

...umění optické komunikace

...umění optické komunikace

## **Analýza 40/100G signálů**

**OK 2012**

Peter Potrok, Josef Beran

---

josef.beran@profiber.cz | www.profiber.eu



# Analýza 40G/100G signálů

témata



**A** Klientské rozhraní

---

**B** Linkové rozhraní

---

**C** Testování na straně klientského rozhraní

---

**D** Testování na straně linkového rozhraní

---

**E** Zkušenosti

---

# Testování 40/100G na síti

Client

Core ingress

Core



## Klientské rozhraní

- směrem k zákazníkovi
- orientované na služby
- rozhraní standard. paralelní optiky
- 40 Gbit/s & 100 Gbit/s
- Ethernet, OTN vývoj

## Linkové rozhraní

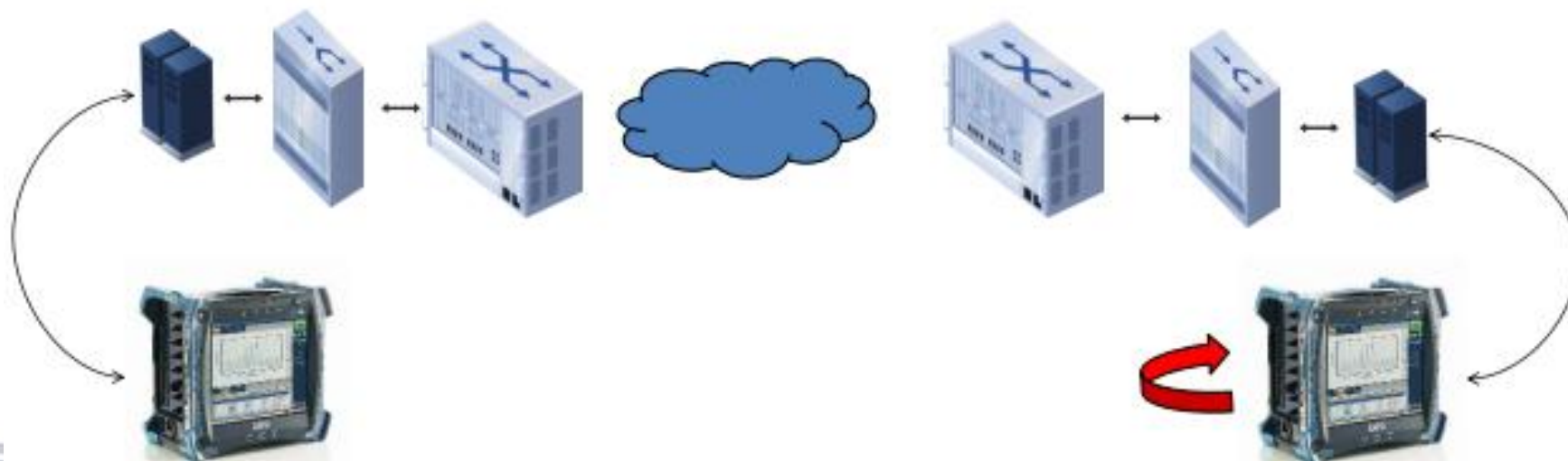
- směrem k hlavní transportní síti
- Transportně orientované
- koherentní sériová optika - hlavně DP-QPSK kódování
- OTN mandatory

# 100G v síti – L2 a L3/L4 testování

## 100G L2 Network Testing



## 100G L3/L4 Network Testing





# Klíčové otázky 40G/100G

## Klientské rozhraní

- Jaká je překlenutelná vzdálenost?
  - do 40 km (ER4 – 100GE SMF CFP)
- Jaký interface hodláte použít?
  - CFP 4x25G (Opnext nebo Finisar )
  - CFP 10x10G (Santur)?
  - nebo obdobně QSFP, CXP
- Jaká modulace je použita?
  - RZ, NRZ, DRZ atd.
- Kde si myslíte, že jsou největší úskalí?
  - Vrstva 1&2 or 3
  - Vyšší vrstvy, jako L4 a vyšší?
- Jaká linková rychlost se bude testovat?
  - 100GigE nebo OTU4 (112G)
  - 40GigE nebo OTU3(43G)
- Jaký multiplex a mapování vás zajímá?
  - ODU2 nebo ODU0 až ODU4
  - EoOTN

## Linkové rozhraní

- Jaká je překlenutelná vzdálenost?
  - přes 1000 km
- Co je skutečně to, co chceme testovat?
  - Optický výkon přenosových zařízení?
  - BER test přenosových zařízení?
- Jaký modulační formát hodláte použít?
  - DP-QPSK
  - 16QAM nebo DP-16QAM
  - Single Carrier, Dual Carrier, Super-Channel
- Jak bude signál detekován na straně RX?
  - Přímá detekce?
  - Koherentní detekce?
- Jakou přenosovou rychlost použijeme?
- Nějaké plány pro 400G nebo 1T?

