



In Band měření OSNR signálu DWDM (CD?, PMD?)

...umění optické komunikace
...umění optické komunikace

Jan Brouček,
Praha, WDM Systems Summit 7.dubna 2011

www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.




InBand měření OSNR signálu DWDM

témata



- A** InBand měření OSNR

- B** Měření CD, PMD

- C** Měření tvaru signálu, oka rozhodnutí, konstelačního diagramu

- D** Závěr

2

www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.





InBand MĚŘENÍ OSNR

...umění optické komunikace
...umění optické komunikace

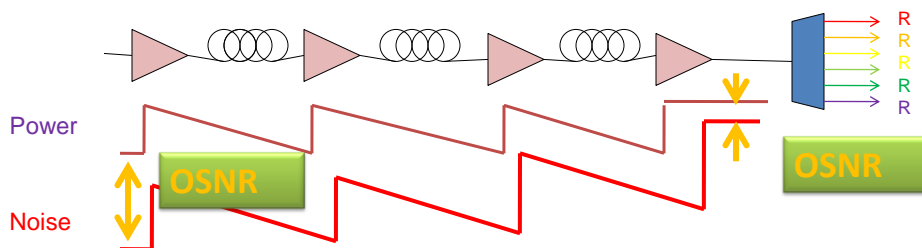


www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.

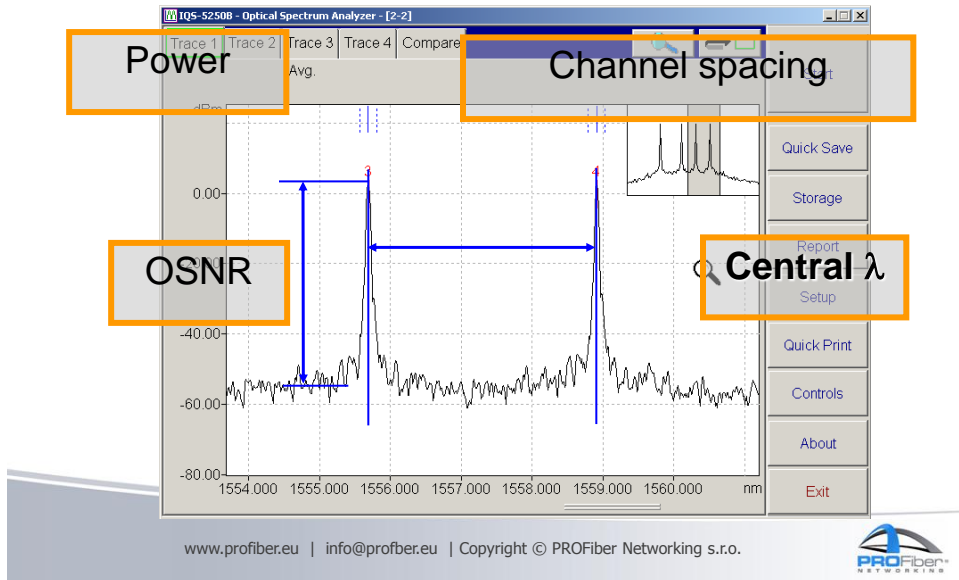
Přenosy DWDM

Některé defekty trasy se projeví zhoršením OSNR

OSA je proto hlavní nástroj pro diagnostiku/lokalizaci, zda porucha je na aktivních prvcích (TX, EDFA,RX), nebo na pasivních prvcích (optické muxy/demuxy,add/drop porty), nebo na kabelové trase.

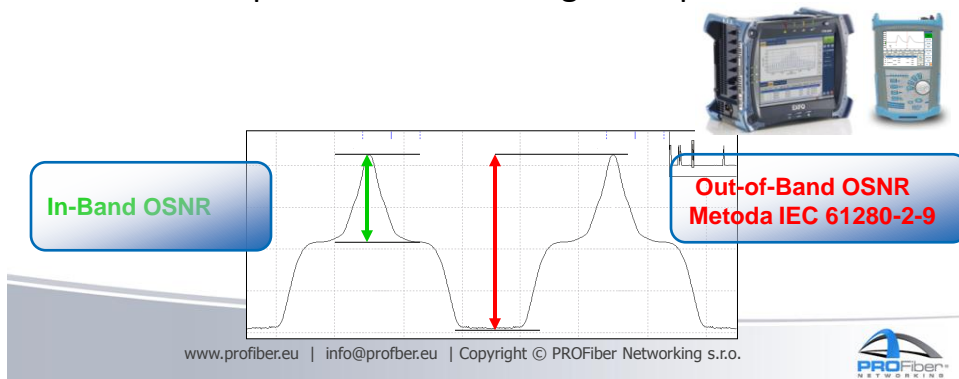


Out-of-Band OSNR měření (metoda IEC)



