

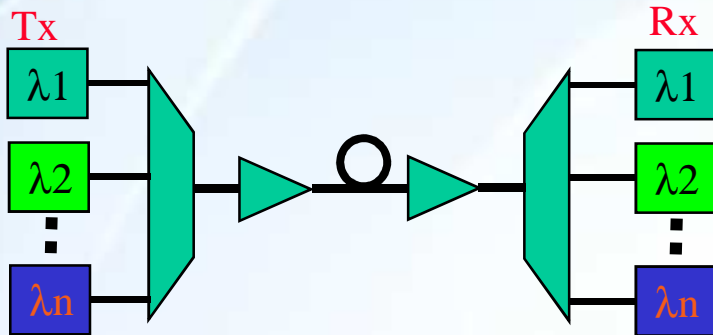
Komplexní soubor měření optických tras při nasazování vysokorychlostních systémů xWDM

Miroslav Švrček, Martin Hájek

MIKROKOM, s.r.o.

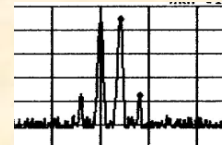


Nové nároky vysokorychlostních DWDM a CWDM systémů na optickou trasu



DWDM

velké výkony:
? **nelineární jevy**
(FWM)



CWDM

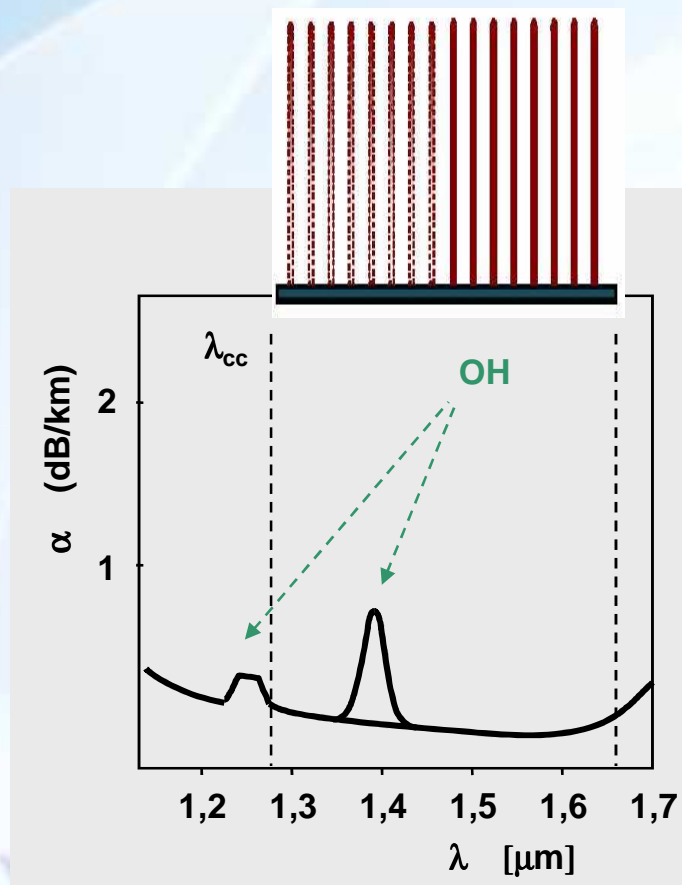
široká spektrální
oblast – **nové**
nároky na útlum
vlákna

spektrální závislost !!!

u 10 Gbit/s:

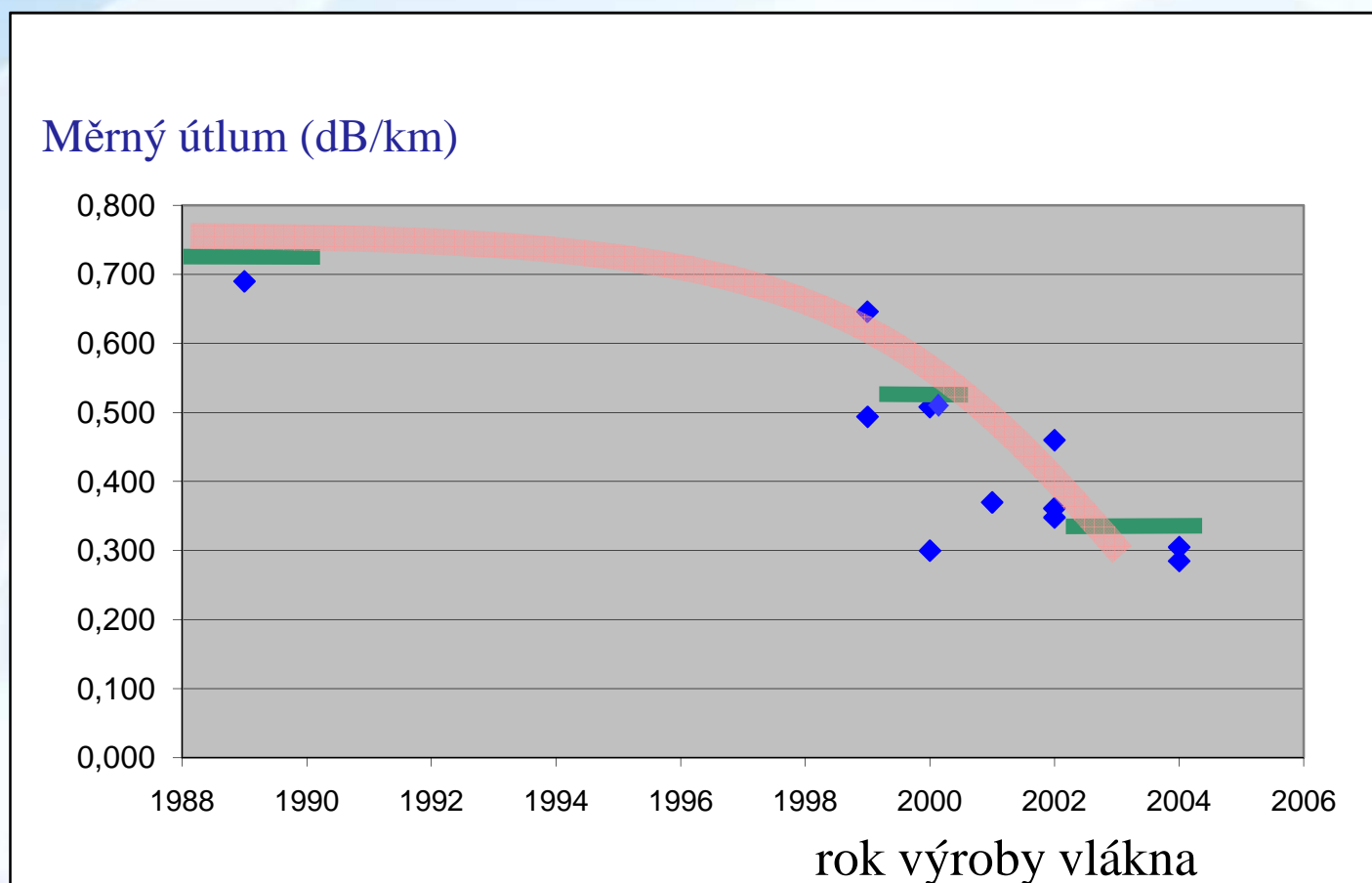
- **PMD**
- vysoké nároky na **CD**
(optická **kompence** ?)

