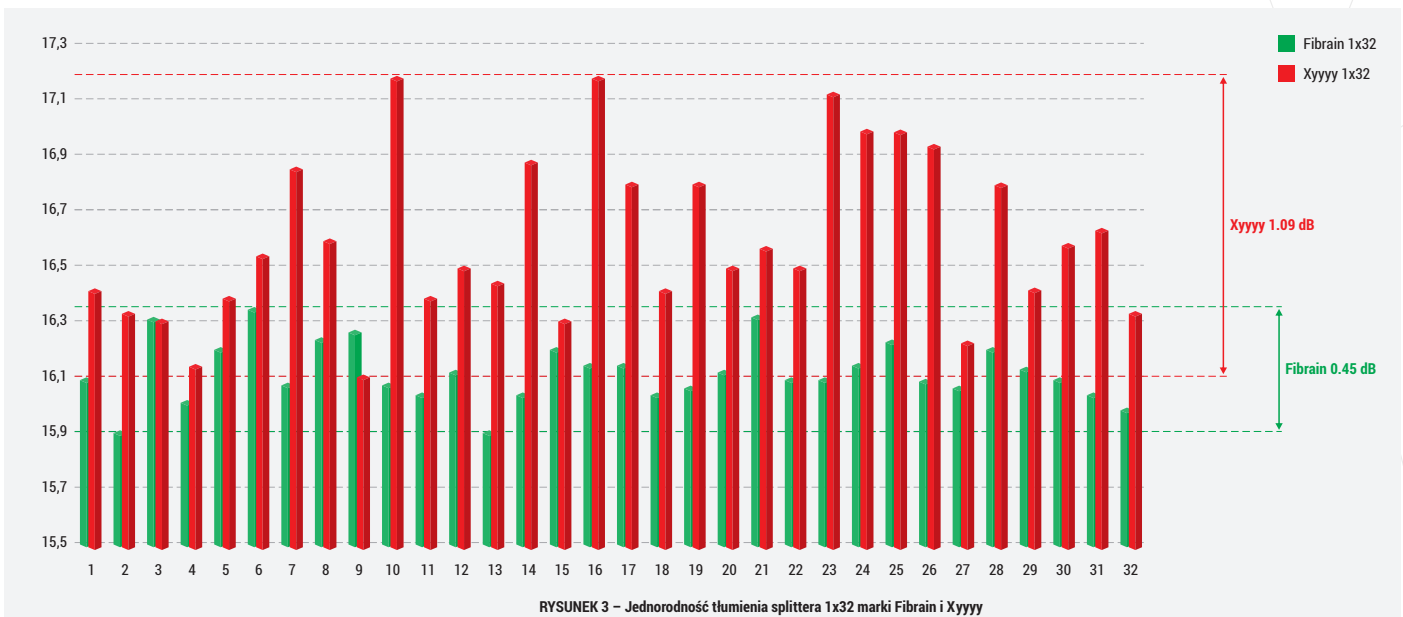
ducha (i czas pracy) instalatorów i koszt całkowity wybudowania i utrzymania sieci:



Wprawne oko zauważy na podstawie histogramów z rys.2, że średnie tłumienie splitterów obydwu dostawców różni się o ponad 0.2 dB i **liczba portów o wysokim tłumieniu jest dużo wyższa w przypadku dostawcy Xyyyy** (nie mówiąc już o portach o bardzo wysokim tłumieniu, które w przypadku splitterów Fibrain nie wystąpiły w ogóle).