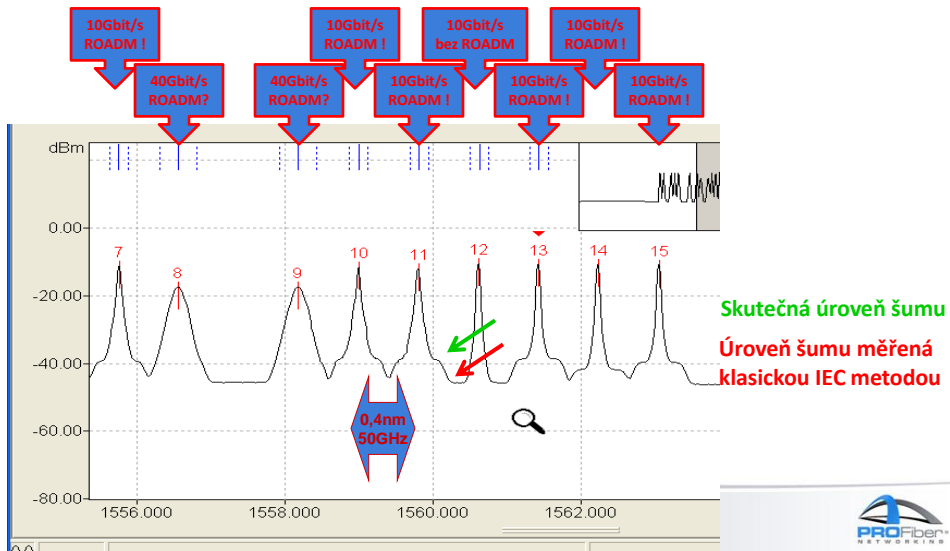
OSA hlavní servisní a diagnostický nástroj DWDM

- Aktivace WDM, nasazení na trasu.
- Diagnostika a kvalifikace součástek, bloků a dílů WDM řetězce.
- Servisní a poruchová měření signálu a přenosu WDM

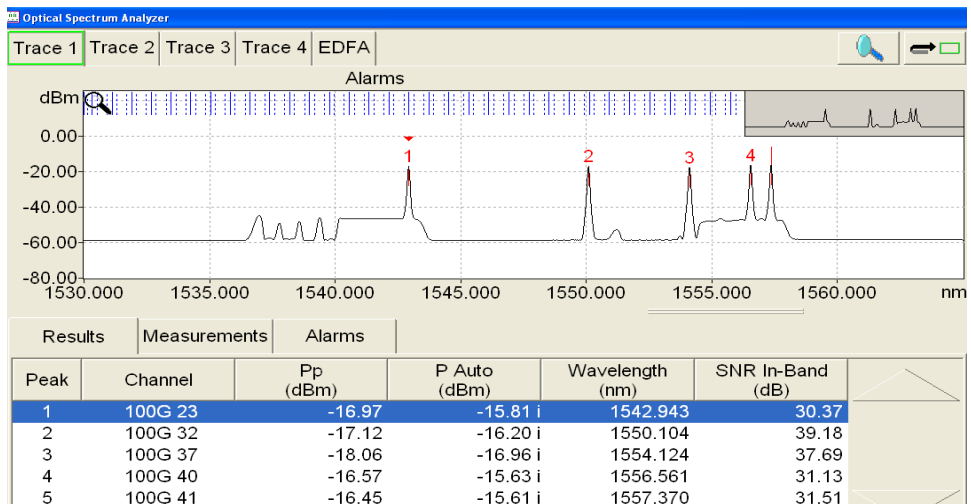


Kdy musíme měřit InBand OSNR ?

Příklad 1: přenos přes ROADM

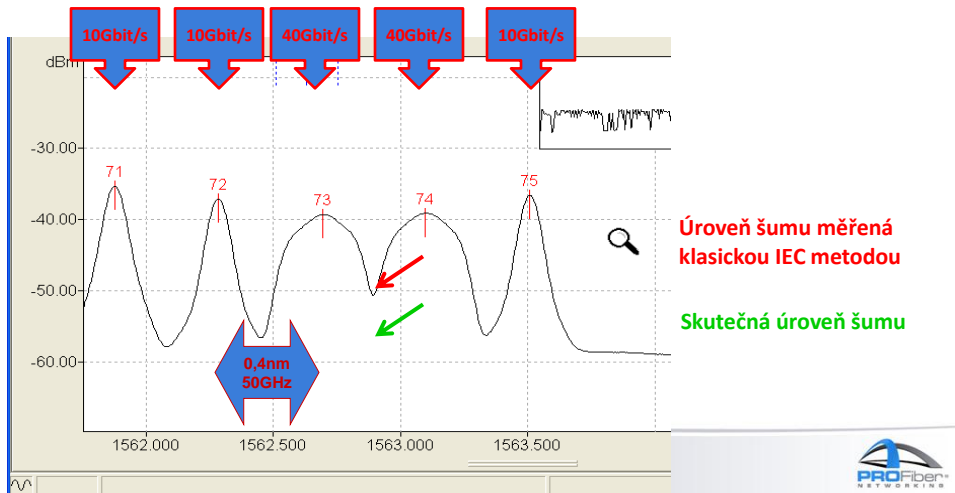


OSA – měření DWDM signálu za ROADM



Kdy musíme měřit InBand OSNR ?