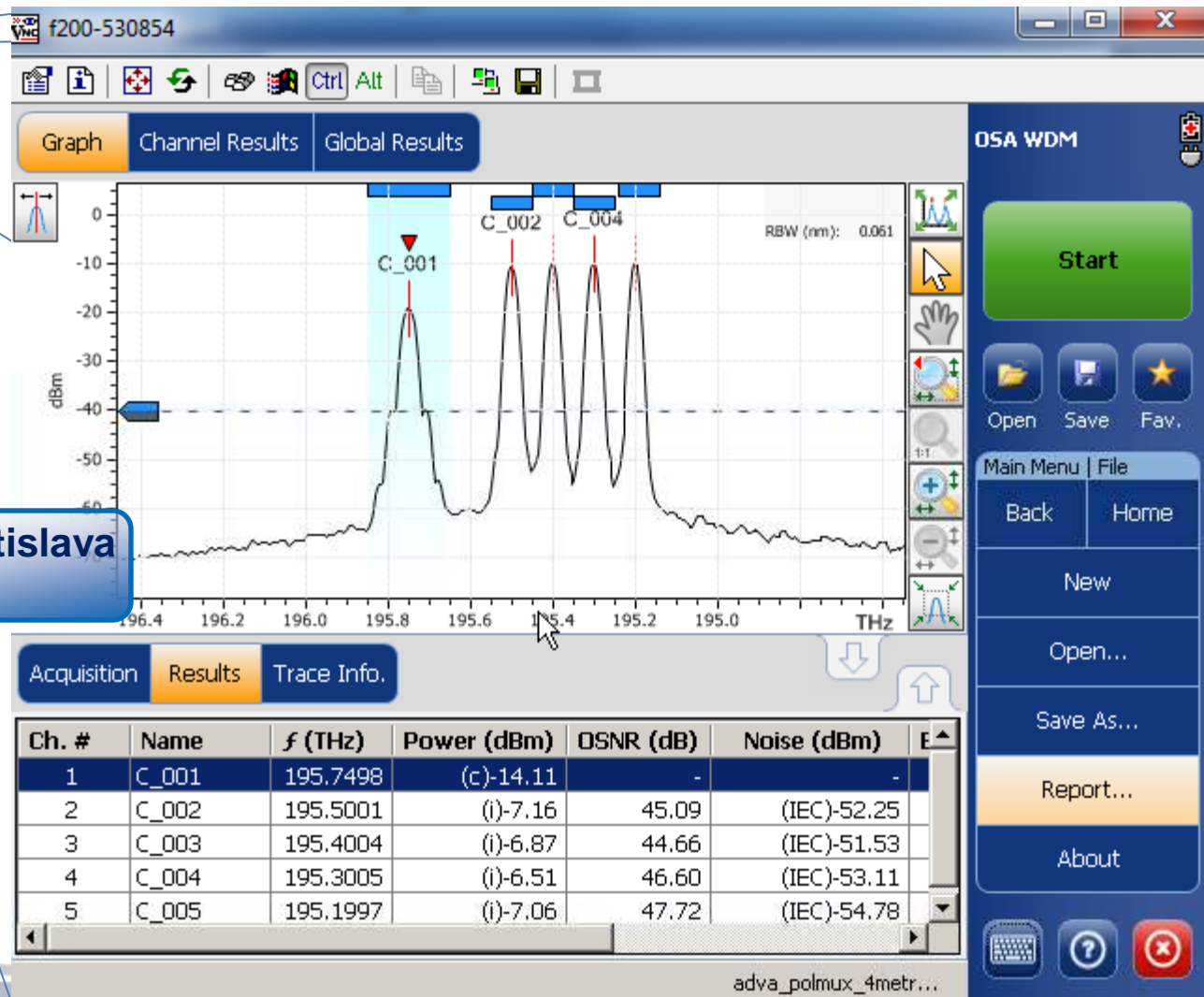
# Analýza optického spektra



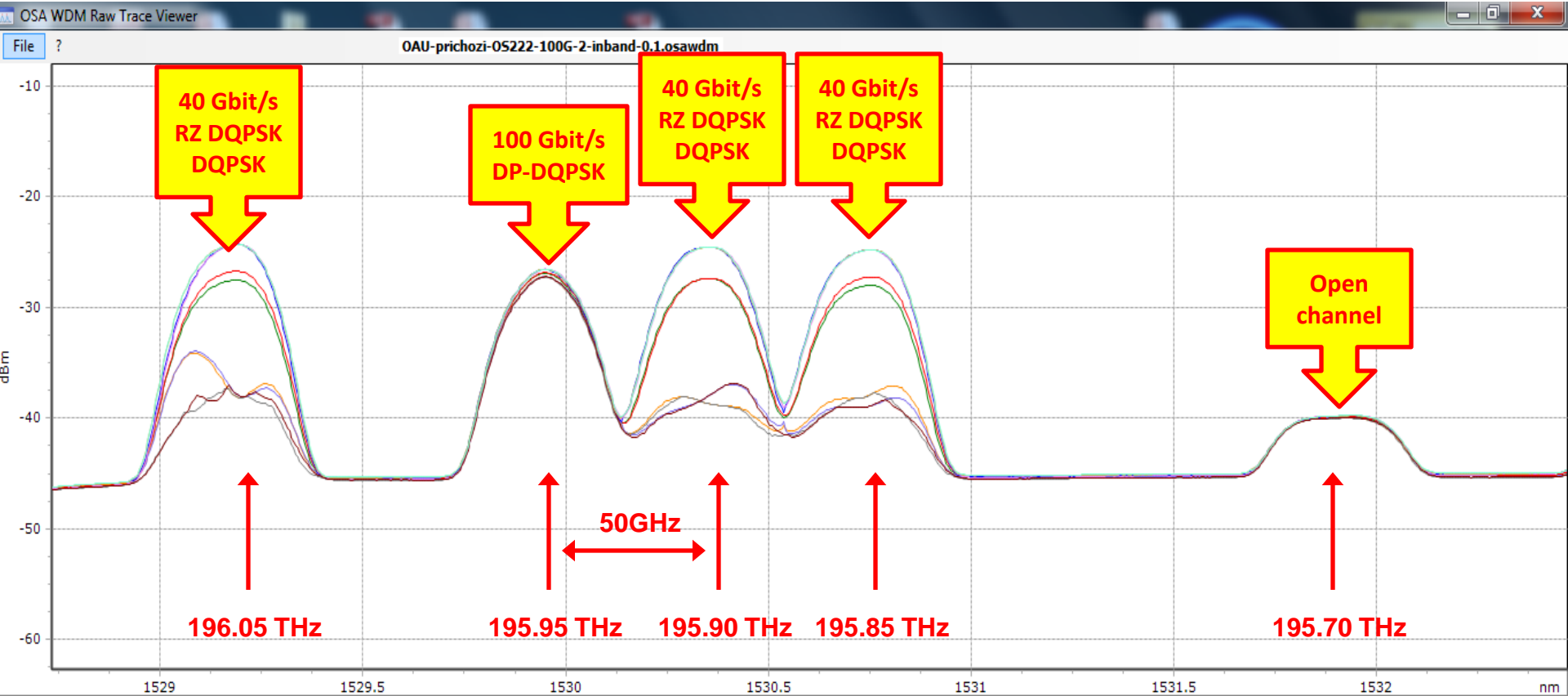
Optický spektrální analyzátor

1x koherentní vln. délka,  
4x metropolitní vln. délka

**WORKSHOP IBM Bratislava**  
**25-26.9.2012**



# SW analýza signálu 100G DP-QPSK



Thz Toggle Relative

Display

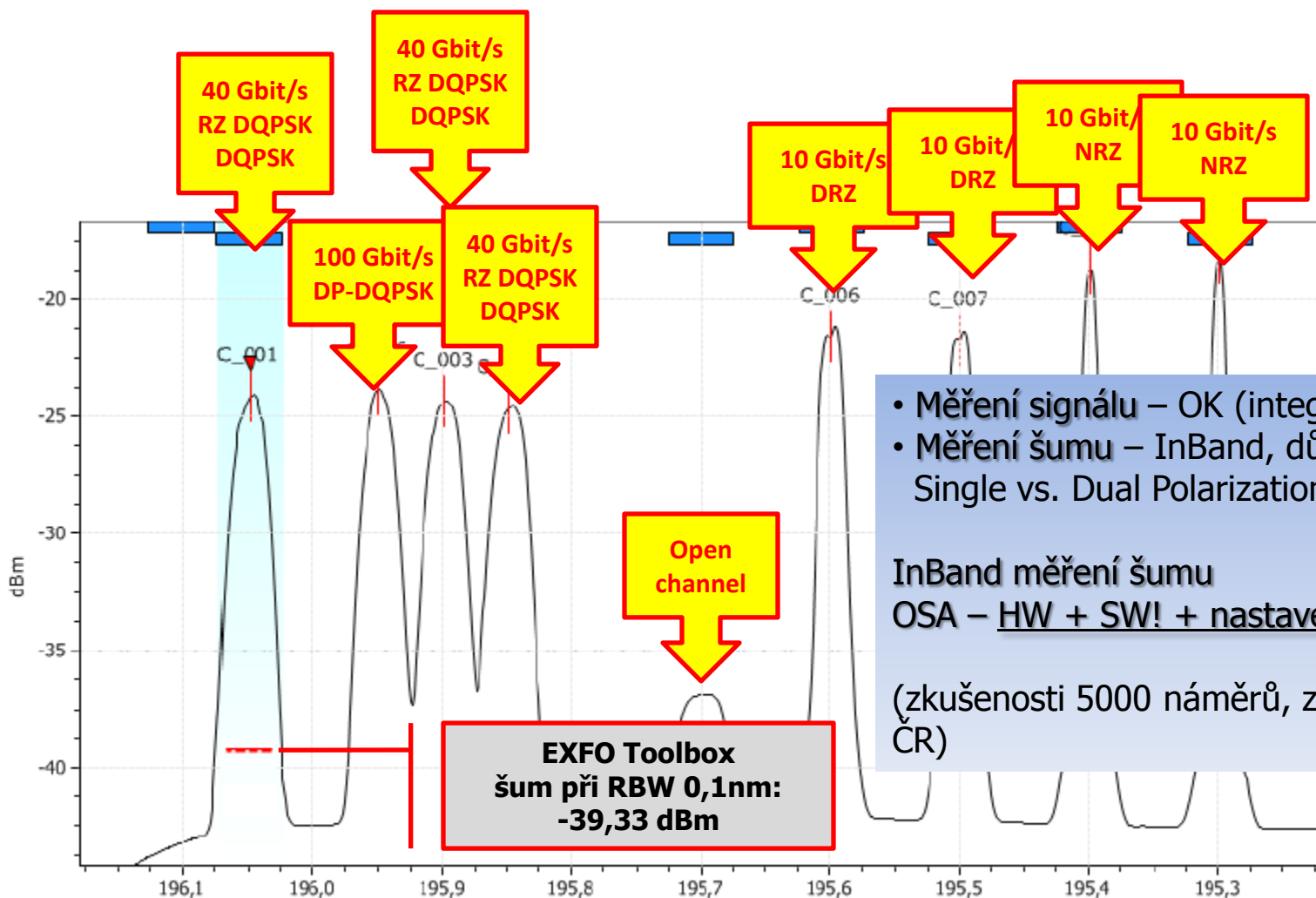
Value A: Value B: AB: Integrated Power AB:

Trace	Marker A	Marker B	Diff AB	Color
<input type="checkbox"/> Input	-	-	-	Black
<input checked="" type="checkbox"/> Polarization Trace A	-	-	-	Green
<input checked="" type="checkbox"/> Polarization Trace B	-	-	-	Red

Trace (Min./Max.)	Marker A	Marker B	Diff AB	Color
<input checked="" type="checkbox"/> Polarization Trace A Min.	-	-	-	Orange
<input checked="" type="checkbox"/> Polarization Trace B Min.	-	-	-	Purple
<input checked="" type="checkbox"/> Polarization Trace A Max.	-	-	-	Blue
<input checked="" type="checkbox"/> Polarization Trace B Max.	-	-	-	Pink

Tyto náměry byly pořízené v rámci testování a implementace 100G do mezinárodní sítě GTS na trase o délce cca. 1500km.

# Náměr signálu 100G DP-QPSK z OSA



- Měření signálu – OK (integrated power)
- Měření šumu – InBand, důvěryhodné?  
Single vs. Dual Polarization

InBand měření šumu  
OSA – HW + SW! + nastavení!

(zkušenosti 5000 náměrů, zkušenosti z ČR)

Tyto náměry byly pořízené v rámci testování a implementace 100G do mezinárodní sítě GTS na trase o délce cca. 1500km.