CWDM - širokospektrální nároky na útlum vlákna



- pro 8 kanálový CWDM (1470 až 1610 nm) je vhodné obecně každé konvenční vlákno (dle ITU-T G.652) a případně NZDF dle G.656
- pro plný CWDM je vhodné konvenční vlákno bez OH špičky (LWP, ZWP): G.652.C nebo **D**
- v oblasti OH špičky je možné útlum měřit
 - nepřímo
 - přímo
 - *měřit profil útlumu trasy v celém používaném pásmu*

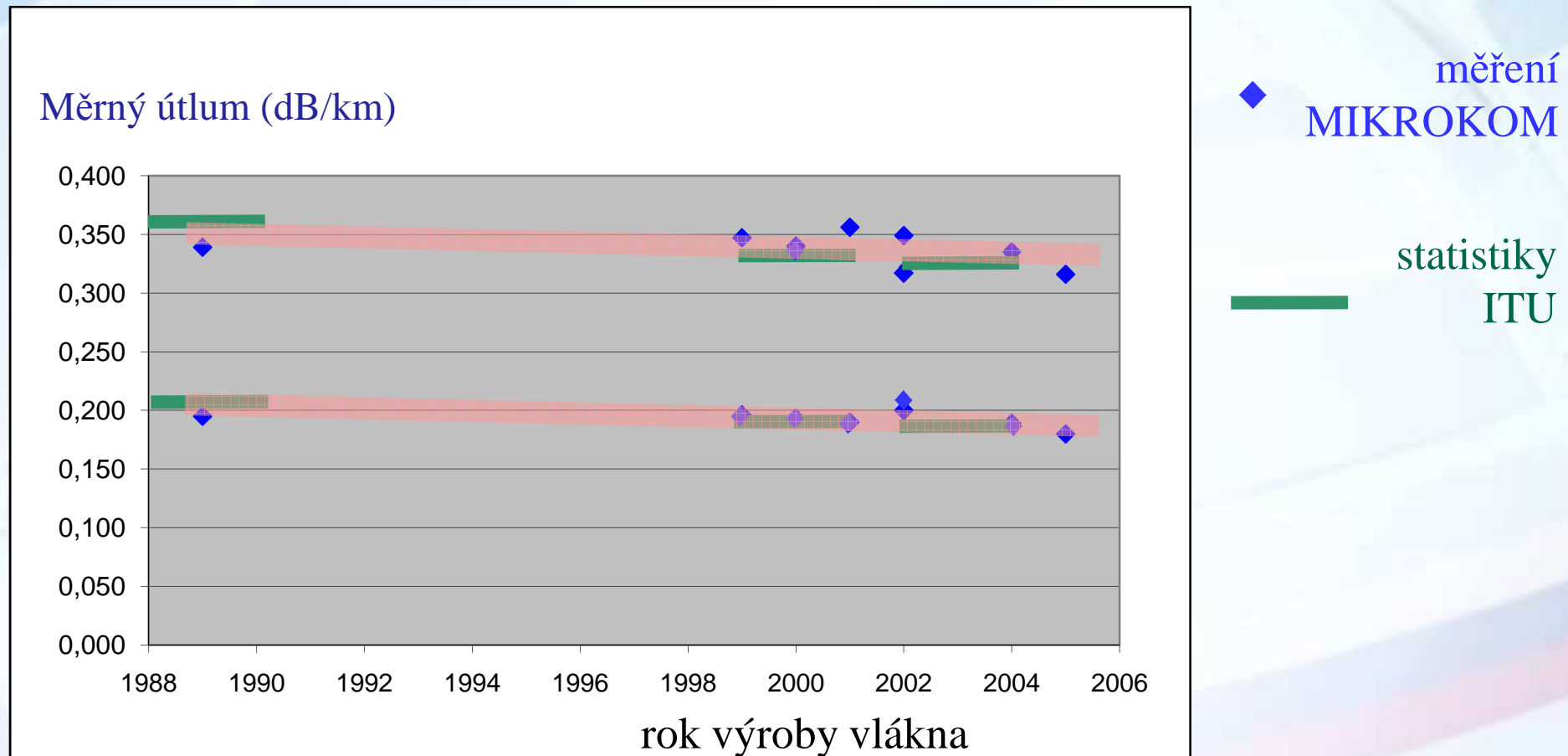
Měrný útlum v oblasti OH špičky (1383 nm)



