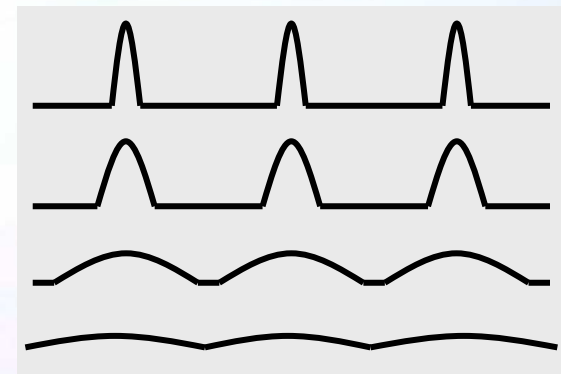
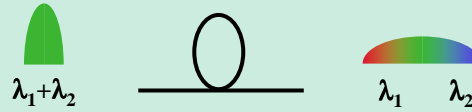
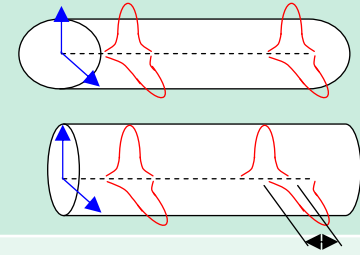
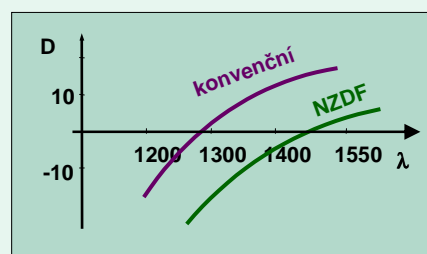
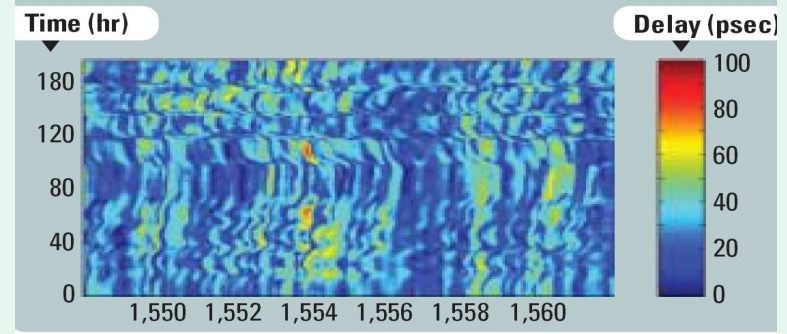


Disperzní parametry SMF optických vláken a tras

- **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*



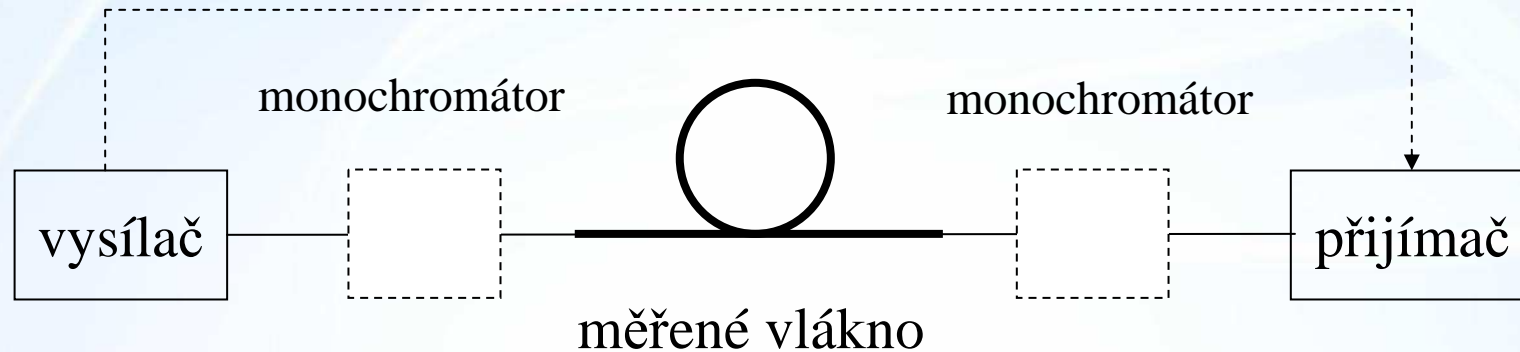
| | CD | PMD |
|----------------------------|---|---|
| proč působí? | <p>různé spektrální složky signálu se šíří vláknem rozdílnou rychlostí</p>  | <p>dvojlom – různá rychlost šíření polarizačních složek ve vlákně – vliv geometrie</p>  |
| náhodnost? | nenáhodný jev | náhodný jev – statistický přístup |
| 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? | <p>ano – třeba k ní přihlédnout</p>  |  <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