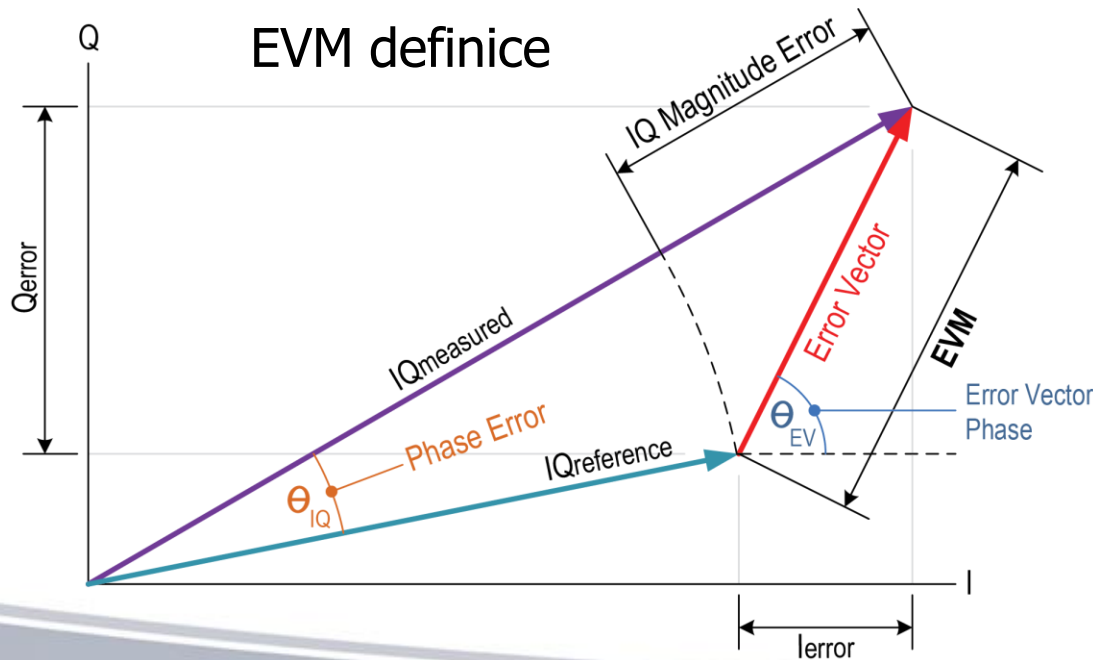
## Testování na straně linkového rozhraní

- Kompletní charakteristika vysokorychlostních fázově modulovaných signálů 40G, 100G, 400G, 1Tbits/s a dále
- Technologie optického koherentního vzorkování
- Konstelační diagramy a oka rozhodnutí
- Podpora modulačních formátů OOK, BPSK, PSK, QPSK, DPSK, DQPSK, APSK, 16-QAM
- Kompatibilní s Dual Polarization přenosy
- Šířka pásma  $\geq 65$  GHz



# Parametr EVM

- › Pokročilé zpracování EVM (Error Vector Magnitude = velikost chybového vektoru)
    - › EVM výpočet za polarizaci
    - › EVM rms
    - › řešení v časové oblasti EVM
- EVM definice