◆ měření
MIKROKOM

— statistiky
ITU

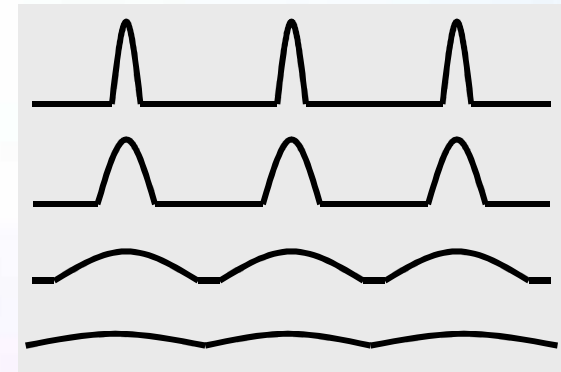
Pro srovnání – útlum u stejných vláken na 1310 nm a 1550 nm

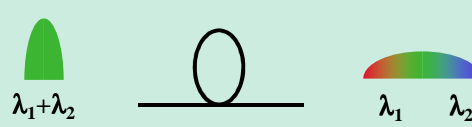
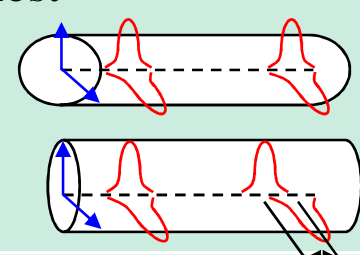
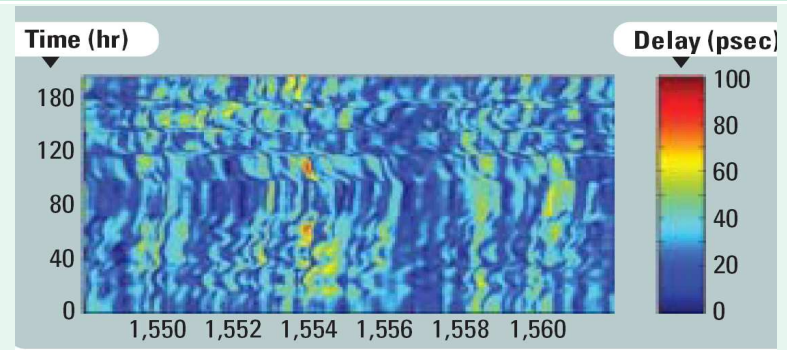


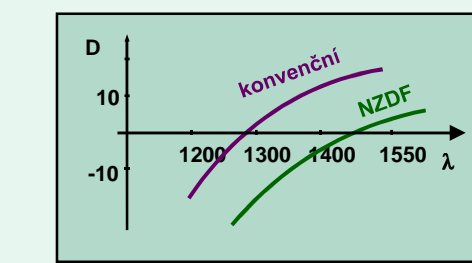
Disperzní parametry SMF optických vláken a tras

- **chromatická disperze CD**
- **polarizační vidová disperze PMD**
- zvláště důležité pro rychlosti 10 Gbit/s
 - měření PMD
 - možná kompenzace CD ?

*Disperzní vlastnosti určují
přenosovou rychlost na
danou vzdálenost*



	CD	PMD
proč působí?	<p>různé spektrální složky signálu se šíří vláknem rozdílnou rychlostí</p> 	<p>dvojlom – různá rychlost šíření polarizačních složek ve vlákně – vliv geometrie</p> 
náhodnost?	nenáhodný jev	náhodný jev – statistický přístup
lze řešit výpočtem?	zpravidla ano	ne
odlišnost výrobců vláken?	konvenční vl. (G.652) – nepatrná NZDF vl. – vysoká	může být, ale často také jen náhodná
odlišnost vláken v kabelu?	nízká – do 10%	náhodná – hodnoty stejné nebo až 100x odlišné
spektrální závislost?	ano – třeba k ní přihlídnout	 <p style="text-align: right; font-size: small;">zdroj: LIGHTWAVE 12/2007</p>
starší vlákna?	stejná	mohou být výrazně horší (zvláště starší než cca 1997)