Czy tłumienie wtrąceniowe jest jedynym parametrem, na który należy zwracać uwagę porównując specyfikacje techniczne różnych producentów? Cóż, specyfikacje mają po 2/3 strony, więc pewnie nie. Bardzo istotnym, a często niedocenianym parametrem jest **jednorodność tłumienia**. Splittersy PLC są z reguły nominalnie symetryczne, co oznacza, że każdy port wyjściowy powinien mieć takie same tłumienie. W praktyce oczywiście nie są one nigdy idealnie takie same (co zresztą widać już na rys. 2). Różnica tłumienia między portami o najwyższym i najniższym tłumieniu nazywana jest jednorodnością tłumienia. Im jest ona wyższa, tym gorzej. Powszechnie stosowana norma branżowa Telcordia GR1209CORE określa, jakie wartości jednorodności są dopuszczalne. Dla splitterów 1x32 jest to np. 3 dB. Wielu spośród tanich dostawców w dalszym ciągu stosuje tak luźne wymagania, na szczęście (dla operatorów) większość splitterów ma jednak obecnie lepszą jednorodność.

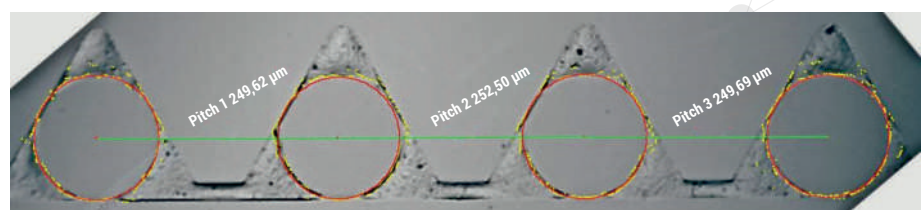
Jednorodność tłumienia jest bardzo istotna z punktu widzenia operatora, gdyż splitterzy o kiepskiej jednorodności utrudniają poprawne zaprojektowanie łącza (bo nagle jedna końcówka GPON może mieć np. dwa razy więcej mocy niż druga). Co więcej, utrudniają bardzo utrzymanie i usuwanie problemów w sieci – jeśli Nowak mieszkający drzwiami z Kowalskim ma 3 dB więcej mocy na końcówce, to jest więcej niż pewne, że technik wezwany do usuwania awarii skupi się na tym fakcie i przez następne 3 godziny będzie szukał problemu, którego w rzeczywistości wcale nie ma (oprócz problemu z posiadaniem marnej jakości splitterów). Jeżeli szanowny operatorze masz wątpliwości, to zwołaj swojego instalatora, poproś go o zerknięcie na rys.3 i zapytaj, który splitter wolałby instalować.



Występowanie różnic w tłumieniu różnych portów splittera PLC spowodowane jest po pierwsze **jakością chipów PLC** i elementów *fiber array* (przede wszystkim tolerancją rozstawu kanałów), po drugie **precyzją ich wzajemnego pozycjonowania** w procesie montażu splittera (a więc jakością sprzętu produkcyjnego wytwórcy gotowego modułu PLC). Każde przesunięcie między rozstawem falowodów w chipie i rozstawem włókien w *fiber array* musi odbić się na tłumieniu, bo część mocy podczas sprzęgania jest tracona. Jeśli np. część kanałów w *fiber array* ma rozstaw dokładnie 250 μm , a sąsiednie 252 μm , natomiast chip PLC jest idealny i ma dokładnie 250 μm rozstawu między wszystkimi kanałami, to nie da się spozycjonować elementów splittera tak, żeby wszystkie kanały były idealnie

wyjustowane względem siebie, co oznacza, że każdy będzie miał inne tłumienie. W ciągu ostatnich kilku lat na rynku pojawiły się pierwsze chipy PLC chińskiej produkcji (i powstały dwie firmy w Chinach, które je dostarczają), które przełamały dotychczasowy faktyczny monopol producentów japońskich, koreańskich i izraelskich. Chipy chińskiej produkcji ze względu