➔ Průměrná EVM (EVM-rms) –  
průměr přes všechny symboly

➔ Řešení EVM v časové oblasti

# Detailní analýza BER

Errors shown on constellation diagrams

Expected pattern graphs showing bits with errors

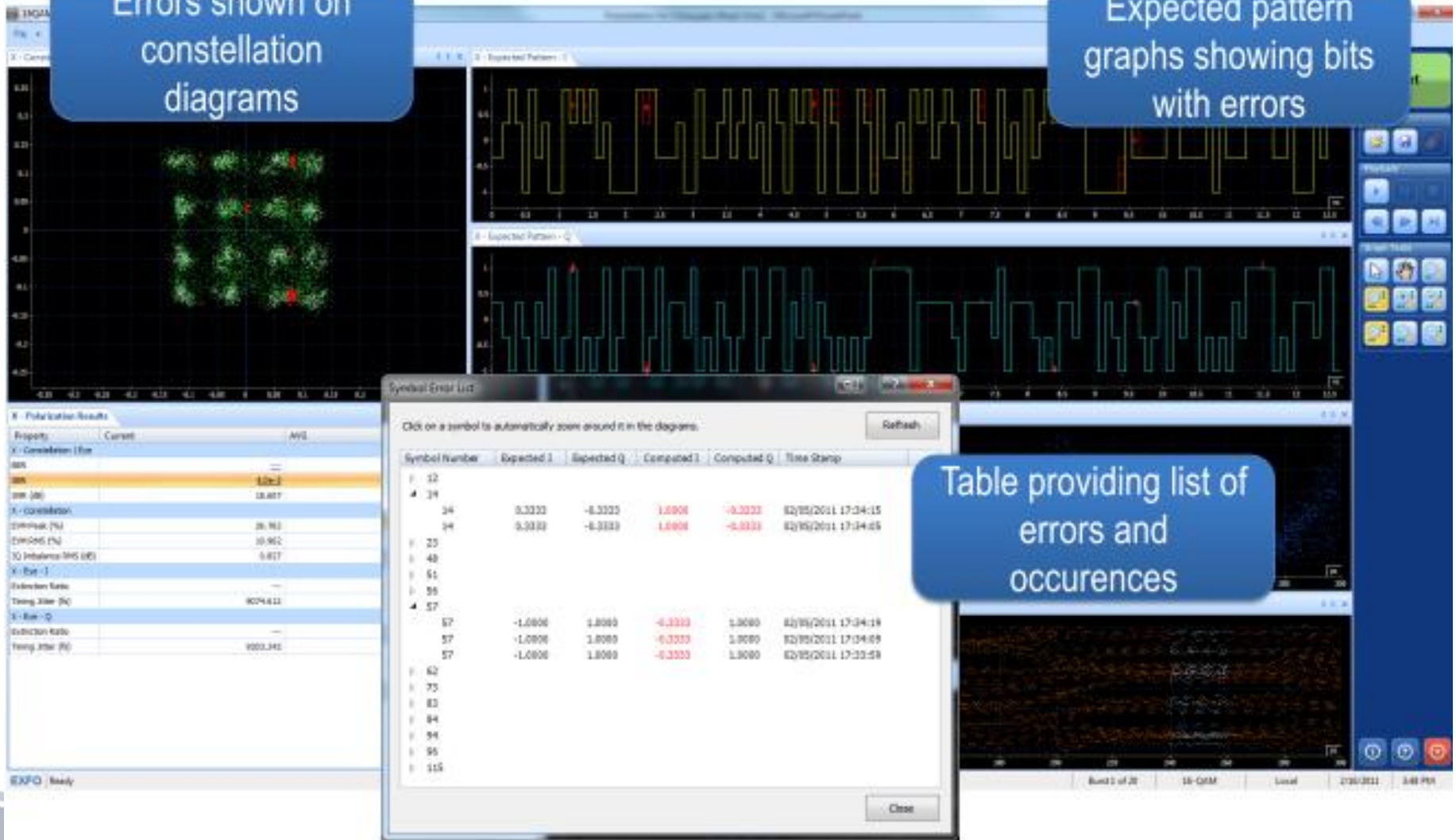
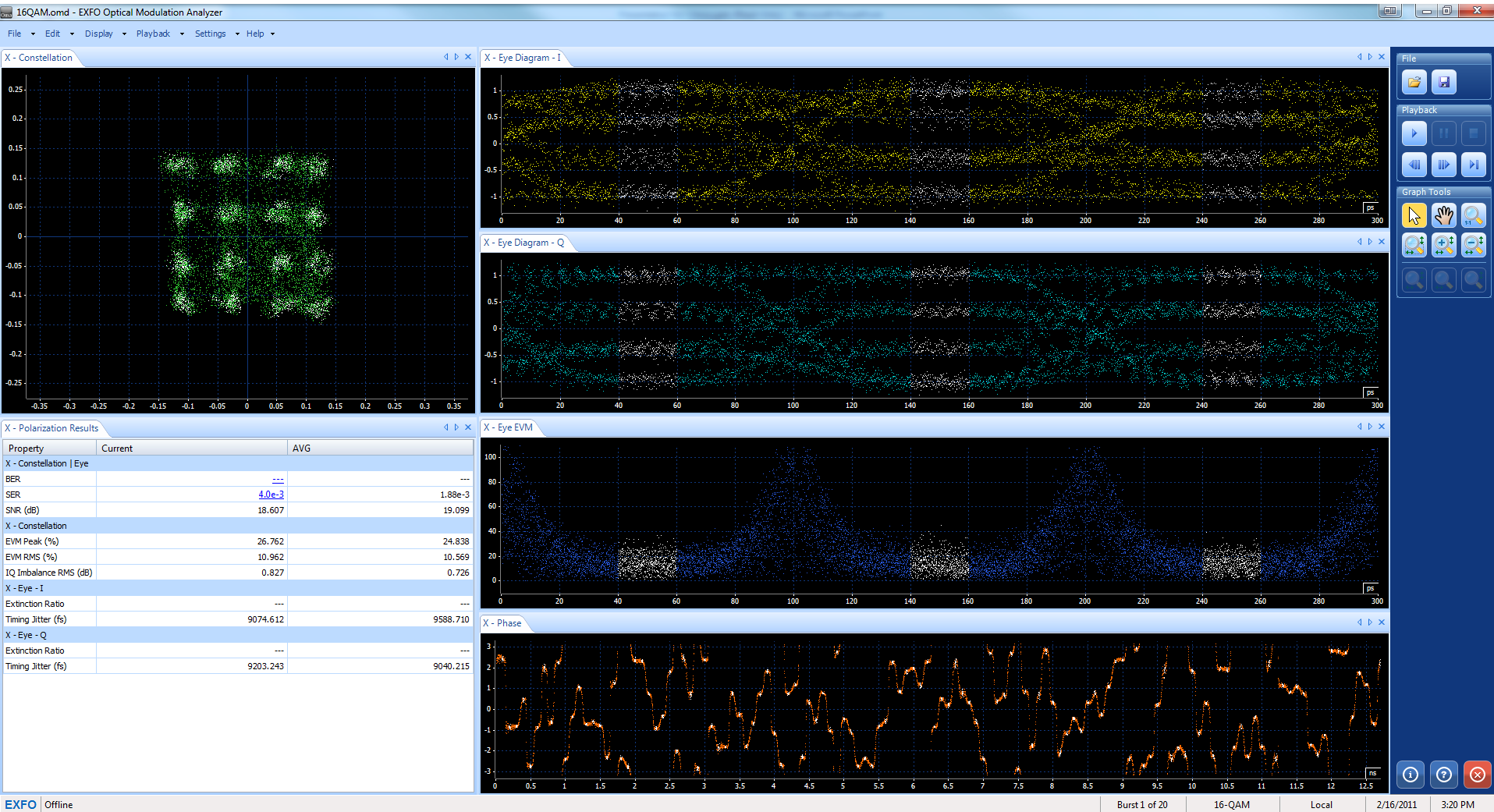