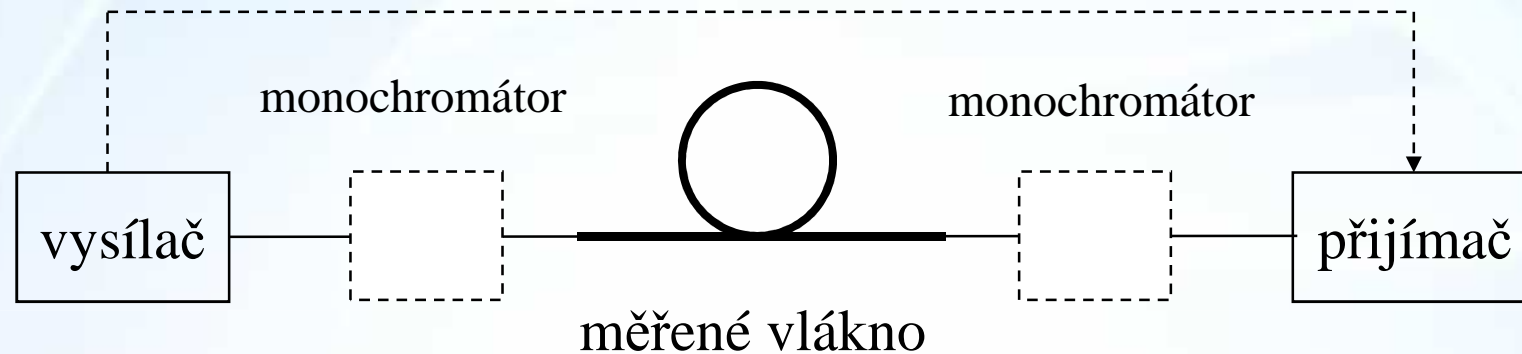


	CD	PMD
vliv kabelu?	ne	ano, může být značný
vliv instalace trasy?	ne	ano, může se projevit nevýznamné jsou ale bodové poruchy
vlivy okolního prostředí?	téměř zanedbatelné	mohou být významné
stárnutí?	ne	může být, ale málo významné (cca. nárůst jednotky % ročně)
přenos. rychlost kdy řešit?	i u nižších rychlostí	10 Gbit/s a výše
délka trasy kdy řešit?	různé délky – čím delší tím vyšší nároky na systém	různé délky – náhodné
optická kompenzace?	zpravidla u 10Gbit/s na > 50 km DCM kompenzační moduly (vláknové nebo FBG mřížkové)	prakticky neužívaná
lze odhadnout např. z měření útlumu?	ne	ne
měřit?	výjimečně, při nedostatečné přesnosti výpočtu, např. u DWDM s kompenzací CD na NZDF	doporučuje se vždy u 10 Gbit/s

Základní metody měření CD

- metoda fázového posuvu
- metoda diferenciálního fázového posuvu
- metoda zpoždění impulsů v časové oblasti
- metoda interferenční

Metoda fázového posuvu a metoda diferenciálního fázového posuvu



- měřicí modulovaný signál na různých vlnových délkách
- zdroj záření
 - nejčastěji širokospektrální + monochromátor
- měří se fázový posuv signálů na jednotlivých vlnových délkách

Metoda zpoždění impulsů v časové oblasti

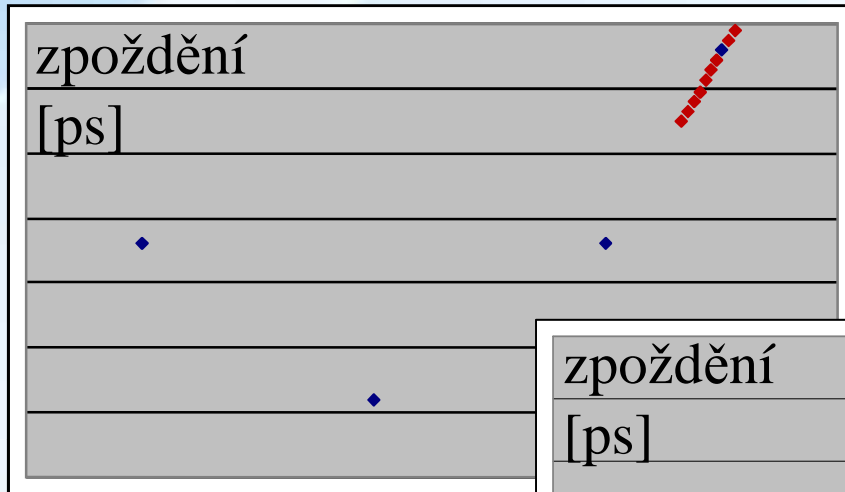
- měřicí signál tvoří sled impulsů na různých vlnových délkách v přesných časových rozestupech
- měří se rozdíl rozestupů impulsů na vstupu a výstupu

využití reflektometrické metody (OTDR):

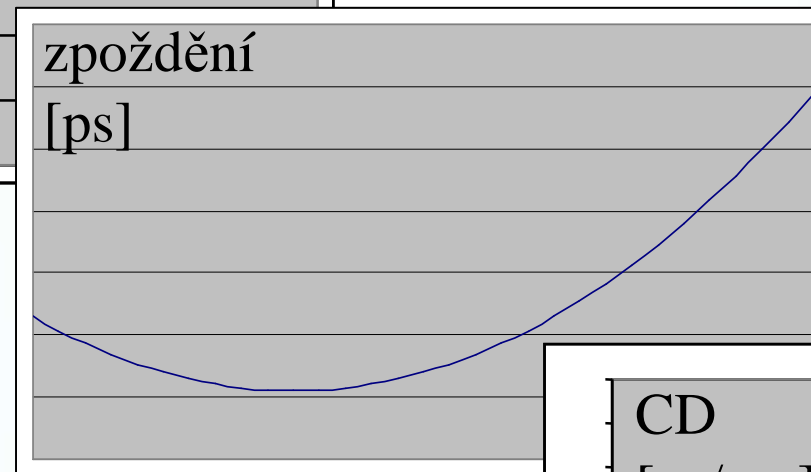


- měří se zpoždění impulsů v časové oblasti na několika vlnových délkách (1310, 1480, 1550, 1625 nm)
- měří se z jedné strany a využívá se odrazu z druhého konce