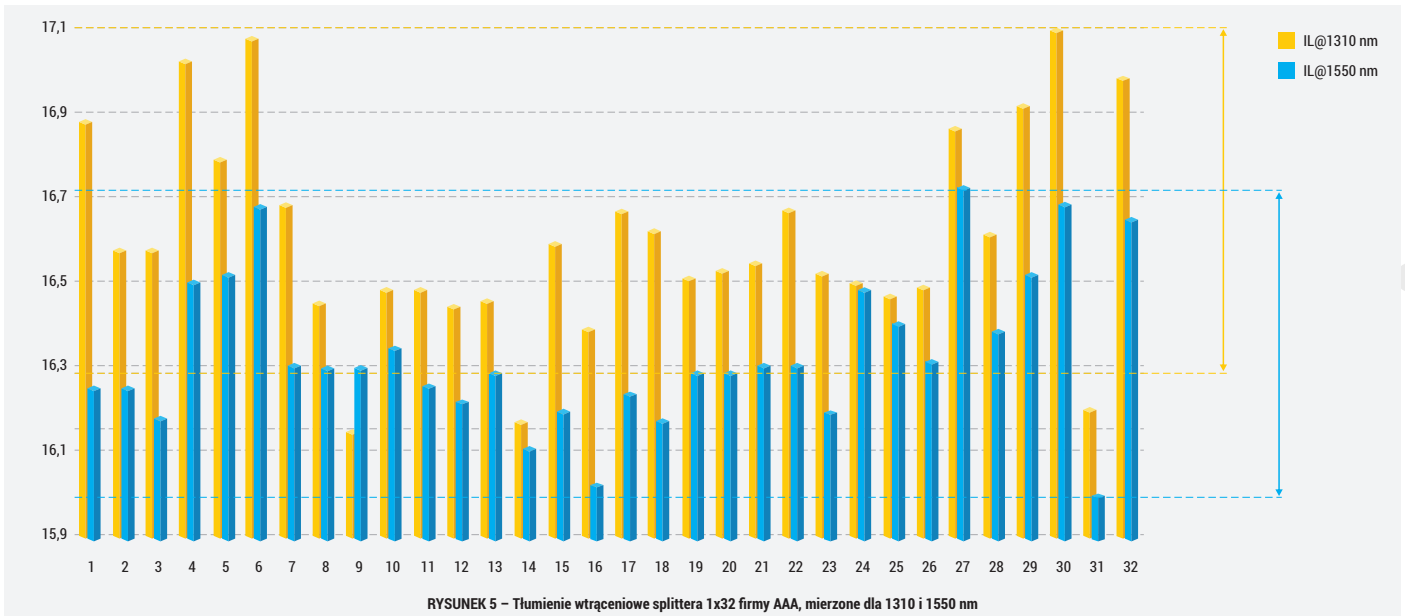
na precyzję wykonania są niechętnie wykorzystywane nawet przez lepszych chińskich producentów splitterów PLC, ale mają jedną podstawową zaletę – są ok. 2.5 razy tańsze niż koreańskie i 3 razy tańsze, niż japońskie.



RYSUNEK 4 – Element *fiber array* wypruty ze splittera Cccccc – widoczne przesunięcie kanałów o ponad 2 μm

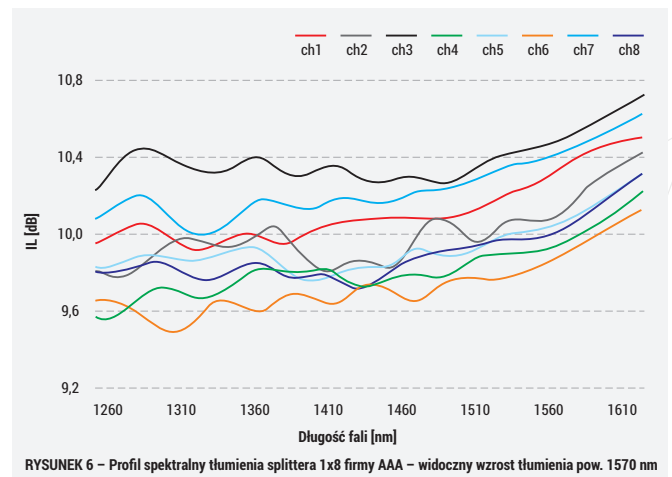
W przypadku splittera 1x8, koszt dobrego chipu PLC stanowi ok. 20-25% całkowitych kosztów materiałów, więc jedna z tajemnic niskiej ceny splitterów PLC została rozwiązana (a warto pamiętać, że elementy *fiber array* też w zależności od jakości różnią się ceną o kolejne 100%). Niestety, nie ma nic za darmo – przesunięcie kanałów o ok. 2 μm pociąga za sobą niemal 1 dB dodatkowego tłumienia! Na rys. 4 znajduje się zdjęcie elementu *fiber array* wymontowanego z zakupionego na polskim rynku splittera Cccccc, zmierzono go przy użyciu mikroskopu pomiarowego Keyence – jak widać rozstaw rdzeni zmienia się o ponad 2 μm (dla porównania dobrej klasy *fiber array* mają tolerancję rozstawu $\pm 0.5 \mu\text{m}$), co faktycznie widoczne było przy pomiarze jednorodności tego splittera (zanim złożył on swe życie na ołtarzu nauki).