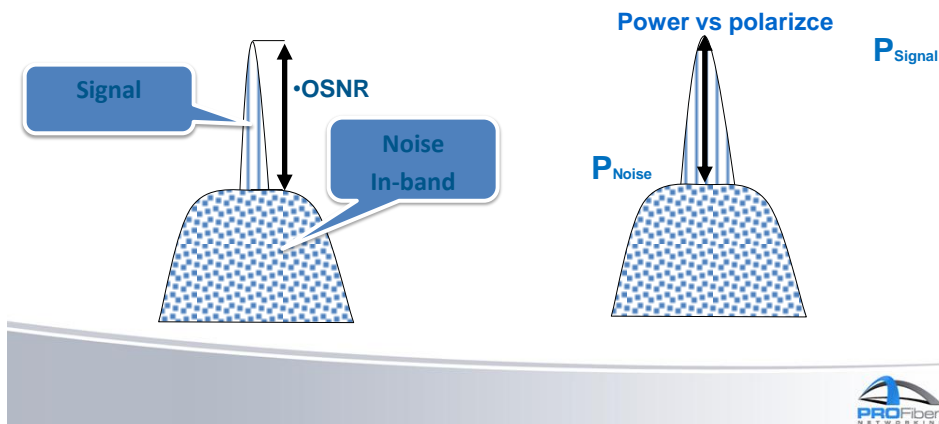
Příklad 2: rastr 50 GHz (0,4 nm) přenos 40 Gbit/s nebo více



ROADM – jak odlišit šum a signál v kanálu?

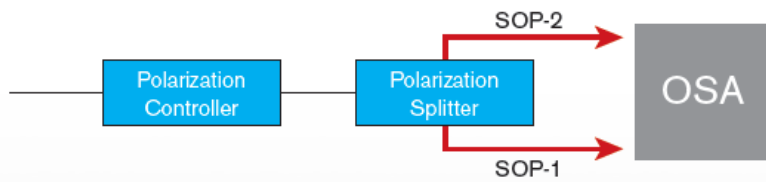
Úvaha:

šum není polarizován (vzniká ze spontánní emise) zatímco signál je polarizován (zdroj DFB laser v TX)



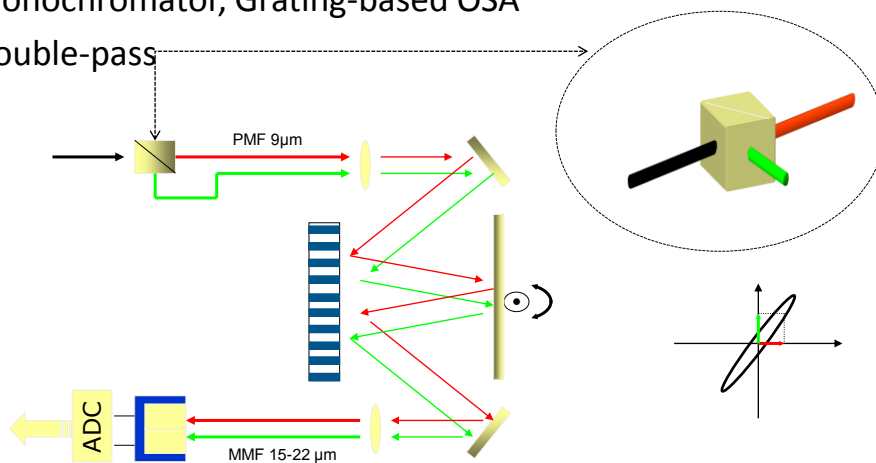
ROADM – jak odlišit šum a signál v kanálu?

- EXFO OSA obsahuje polarizační kontroler a polarizační splitter
- Polarizační kontroler otáčí polarizací na vstupu
- Polarizační splitter rozdělí 2 polarizace do 2 ramen (SOP-State of Polarization = Polarizační stav)



EXFO OSA Design

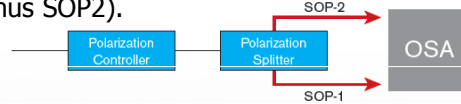
- Monochromator, Grating-based OSA
- Double-pass



EXFO OSA Design

EXFO Design:

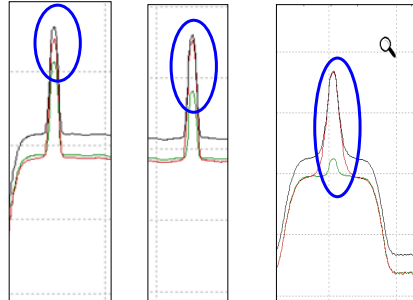
automatické otáčení polarizace polarizačním kontrolerem stačí pokud vyvolá alespoň 3 dB rozdíl mezi maximem výkonu jedné a druhé polarizační větve (SOP1 minus SOP2).



Vpravo -

každý ze tří obrázků ukazuje

- Náměr pro jednu polarizaci **SOP1**
- Náměr pro druhou polarizaci **SOP2**
- Součet obou náměrů _____

