2011

FIBRAIN Fiber Optic Solutions

ELMAT DOSTAWCA TELEINFORMATYKI

IPoDWDM – nowe alternatywy dla sieci OTN i SDH DWDM

Michał Dłubek
Laboratorium Optoelektroniczne, ELMAT

enara NETWORKS

...Networks made simple

Bardzo krótkie wprowadzenie do OTN i sieci optycznych dalekiego zasięgu I

- Transport optyczny na dalekie odległości wymaga technologii DWDM i wzmacniaczy optycznych EDFA – najkorzystniejsze rozwiązanie pod względem stosunku **cena/bit/kilometr**
- Przełączanie dynamiczne w warstwie optycznej (**ROADM**) oferuje dalsze możliwości redukcji Opexu i zaczyna być stosowane przez operatorów na szeroką skalę (niekoniecznie w Polsce…)
- Optyczne sieci szkieletowe wykorzystujące wzmacniacze optyczne i routowanie optyczne nazywane są **sieciami transparentnymi** – bardzo modne pojęcie ostatnio
- Ale budowa dalekosiężnych sieci transparentnych nie jest trywialna – trzeba spełnić wysokie wymagania co do jakości sygnału optycznego (stopa błędów BER)
  - **Wzmacniacze dodają szum optyczny – redukują stosunek OSNR**

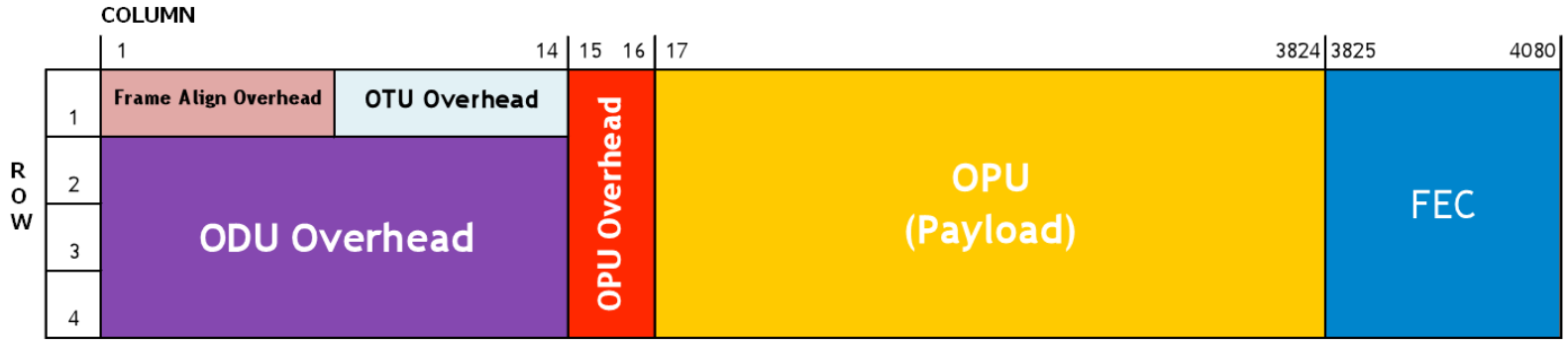
Menara NETWORKS
…Networks made simple

Bardzo krótkie wprowadzenie do OTN i sieci optycznych dalekiego zasięgu II

- Standardowe protokoły warstwy 2 (np. wszechobecny Ethernet) nie mają wbudowanych skutecznych mechanizmów poprawiających odporność sygnału na zakłócenia optyczne
- Jest to jedna z przyczyn, dla których stosowane są protokoły transportowe, np. OTN i SDH, które te mechanizmy posiadają (dodatkowe przyczyny to np. rozbudowany OAM, latencja)
- OTN (Optical Transport Network) to technologia i protokół optycznej sieci transportowej najnowszej generacji (zastępującej stopniowo sieci SONET/SDH).
- Zdefiniowana przez rodzinę standardów ITU-T, opisujących głównie funkcjonalność warstwy 1 (Layer 1).
- Technologia OTN jest nierozerwalnie związana z techniką DWDM – w praktyce sieć DWDM to często synonim sieci OTN

Bardzo krótkie wprowadzenie do OTN i sieci optycznych dalekiego zasięgu III

- **Najpopularniejszą prędkością transmisji w sieciach OTN jest obecnie 10G** (sygnały klienckie 10GbE Lan, 10GbE Wan, 8G FC, 10G FC, STM-64)
- Ramka OTN składa się z wierszy i kolumn, transmitowanych seryjnie i odtwarzanych w buforze
- Rozmiar ramki jest niezależny od prędkości transmisji