Co więcej, ten sam skok tłumienia o 1 dB może się pojawić przy odrobinie pecha za 3 lata po upalnym lecie lub mroźnej zimie (o czym więcej wspomnimy przy okazji Mitu 3). Notabene, cechą charakterystyczną splitterów wyprodukowanych z chipów i *fiber array* o niskiej precyzji wykonania są często gorsze wartości jednorodności i tłumienia mierzone przy 1310 nm, niż przy 1550 nm, co jest dobrze widoczne na kolejnym wykresie poniżej, również przedstawiającym wyniki pomiarów splittera zakupionego na polskim rynku, markowanego przez firmę AAA:



Co to już wszystko, jeśli chodzi o parametry optyczne? Cóż, nie do końca. Niemal każdy dostawca splitterów PLC deklaruje **spektralny zakres pracy 1260 – 1650 nm**. Oczywiście w raportach pomiarowych umieszczane są jedynie wartości zmierzone w oknach 1310 nm i 1550 nm, czasem dodatkowo również dla 1490 nm, gdyż po prostu nie da się zamieścić pełnych wykresów spektralnych, czy też tabelki z tłumieniem dla innych długości (nie mówiąc już o tym, że większość najtańszych dostawców fizycznie nie ma czym zmierzyć tłumienia dla innych długości fali, bo posiadają jedynie najprostsze mierniki). Tak więc w tej kwestii przeciętny operator zderza się ze ścianą i musi zaufać dostawcy na słowo. Jak jest z tym zaufaniem w rzeczywistości? Spróbujmy uchylić nieco rąbka tajemnicy i zajrzyjmy za kulis. W tym celu odpaliliśmy i rozgrzaliśmy naszą wierną i sprawdzoną w boju stację pomiarową EXFO IQS12008, posiadającą laser strojony w zakresie 1250-1650 nm, a więc idealnie stworzoną do tego celu i mającą już na swym koncie zdemaskowanie niejednego mitu. Na warsztat wzięliśmy kolejny splitter (tym razem 1x8) firmy AAA, również dość popularnej na polskim rynku. Dostawca deklaruje oczywiście spektralny zakres pracy 1250 – 1650 nm. Rys. 6 przedstawia smutną prawdę. Co prawda **tłumienie mierzone** (i podane w raporcie) dla fal centralnych 1310 i 1550 nm jest jeszcze w normie, ale **dla długości fal powyżej 1570 nm ostro idzie w górę**. W tym konkretnym przypadku wzrost tłumienia obserwowany jest dla zakresu długości fal niewykorzystywanego w obecnych typowych sieciach PON (chyba, że operator miał pecha wdrażać sieć Docsis-PON DPON z kanałem zwrotnym 1610 nm), ale to marna pociecha. Powtórzmy jeszcze raz oczywistą

oczywistość - sieć światłowodową buduje się na 20 lat i **nowe serwisy będą w przyszłości zajmowały nowe zakresy spektralne**, infrastruktura pasywna musi być na to przygotowana. W przeciwnym wypadku doraźne oszczędności inwestycyjne mogą być srogo ukarane w przyszłości.



MIT 2: werdykt?