Zpracování výsledků měření CD

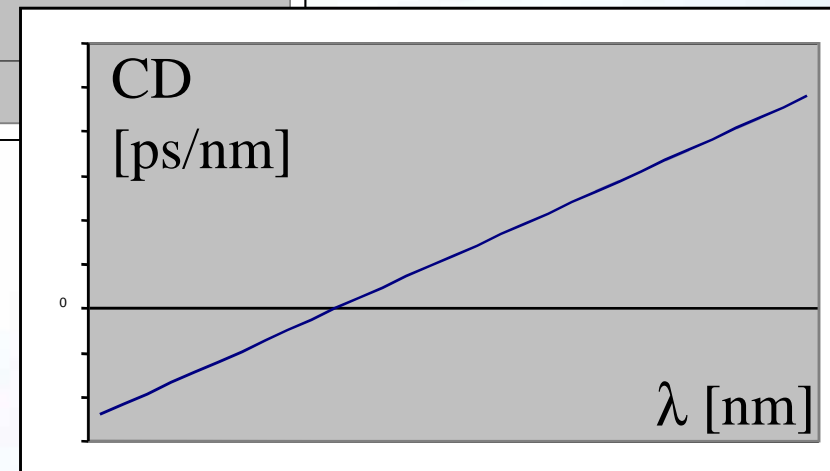


naměřené hodnoty zpoždění



proložení
aproximační
křivkou

hodnoty
chromatické
disperze trasy

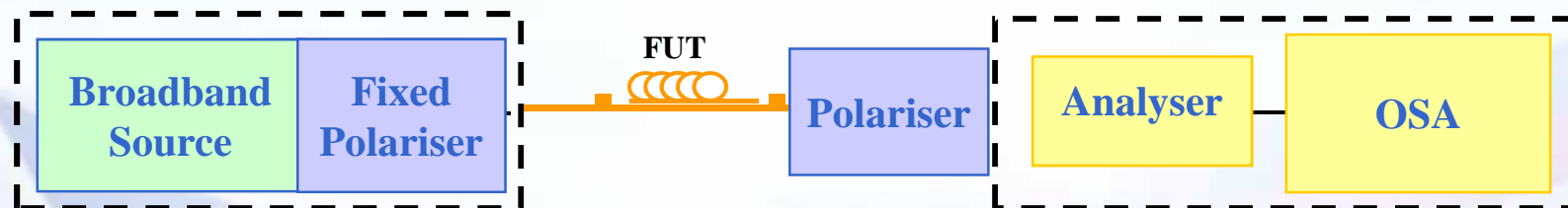


Základní metody měření PMD

- Skenování vlnové délky
(s fixním analyzátozem)
 - Interferometrická metoda
 - Polarimetrická metoda
- nejpoužívanější
metody měření
tras v terénu

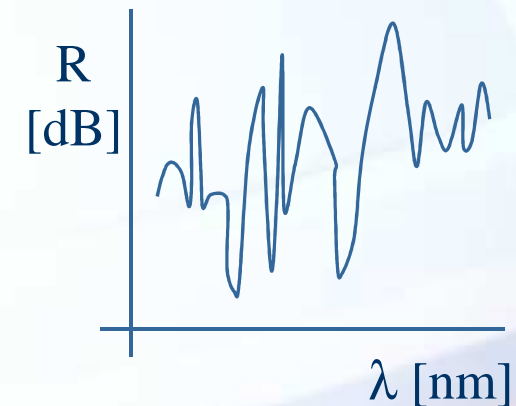
Metoda skenování vlnové délky (s fixním analyzátozem)

- provádí se spektrální měření
 - možné kombinace:
 - laditelný laser - měřidlo výkonu
 - **širokopásmový zdroj záření - optický spektrální analyzátor**
 - BS – **OSA**



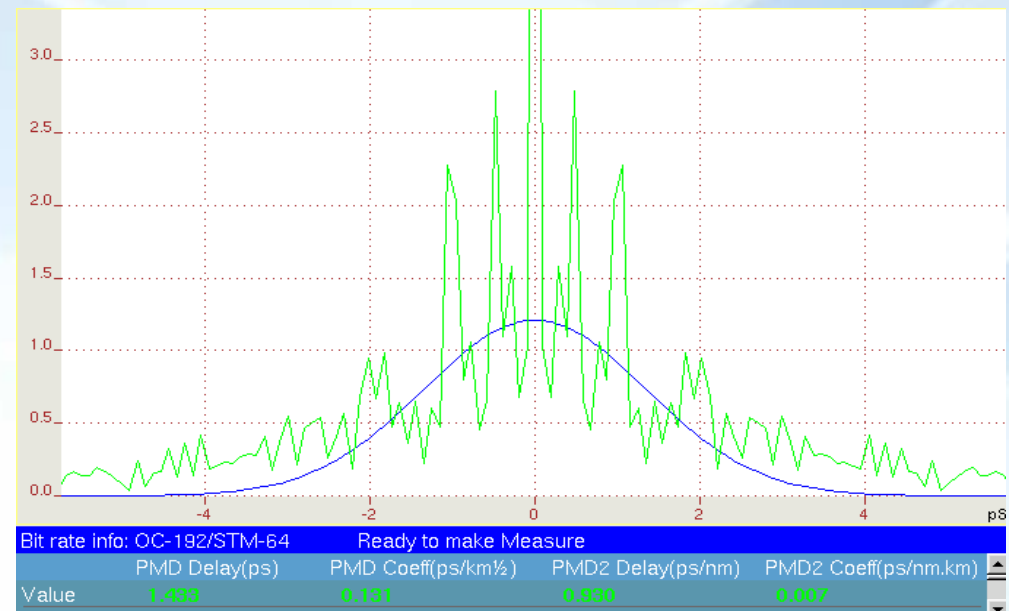
Metoda skenování vlnové délky (s fixním analyzátozem)