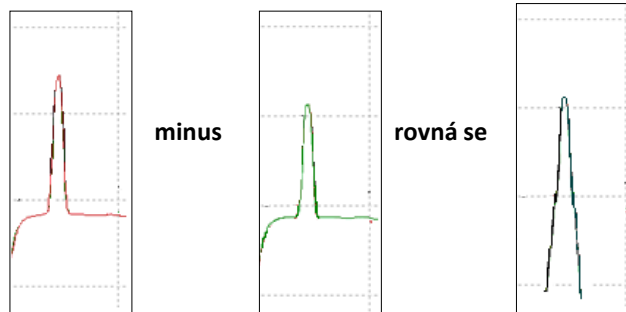


PROFiber
NETWORKS

EXFO OSA Design

1.krok: odečteme **SOP1-SOP2**

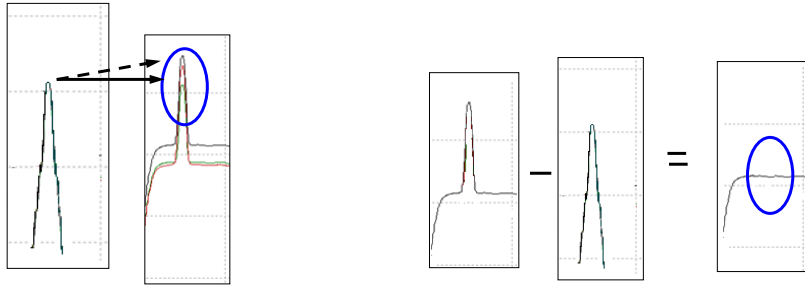
Náměr bez šumu
(šum se odečte,
vyruší)



PROFiber
NETWORKS

EXFO OSA Design

2. krok: zesílit náměr bez šumu a proporcionálně jej dorovnat aby měl stejnou úroveň jako původní integrální peak (SOP1+SOP2).
- 3.krok: od původní integrálního peaku (SOP1+SOP2) odečíst náměr bez šumu

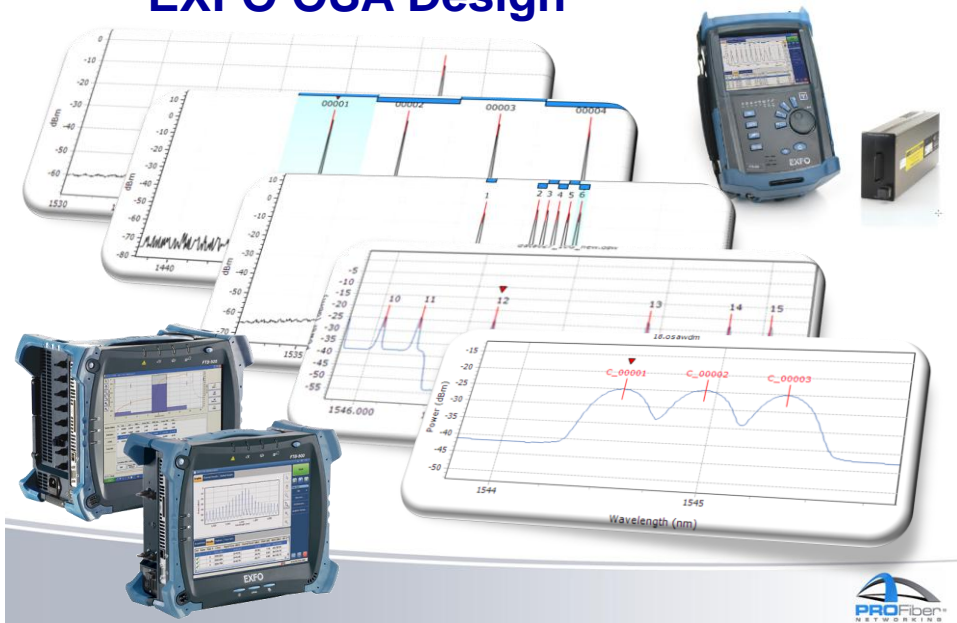


Výsledek: šum v místě kanálu

=> výpočet OSNR



EXFO OSA Design



In Band měření OSNR

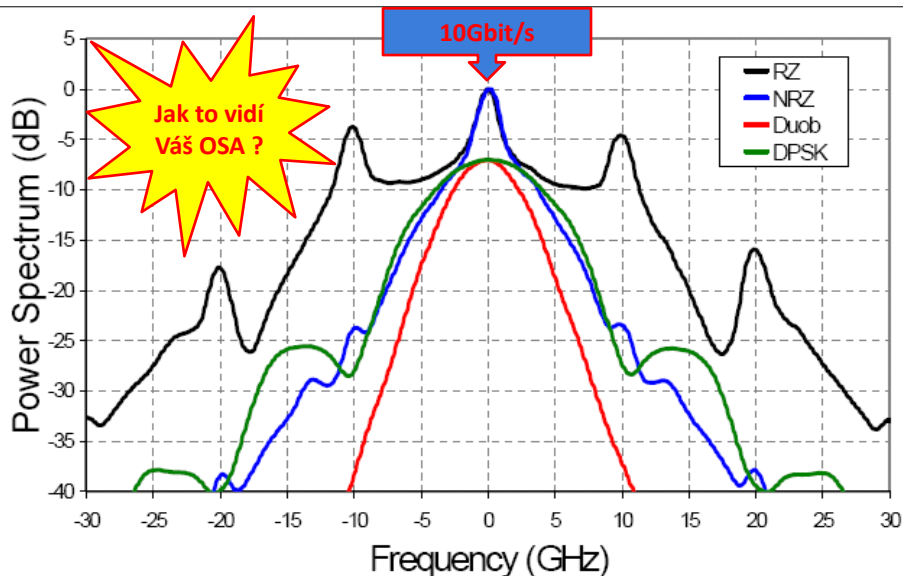
- Co potřebuji měřit?
 - Rastr **100-50-25**? GHz
 - Signály **10-40-100-400-...**? Gbit/s
 - In Band OSNR **18-20-22-25-30-35**? dB
 - Modulace **NRZ-RZ-ODB-QPSK-DQPSK-16QAM-....**?
 - Počet **ROADM 4-8-16-32-...** skoků ?
- Jaké parametry má mít můj OSA?

AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ

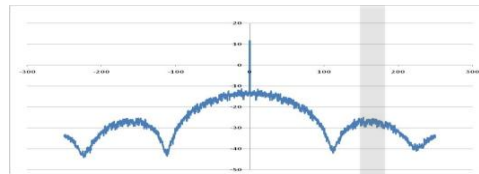
www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.



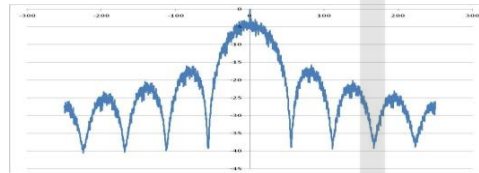
Vliv modulace na náměr spektra



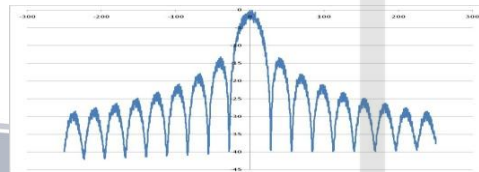
Vliv modulace na náměr spektra



112 Gbit/s NRZ-OOK



112 Gbit/s NRZ-QPSK



112 Gbit/s NRZ-DP-QPSK



In Band měření OSNR

Jaké parametry má mít můj OSA?

- RBW – Resolution Bandwidth (šířka filtru)
- ORR – Optical Rejection Ratio (strmost filtru)
- Dynamický rozsah měření (jaké úrovně měří?)
- Dynamický rozsah měření OSNR (In Band OSNR)

S jakou přesností měří ?

Jak je citlivý na podmínky provozu?

- Mech odolnost, teplota,
- **depolarizace signálu vlivem PMD!**

In Band měření OSNR

S jakou přesností měří ? vs Jak rychle měří ?

Jak si poradí s „nestandardním“ signálem
(např v DWDM rastru vyhodnotit OSNR klasickou Out-of-Band/IEC metodou a některé kanály In-Band metodou)

Máte pochybnosti ?

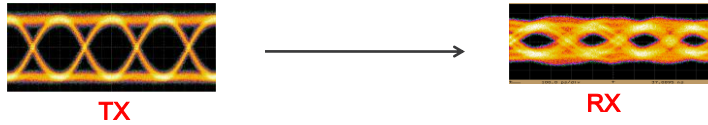
- OSA si nechte předvést, otestujte si ho
- OSA zkušební jízda zdarma

Hodně štěstí a trpělivosti !

InBand MĚŘENÍ DISPERZE CD a PMD ?

...umění optické komunikace
...umění optické komunikace
...umění optické komunikace

Disperze CD a PMD



V jednovlákenných vláknech dva disperzní jevy:

- chromatická disperze **CD (Chromatic Dispersion)**
- polarizační vidová disperze **PMD (Polarization Mode Dispersion)**

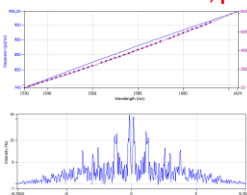
Důsledek:

- **Chybivost** omezuje digitální přenosy (přenosovou rychlost $\approx 1\text{Gbit/s}$ nebo vzdálenost $\approx 100\text{ km}$)
- **Nelineární zkreslení** omezuje přenosy s analogovou modulací (např. 860MHz na 150 km)

CD a PMD měřicí metody

PMD měřicí rozsah 0 až 115 ps, přesnost $\pm 0,02\text{ps}$

CD 0 až $\approx 1000\text{ km}$, přesnost $\pm 1\text{ps/nm}$



Kombinace dvou modulů :
CD (Phase Shift),
PMD (GINTY)

- Trasy 1 tisíc km a více
- Přes kaskádu 100 zesilovačů

FTB-5800 FTB-5500B

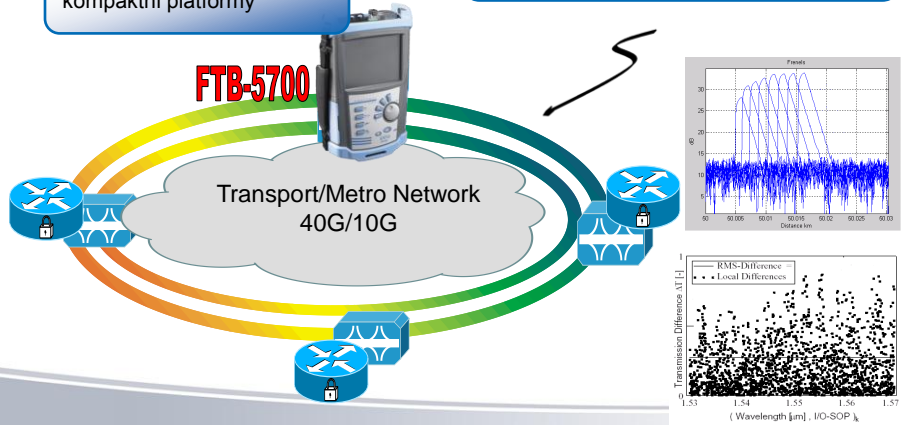


Kompaktní CD a PMD tester

PMD měřicí rozsah 0 až 20 ps, přesnost $\pm 0,2ps$
 CD 0 až 150 km, přesnost $\pm 10ps/nm$