Table providing list of errors and occurrences

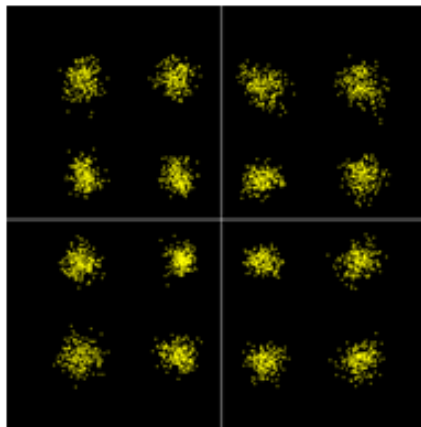
# 16-QAM 56Gb/s signal



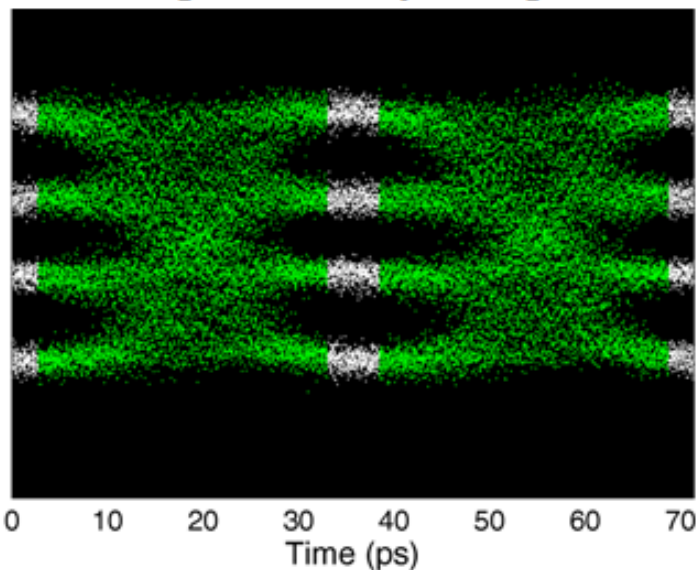
Zdroj: EXFO

# 56GBd 16-QAM signál – časová oblast

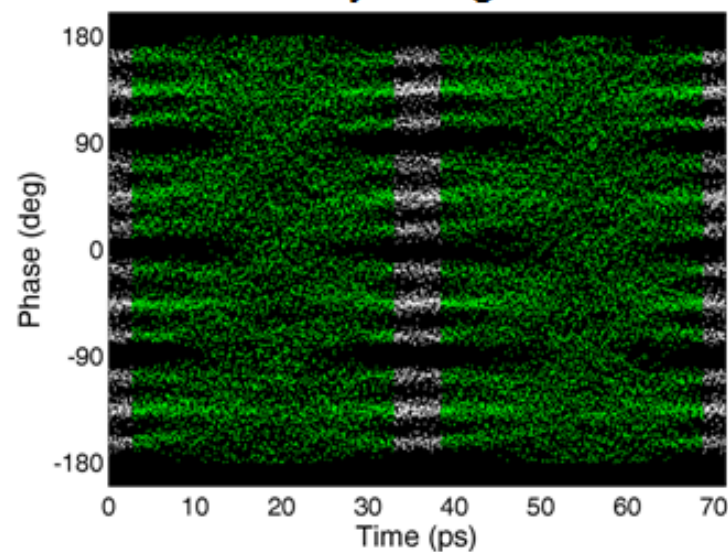
Back-to-back



Magnitude I-Eye diagram



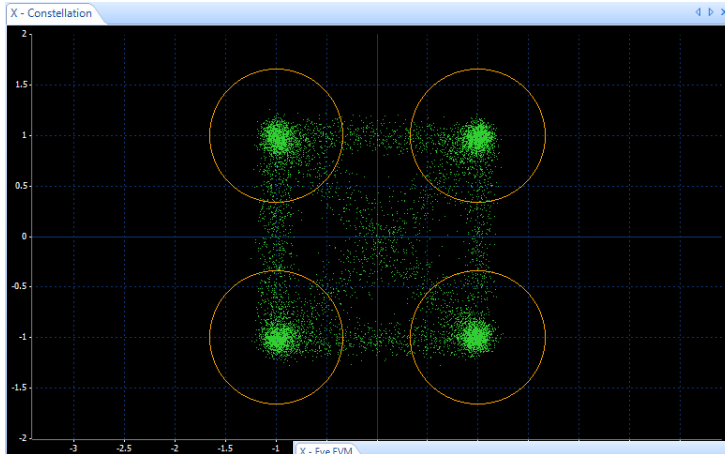
Phase Eye diagram



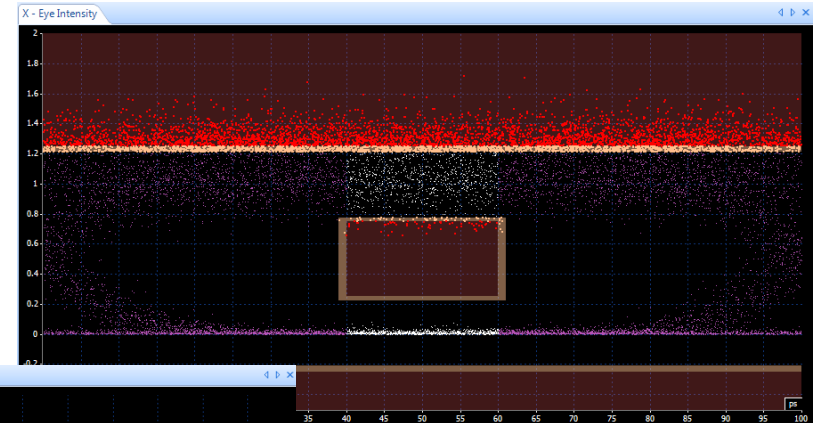


# Masky

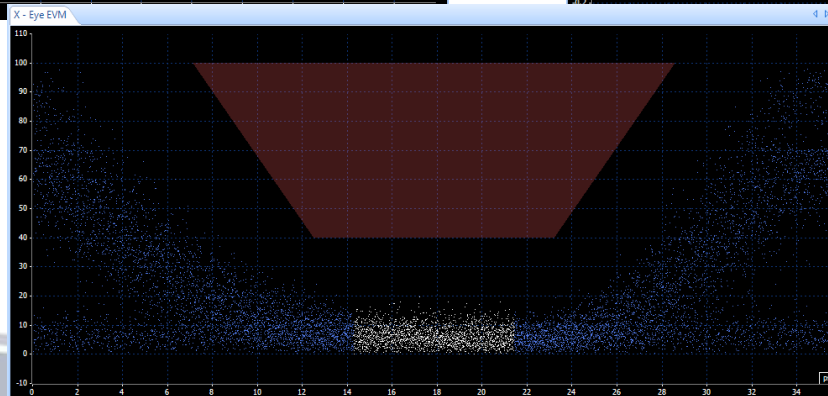
- Perfektní doplněk pro rychlé a efektivní testování shody vysílačů ve výrobě.
- Jsou k dispozici masky Konsteláčního diagramu, oka rozhodnutí a EVM:
  - 1G, 10G, 25G a 40G ITU-T a IEEE OOK masky
  - Všechny masky můžou být editovány uživatelem pro přizpůsobení