- Na końcu ramki dodawane jest pole FEC (Forward Error Correction – kodowanie nadmiarowe służące do korekcji błędów transmisji)
- Pole FEC ma rozmiar 4x256 bajtów

Enara NETWORKS
...Networks made simple

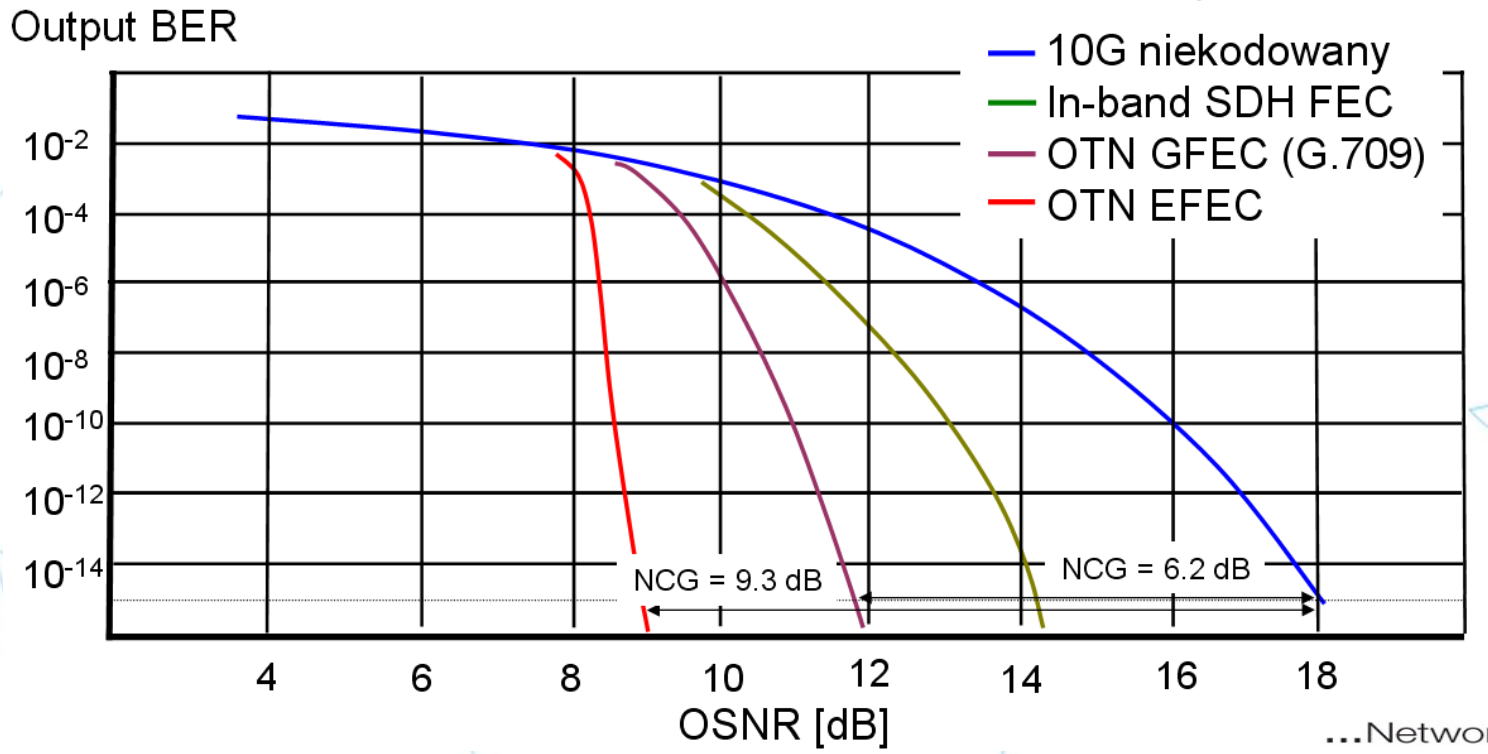
Zalety FEC w sieciach optycznych I

- **Kodowanie nadmiarowe FEC:** wymienione na pierwszej stronie oficjalnego tutoriala ITU-T jako najważniejsza zaleta OTN!
- Transparentne dla wszystkich sygnałów klienckich,
  - Wsparcie dla 10G LanPhy o pełnej prędkości
- Bardzo silnie zintegrowane z techniką DWDM,
- Zwiększa zasięg łącza, kosztem niewielkiego zwiększenia przepływności,
  - Oznacza to również redukcję punktów OEO – obniżenie kosztów,
  - Umożliwia budowę sieci optycznie transparentnych i z routowaniem optycznym
- **FEC jest najbardziej efektywny w łączach limitowanych OSNR** (lub innym szumem, np. rozpraszania Rayleigha) – prawidłowo zaprojektowane łącze DWDM powinno być limitowane przez OSNR,
- Umożliwia monitorowanie jakości sygnału Pre-FEC,
- Pozwala na zmniejszenie gęstości siatki kanałów.