Jeden modul CD a PMD do kompaktní platformy

- Trasa max. 150 km bez zesilovačů
- Ideální nástroj pro mapování sítě
- Měření z jednoho konce



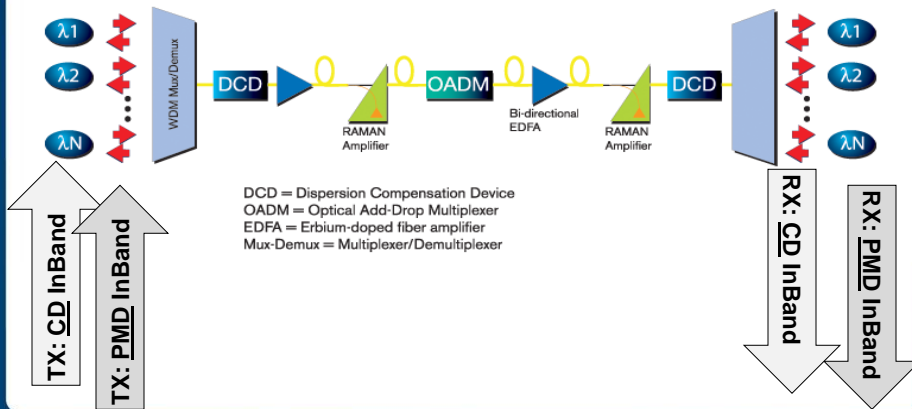
www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.



In Band měření CD a PMD?

Nadlimitní CD nebo PMD v kanálu snižuje dynamický rozsah TX→RX
 (= zvyšuje požadavek na OSNR bezchybného přenosu)

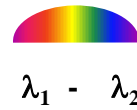
Měřit InBand CD a PMD (nejlépe za provozu na volných kanálech).



© 2010 EXFO Inc. All rights reserved. 26

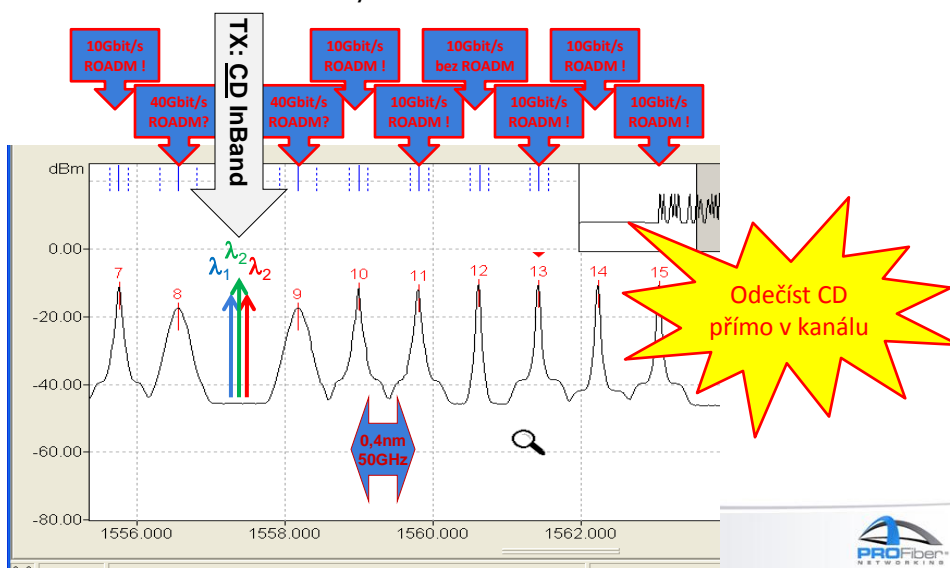
Chromatická disperze (CD)

různé spektrální složky signálu se šíří vláknem rozdílnou rychlostí



Jak můžeme měřit InBand CD ?