- princip měření
 - jednostranné měření
 - stanovení $P(\lambda)$ s určitou polarizací před OSA
 - stanovení celkového $P_{\text{celk.}}(\lambda)$
 - $R(\lambda) = P(\lambda) / P_{\text{celk.}}(\lambda)$
- *zjišťujeme spektrální změnu polarizace*
- stanovení PMD
 - počítání extrémů (maxim a minim)
 - užití **FFT** na změřenou spektrální závislost

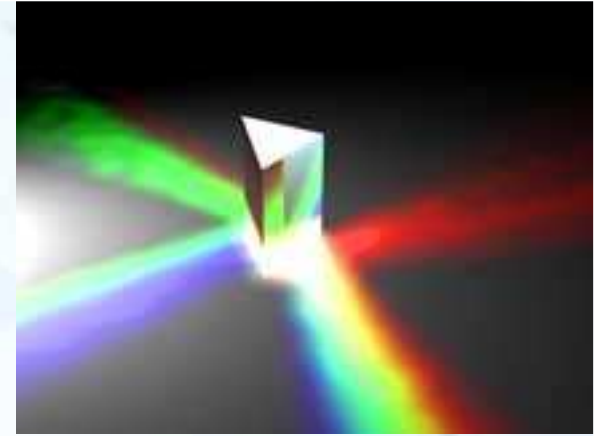


Vyhodnocení měření PMD

- *výsledek měření je hodnota zpoždění PMD [ps] pro dané vlákno trasy příp. koeficient PMD [ps/√km]*



- při nasazování systému se řídíme jeho požadavky
 - odolnost na PMD bývá udána:
 - max. **PMD** [ps]
 - max. **DGD** [ps]
 - obvyklé hodnoty max. PMD zpoždění jsou:
 - pro 10 Gbit/s (SDH-STM-64) do **10 ps**
 - pro 10 Gbit/s Ethernet (10GbE) cca **5 ps**
 - pro 2.5 Gbit/s 20 - 40 ps



Měřicí technika pro xWDM

Měření PMD, CD, AP

- unikátní kombinace měřidla PMD, CD a AP v jediném modulu

Chromatická disperze

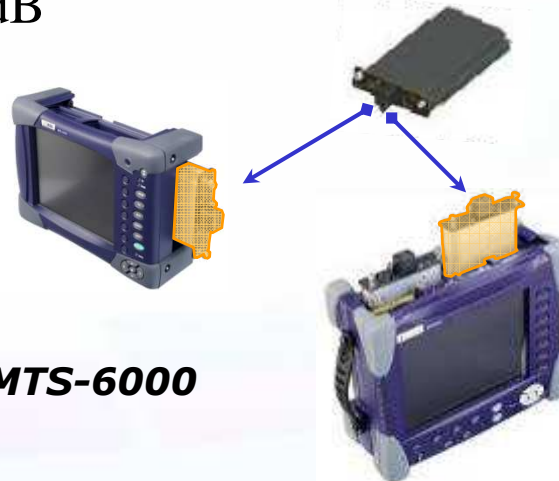
- Měření založeno na metodě fázového posuvu
- Měření v celém pásmu 1260 až 1640 nm
- Vhodné pro všechny konfigurace sítě
- Dynamický rozsah až 55 dB

Polarizační vidová disperze

- Měření založeno na metodě s fixním analyzátozem
- Používá stejný zdroj záření jako pro měření CD
- Dynamický rozsah až 65 dB

Spektrální profil útlumu

- Měření spektrálního profilu útlumu vlákna v dB nebo dB/km v celém rozsahu 1260-1640 nm
- Odhalení a změření tzv. „Water peaku“ (1383 nm)
- Používá stejný zdroj záření jako pro CD a PMD
- Dynamický rozsah až 60 dB