Konsteláční diagram



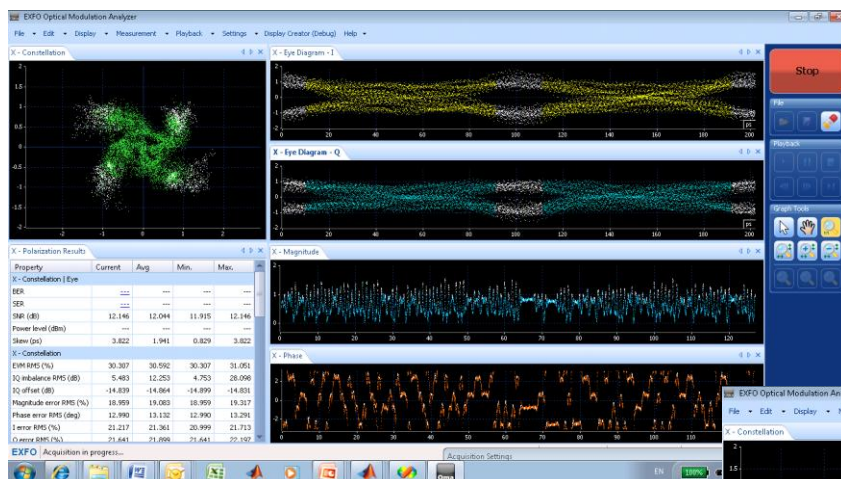
Oko rozhodnutí



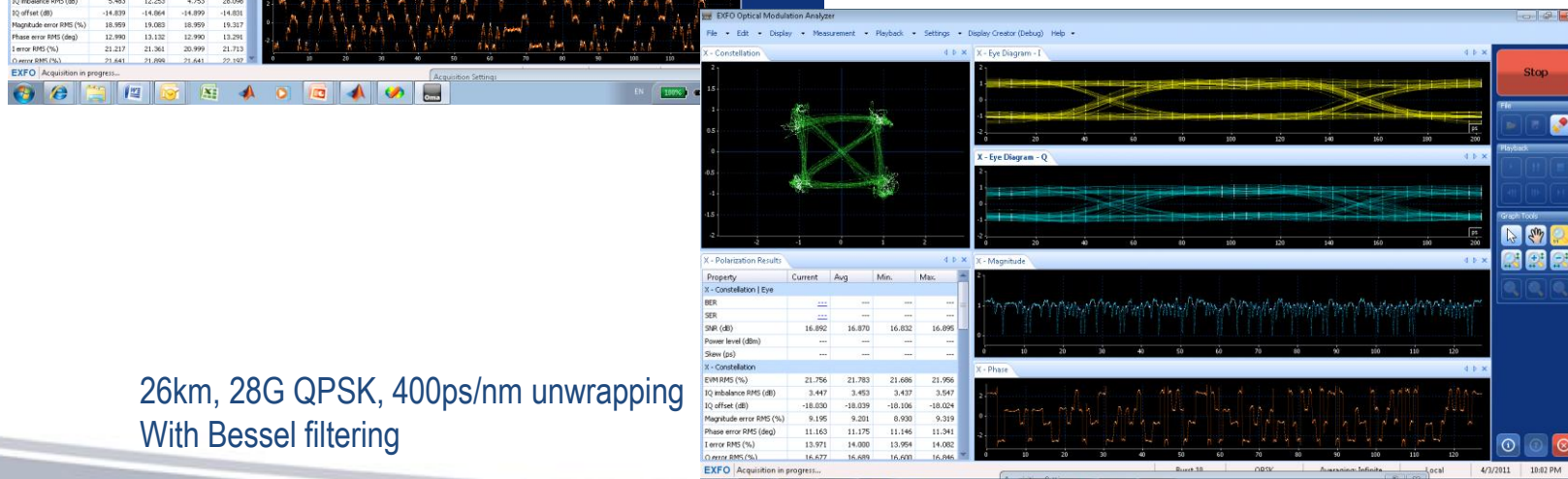
EVM

# Chromatic Dispersion Unwrapping

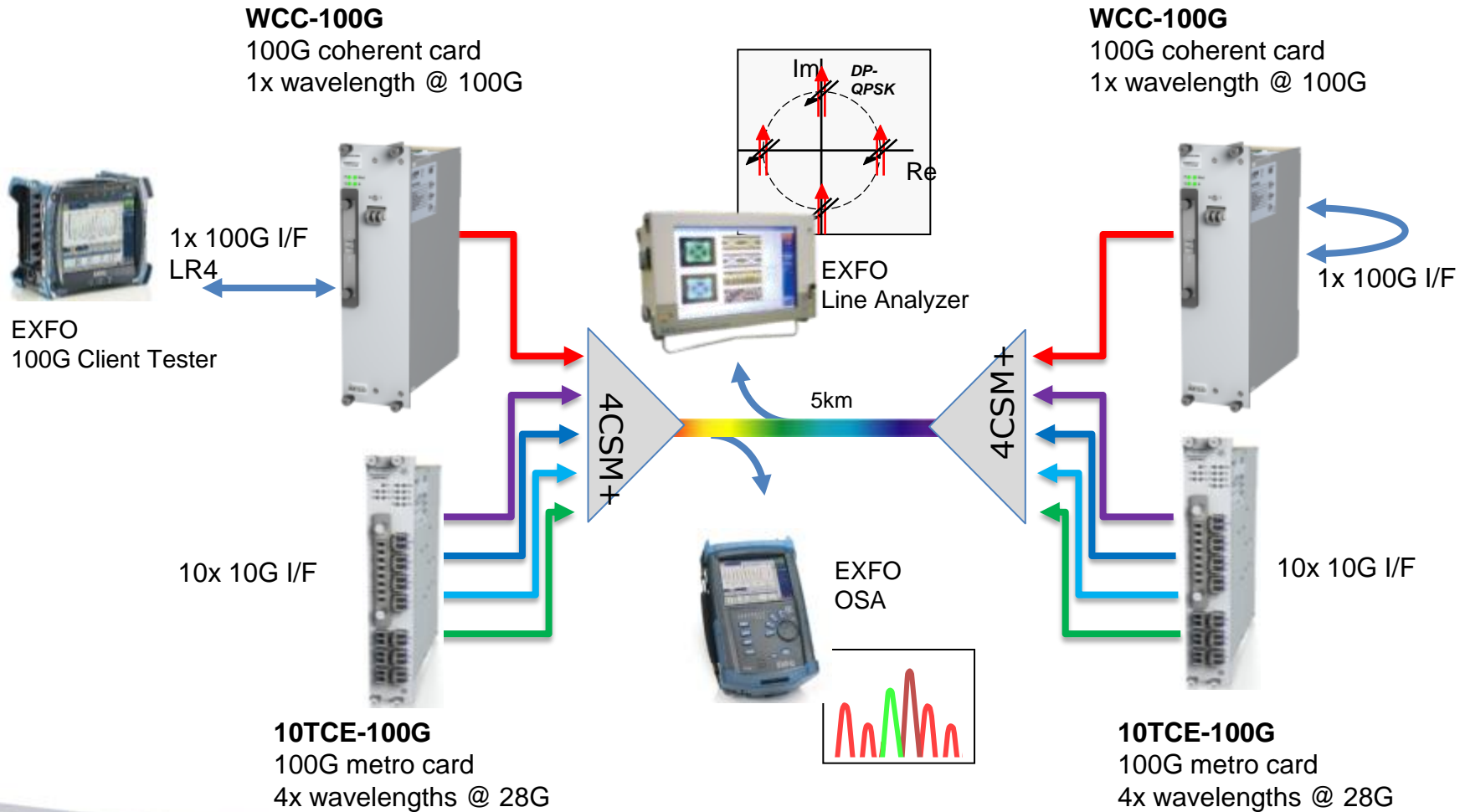
- CD unwrapping dosahuje standardními algoritmy až  $\pm 500\text{ps/nm}$ 
  - Dostatečné pro 10G kompenzovaných spojení
  - Nestačí však pro nekompenzované trasy a nekompenzované PMD