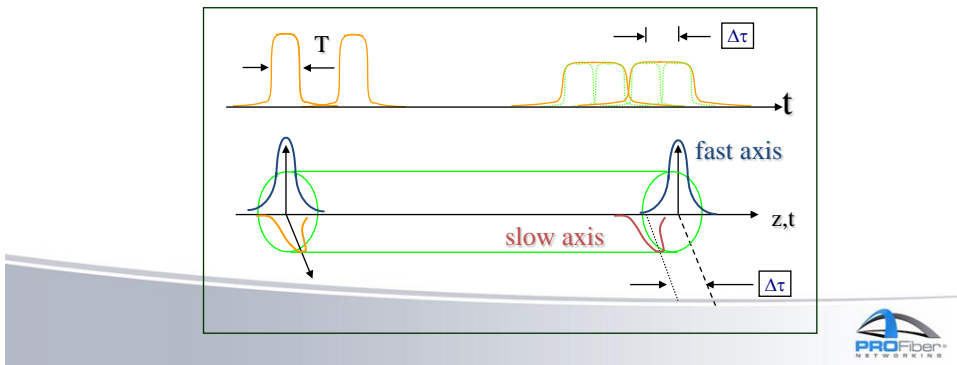
TX CD: několik λ naladěných v kanálu



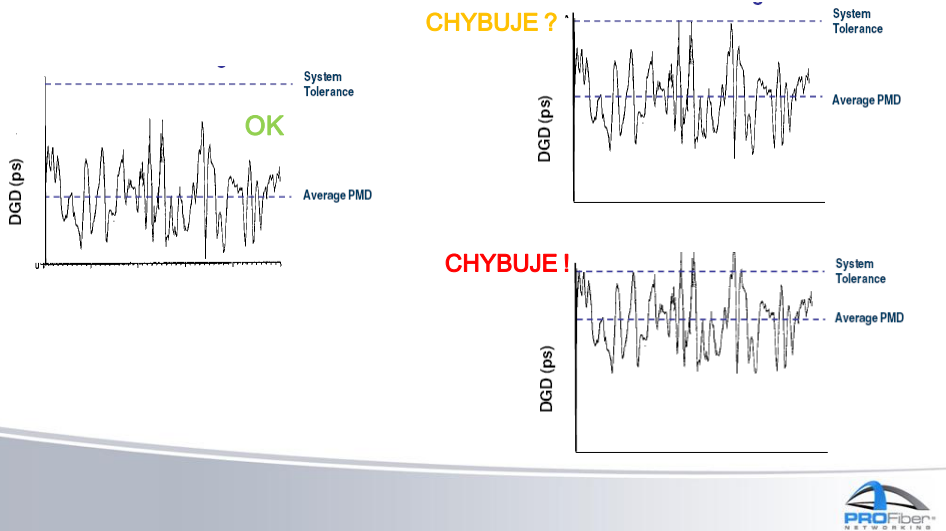
PMD a dvojlom ve vlákně

2 základní stavy polarizace (PSP) = 2 složky šířící se různou rychlostí dorazí na stranu RX v rozdílném čase.

vzájemné zpoždění je označováno jako diferenciální skupinové zpoždění **Differential Group Delay (DGD)**.

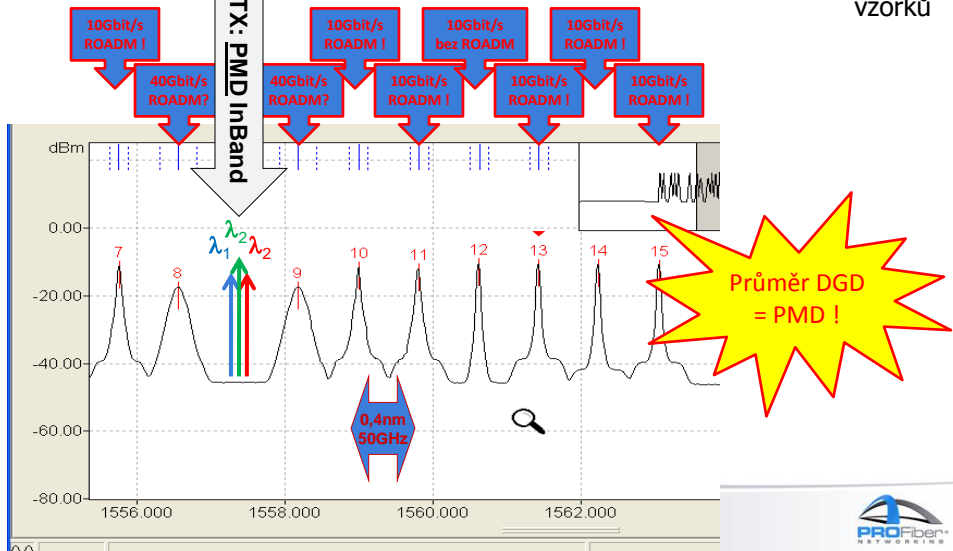


Přenosové systémy versus kabelová trasa DGD versus PMD



Jak můžeme měřit InBand PMD ?

TX PMD: změřit DGD přes různé λ naladěné v kanálu, přes různé SOP (State of Polarization = Polarizační stav), průměrovat přes velký počet vzorků



In Band měření CD a PMD

Je to technicky možné?

ANO ! Viz OFC/NFOEC 2011 příspěvek

- **Field Trial of In-Service PMD Measurement Using Idle DWDM Channels in Operational Long Haul Network**
Tiejun J. Xia, Glenn A. Wellbrock, Daniel L. Peterson, David Z. Chen, *Verizon, USA*
Hongxin Chen, Greg W. Schinn, Normand Cyr, *EXFO Inc, CANADA*
X. Steve Yao, Xiaojun Chen, Bo Zhang, *General Photonics Corporation, USA*

Je to cenově dostupné?

... viz EXFO

Vliv OSNR, CD, PMD na tvar signálu ?