➔ **Kompatibilní s MTS-6000
a MTS-8000**



Měření PMD, CD, AP

- reference pro CD, AP

Broadband source



Fiber jumper



- měření PMD, CD, AP

Broadband source



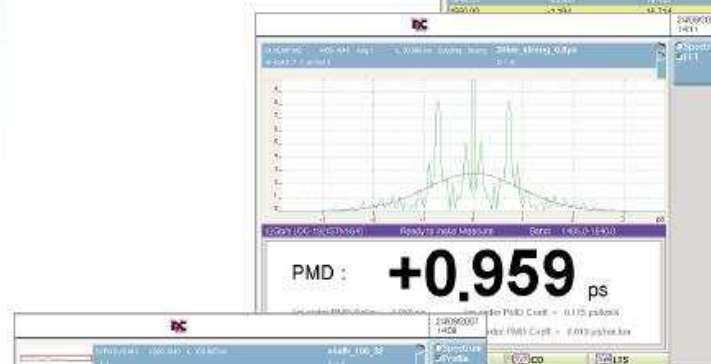
Fiber jumper

Fiber under Test

Fiber jumper



CD test results



PMD test results



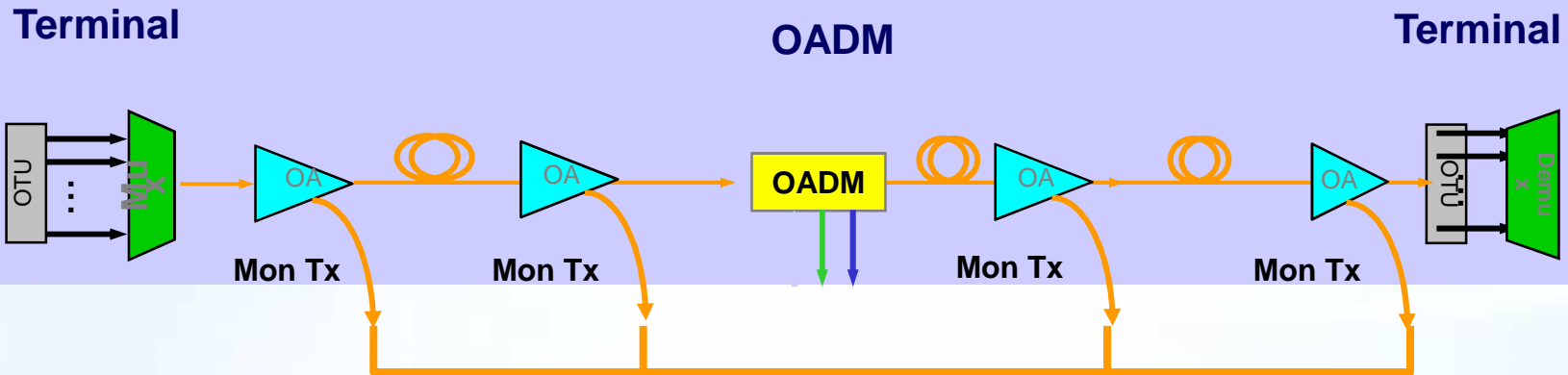
AP test results

Spektrální měření

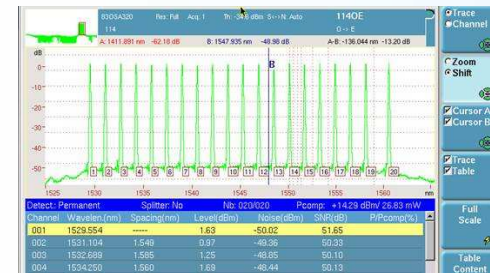
- *měření signálů systémů*
 - *např. DWDM, CWDM, xWDM, ...*
- *měření zdrojů záření*
 - *zejm. DFB laserů*
- *měření optických zesilovačů*
 - *zejm. EDFA*
- *měření pasivních součástek*
 - *odbočnice, filtry, multiplexory a demultiplexory DWDM, CWDM*
- *měření parametrů optických vláken a tras*
 - *spektrální závislost útlumu vláken*



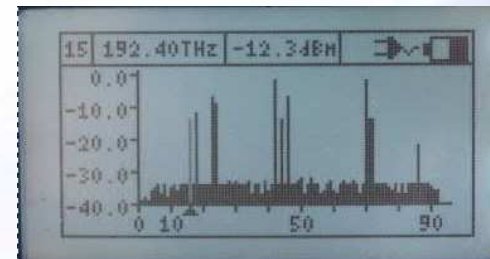
Měření signálu na x WDM přenosovém spoji



OSA

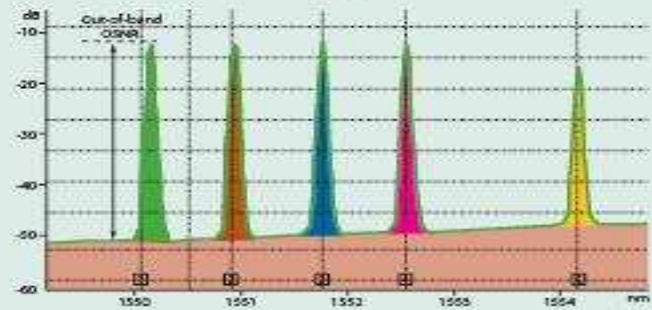
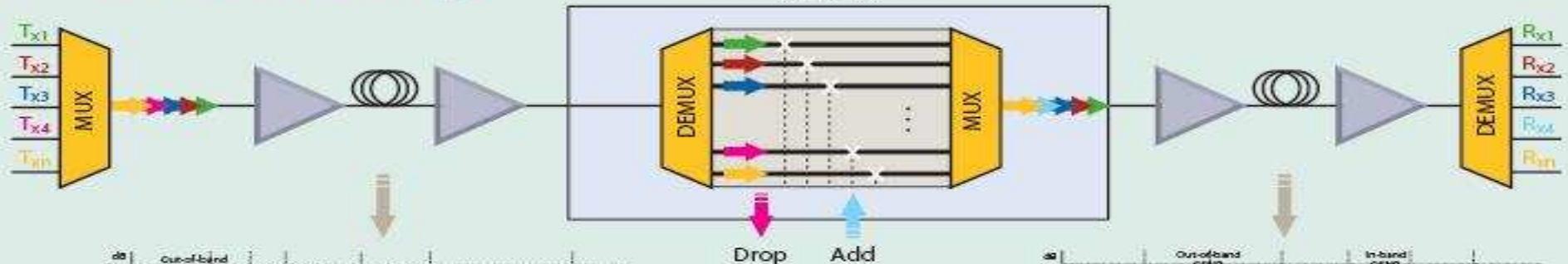