Menara NETWORKS
...Networks made simple

Zalety FEC w sieciach optycznych II

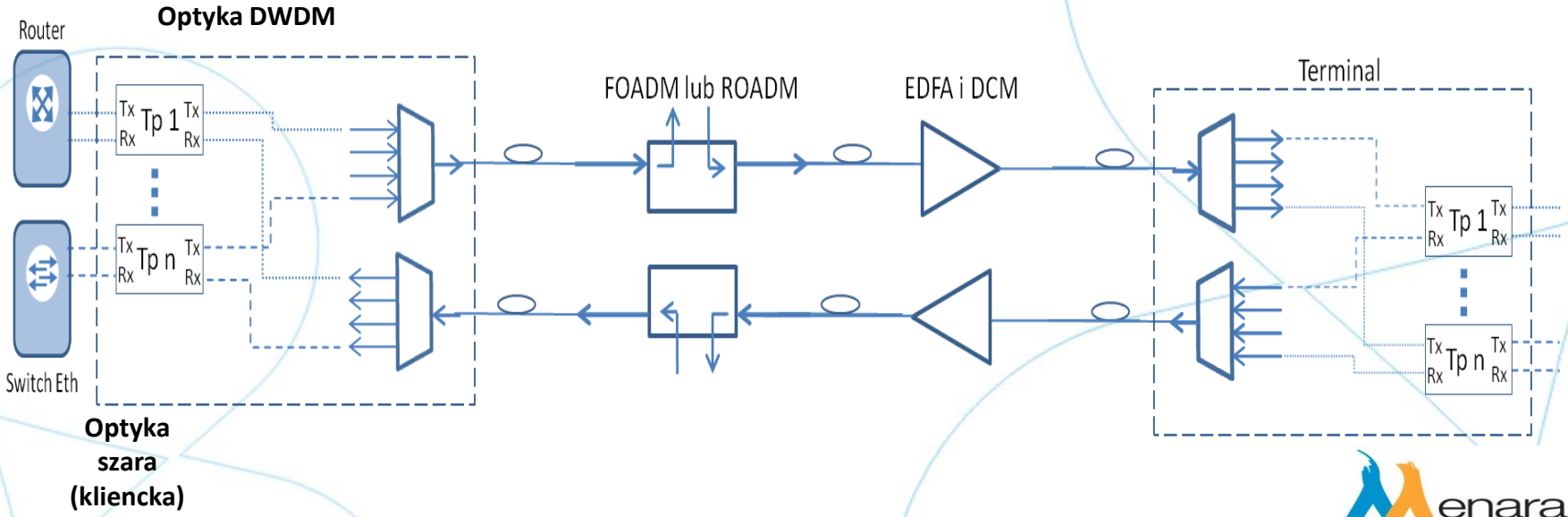
- Dzięki kodowaniu FEC, jakość sygnału na wyjściu z sieci jest klasy operatorskiej (Post-BER=10^{-15}), nawet jeśli Pre-FEC jest bardzo wysoki
- Dla sygnału 10G, zysk kodowania sięga ponad 9 dB w łączach limitowanych OSNR



enara NETWORKS
...Networks made simple

Dominujący paradygmat budowy sieci szkieletowych

- Osobna warstwa przełączająca L2/L3 i osobna warstwa transportowa L1/L1.5
- De facto 2 oddzielne sieci pod kontrolą dwóch systemów NMS
- Warstwa DWDM/OTN oparta na zastosowaniu transponderów
  - To oznacza dodatkowe koszty CAPEX i OPEX