26km, 28G QPSK, no unwrapping



# Testování 100G transportní sítě



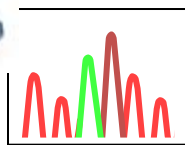
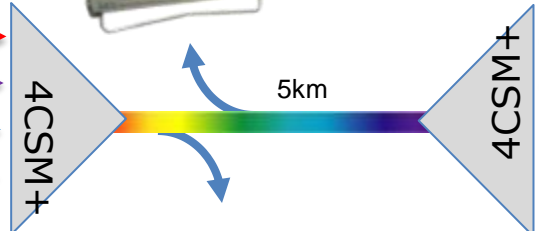
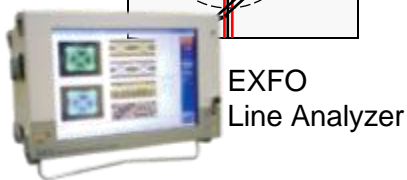
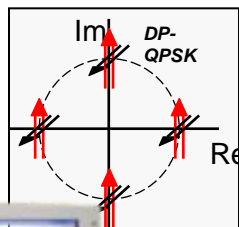
# Testování 100G transportní sítě

## WCC-100G

100G coherent card  
1x wavelength @ 100G

## WCC-100G

100G coherent card  
1x wavelength @ 100G



## 5TCE-10G-AES

10G muxponder card  
1x AES 256 encrypted STM-64 output



EXFO 40G Client Tester



EXFO 40G Data Tester

1x 40G I/F SR4

1x 40G I/F SR4



1x 40G SR4



1x 40G SR4



5x 10G



5x 10G



1x 8G FC



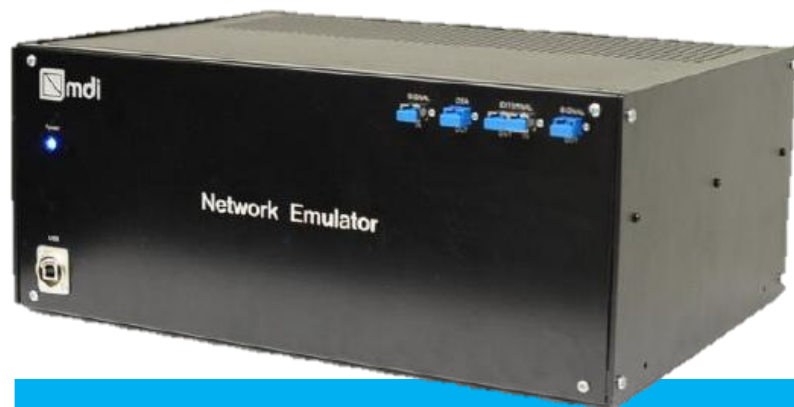
1x 8G FC

**WORKSHOP IBM Bratislava**  
25-26.9.2012

Zdroj: ADVA



# oNE Optical Network Emulator



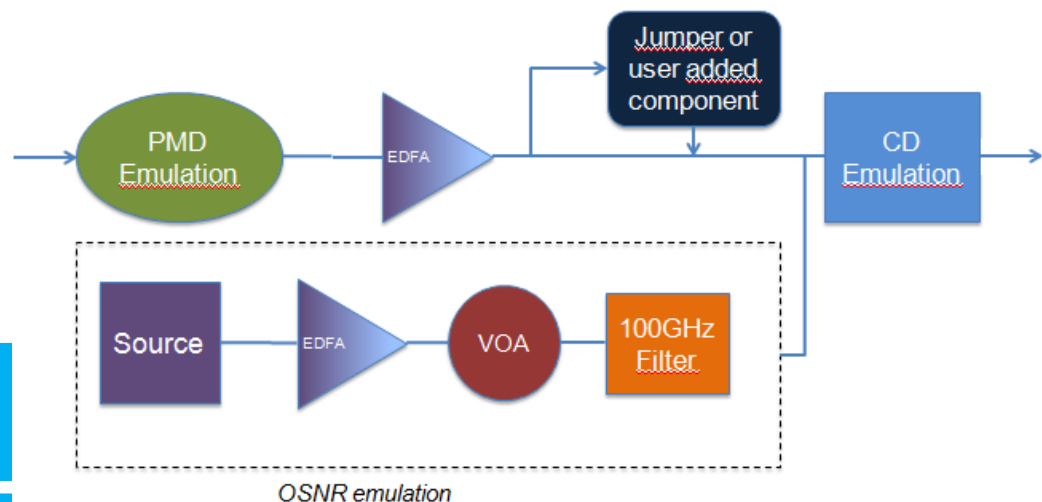
Emulace CD:  $\pm 700$  ps/nm

Emulace PMD 1. řádu: 0 až 90 ps

Vestavěný polarizační scrambler pro změnu hodnoty gama korekce.

Emulace OSNR: 10 až 28 dB

Šumová šířka pásma: 100GHz





# Závěr

- Dobrá zkušenost
- Automatické vyhodnocení 10/40G InBand OSNR pomocí SW nástroje EXFO OSA ToolBox je spolehlivé.
- Ruční vyhodnocení polarizačních skenů pomocí offline SW nástroje EXFO Raw Viewer zpřesňuje výsledky (ruční korekce), umožňuje podívat se do kanálů (ukáže polarizační závislost vlivem PMD).

## AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ<sup>®</sup>

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?**

[josef.beran@profiber.cz](mailto:josef.beran@profiber.cz)

Zdroj: vlastní zkušenosti, materiály a dokumentace od