Channel
Checker



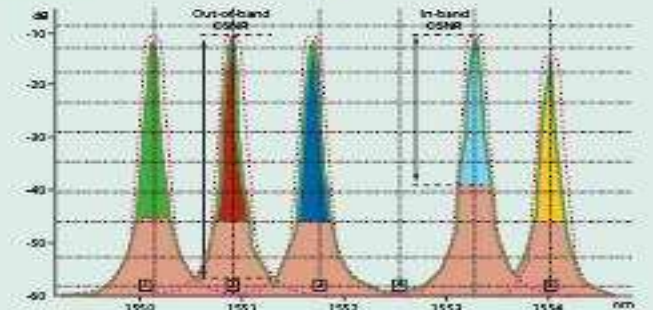
Problematika měření OSNR

Measurement Challenge

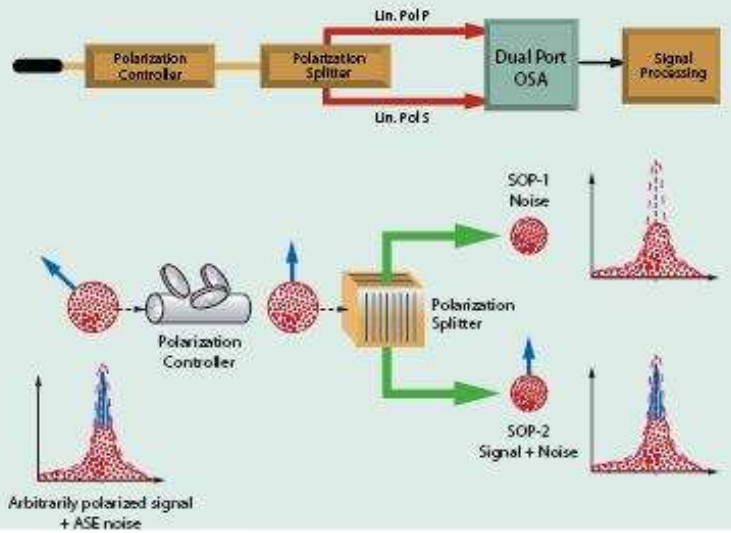
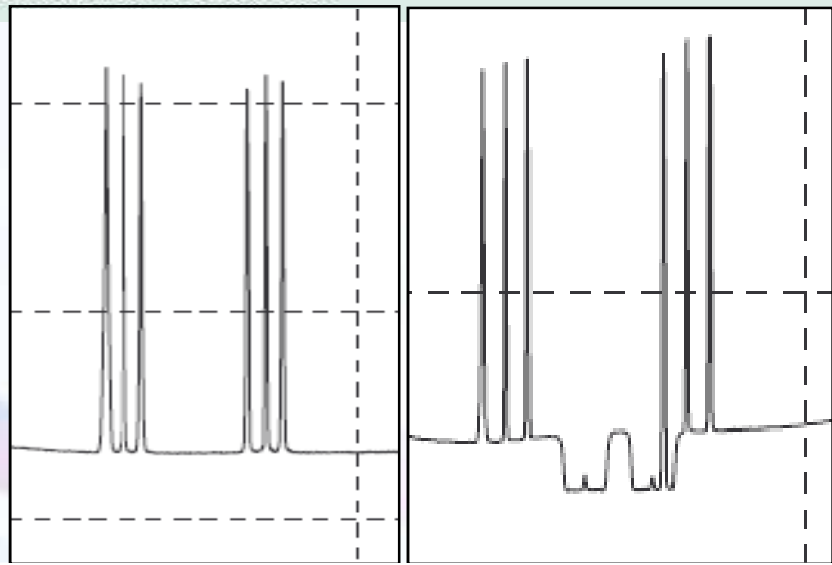


Conventional OSNR Measurement

*JDSU OSA-320
nejen pro
(R)OADM sítě*



Noise Filtering Challenge





JDSU OSA

OSA-180

OSA-500

OSA-320

měřicí rozsah [dBm]

-65 až + 23

-75 až +23

-70 až +20

spektrální rozsah [nm]

1250 až 1650

přesnost [dB]

±0,5

±0,4

±0,6

přesnost [pm]

±30

±20

±10

ORR (Opt. Reject. Ratio) [dBc]

@ 0,4 nm (50 GHz Ch. space)

45

>45

48

@ 0,2 nm (25 Ghz Ch. space)

35

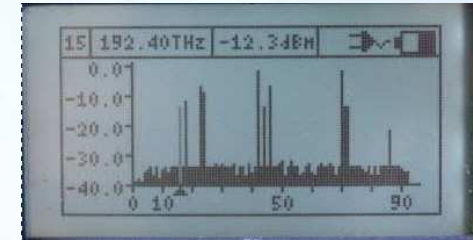
>40

45

OCC-56 Channel Checker



- *Měření výkonové úrovně jednotlivých DWDM kanálů dle ITU-T*
- *Rastr 50, 100, 200 GHz*
- *Verze pro C a L pásmo*
- *OCC-55 – pro CWDM*



CH	λ /nm	Lev/dBm
19	1554.13	-24.63
20	1553.73	-5.10
21	1553.33	-24.16
22	1552.93	-4.46

TLS-55 laditelný laserový zdroj záření

- *Laditelný zdroj záření od 1528.38 nm do 1563.86 nm (verze TLS-55 C)*
- *nastavení vlnových délek dle doporučení ITU-T*
- *Verze TLS-55 L pro vlnové délky od 1570.42 nm do 1608.76 nm*