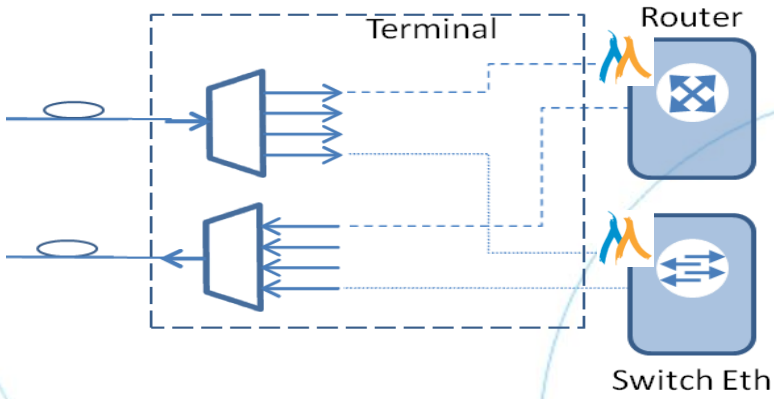


enara NETWORKS
...Networks made simple

The New Hope – nowe podejście do sieci DWDM, czyli IPoDWDM

- Podejście integrujące niezależne do tej pory sieci – transportową i L2/L3
- Osiągane jest to poprzez integrację przynajmniej części funkcjonalności OTN w portach routerów i przełączników plus przez stosowanie pasywnej optyki DWDM
- Koncepcja obecna na rynku od pewnego czasu (z wdrożeniami w Polsce) – przy czym do tej pory dostępne były tylko rozwiązania zamknięte i dedykowane
- **Quasi-transpondery OTN firmy Menara Networks oferują alternatywne, otwarte rozwiązanie IPoDWDM**

Optyka DWDM



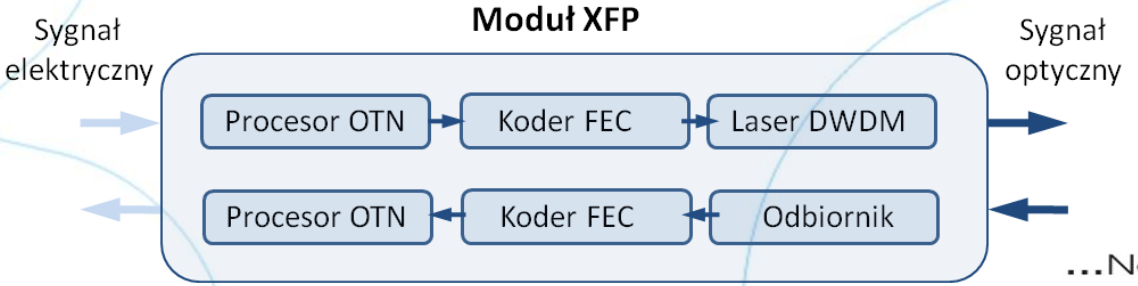
Menara NETWORKS ...Networks made simple

FIBRAIN® Fiber Optic Solutions ELMAT DOSTAWCA TELEINFORMATYKI

Quasi-transpondery OTN firmy Menara Networks

Menara Networks jako jedyny na świecie producent oferuje:

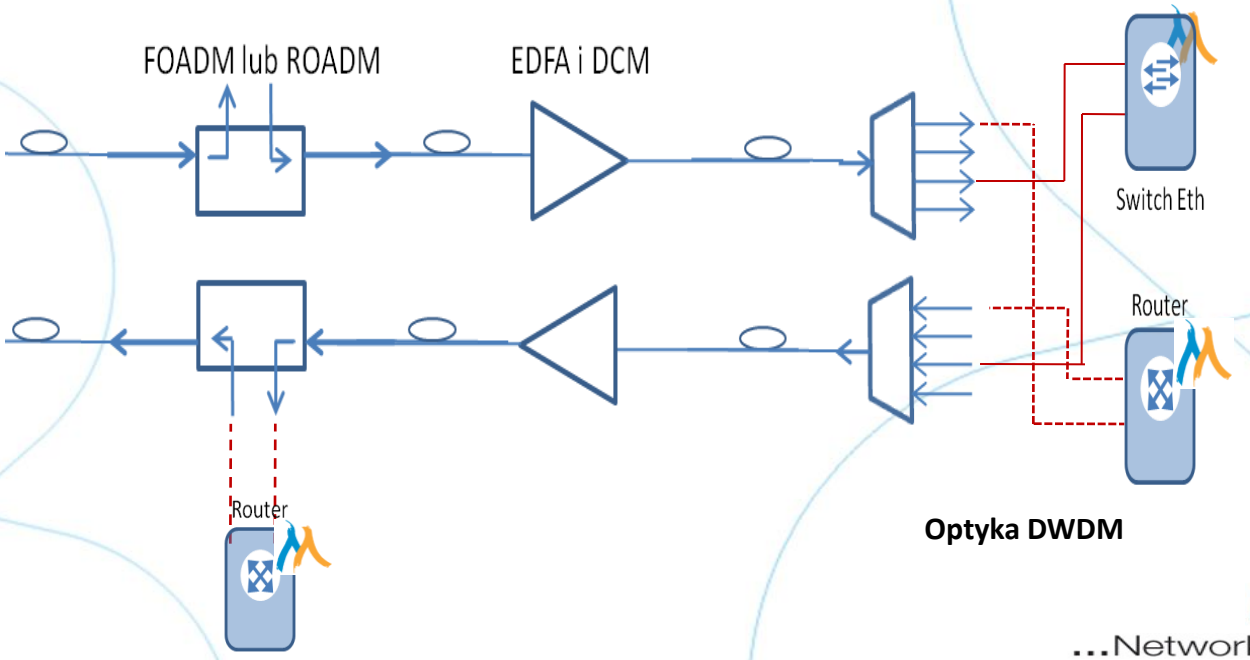
- Niestrojone i strojone w całym oknie C moduły 10G OTN XFP ze zintegrowanym koderem FEC i G.709, z odbiornikami PIN i APD
- Moduły 10G XENPAK, ze zintegrowanym koderem FEC i G.709
- Są w pełni kompatybilne z formatem XFP i XENPAK
- Współpracują z każdym urządzeniem(SDH, Eth, IP z portami XFP
- Niestrojone lub strojone lasery DWDM (siatka 50 GHz)
- **Zintegrowany koder FEC, kompatybilny z G.709 oraz EFEC**
- Zintegrowany generator PRBS i pętle zwrotne (kliencka i liniowa)
- Monitorowanie stopy błędu Pre-FEC