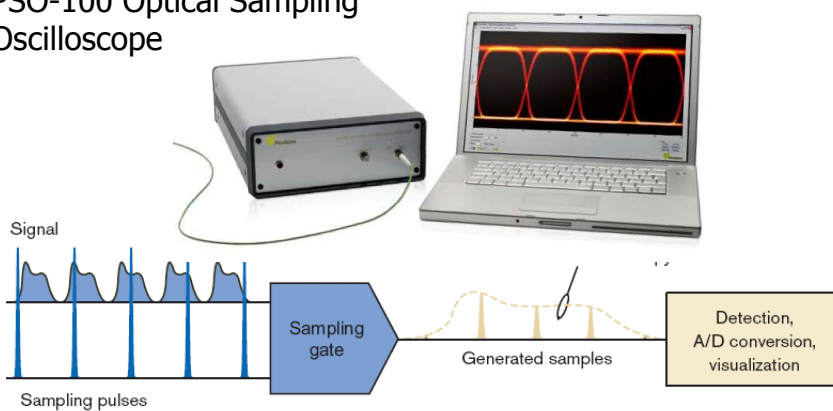
...umění optické komunikace
...umění optické komunikace
...umění optické komunikace

www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.



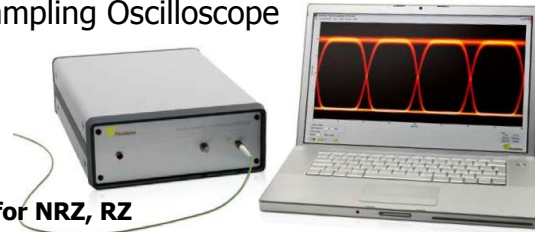
Optické vzorkovací osciloskopy

PSO-100 Optical Sampling Oscilloscope



Optické vzorkovací osciloskopy

EXFO PSO-100 Optical Sampling Oscilloscope



PSO-101: Single channel unit for NRZ, RZ and pulsed laser

PSO-102: 2 channels for DPSK and DQPSK



- **No trigger** needed
- Eye diagram and pattern visualization

> 500 GHz bandwidth

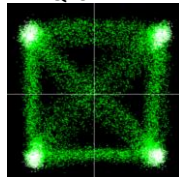
- Ultra-low timing jitter < 50 fs



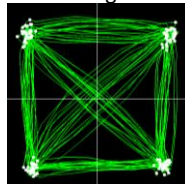
Optické komunikační analyzátoři

EXFO PSO-200 Optical Communication Analyzer

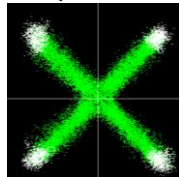
NRZ-QPSK



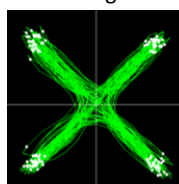
Noise averaged



RZ-QPSK



Noise averaged



Konstelační diagram 40 Gbaud QPSK:

PRBS: 2^9-1

Linewidth: ~200 kHz

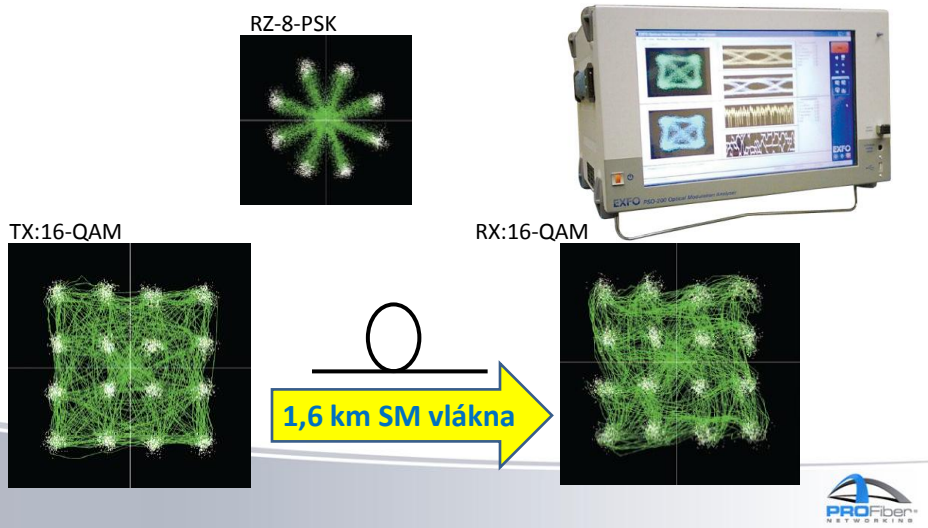
Signal power: ~0 dBm

Center 20% of bit slot
Transition samples



Optické komunikační analyzátoři

EXFO PSO-200 Optical Communication Analyzer



Závěr

- Zkušenosti ?
- Upgrade stávajících OSA ?
- Odborný základ ? Nechte se proškolit
- Máte ROADM ? Máte pochybnosti ?
 - OSA si nechte předvést, otestujte si ho
 - OSA zkušební jízda zdarma
- Hodně štěstí a trpělivosti !

AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ[®]

FO-15 **Optické vlnové multiplexy CWDM/DWDM a jejich měření,**
Praha, Trnava

FO-17 **Optické přístupové sítě WDM-PON, VŠB Ostrava**



Děkujeme za pozornost

Otázky ?

Nápady?

jan.broucek@profiber.cz

Zdroj: vlastní zkušenosti, materiály a dokumentace od

EXFO
EXPERTISE REACHING OUT

www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.