Menara NETWORKS ...Networks made simple

Przykład aplikacji quasi-transponderów OTN

•Czysta sieć IPoDWDM: tylko kanały DWDM pochodzące bezpośrednio z urządzeń IP lub Ethernet. W połączeniu ze specjalizowaną pasywną optyką DWDM (multipleksery i moduły DCM) i wzmacniaczami EDFA jest to najbardziej efektywna kosztowo metoda budowy sieci DWDM.



Optyka DWDM

enara NETWORKS
...Networks made simple

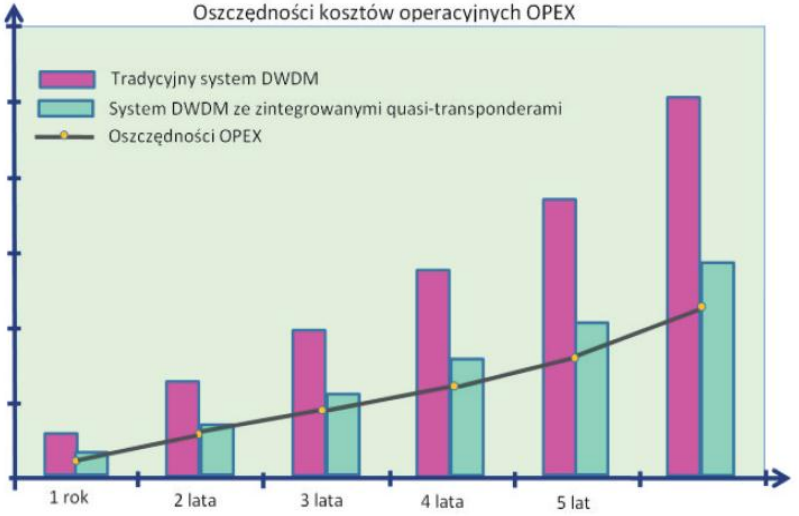
Redukcja kosztów operacyjnych OPEX dzięki zastosowaniu quasi-transponderów OTN

Oszczędności CAPEXu są oczywiste

- Ok., dla porządku – koszt transponderów, modułów szarych i DWDM, półek (subracki, chassis), okablowania

Porozmawiajmy o OPEXie

- Redukcja zużycia energii elektrycznej do 70% - zarówno przez urządzenia aktywne, jak i systemy chłodzące (znacznie zmniejszone wydzielanie ciepła)
- Redukcja możliwych punktów awarii i związane z tym niższe koszty robocizny
- Ułatwione odnajdywanie przyczyny usterek dzięki uproszczeniu systemu
- Zmniejszone stany magazynowe i ułatwione zarządzanie
- Redukcja ilości okablowania i ułatwione zarządzanie
- Redukcja wymaganej powierzchni serwerowej
- Krótszy czas udostępnienia usługi



...Networks made simple