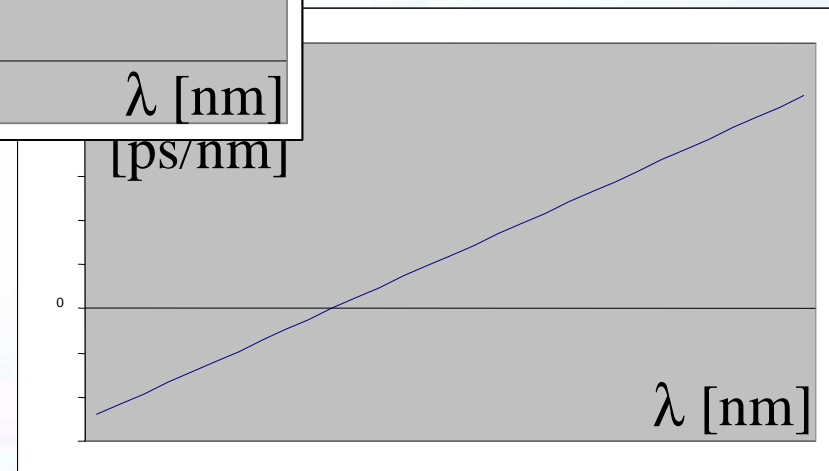
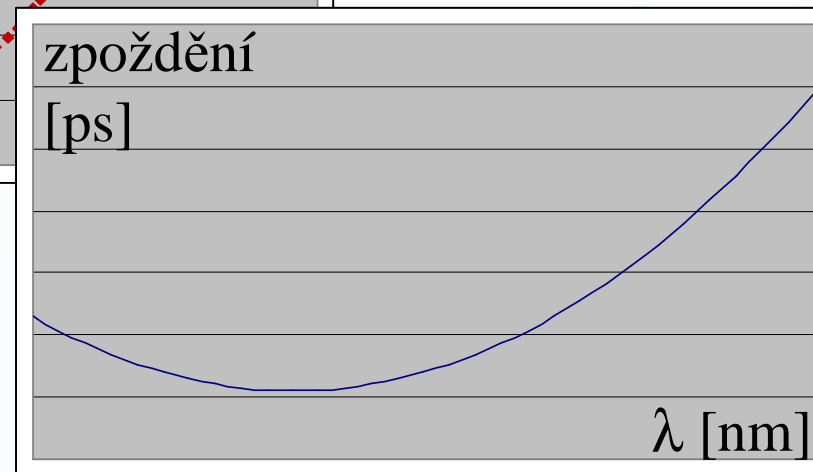
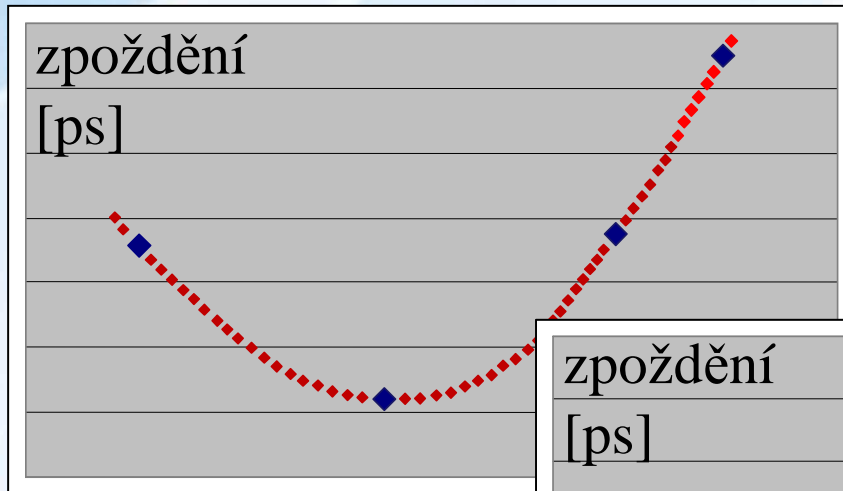
- měřicí signál tvoří sled impulsů na různých vlnových délkách v přesných časových rozestupech
- měří se rozdíl rozestupů impulsů na vstupu a výstupu

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



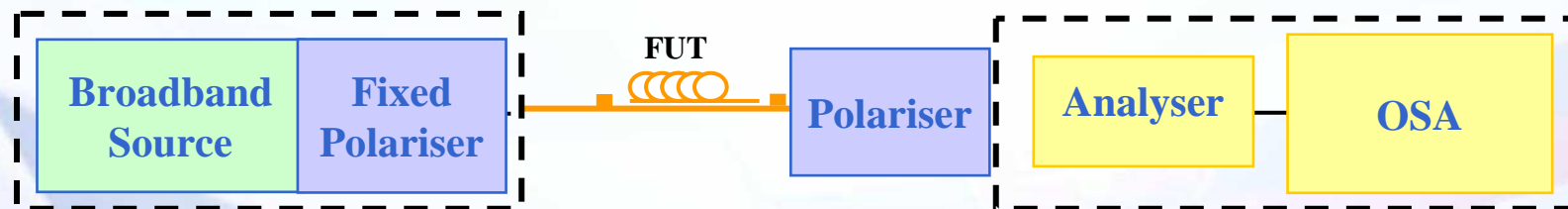
Základní metody měření PMD

- **Skenování vlnové délky
(s fixním analyzátorem)**
- Interferometrická metoda
- Polarimetrická metoda

nejpoužívanější
metody měření
tras v terénu

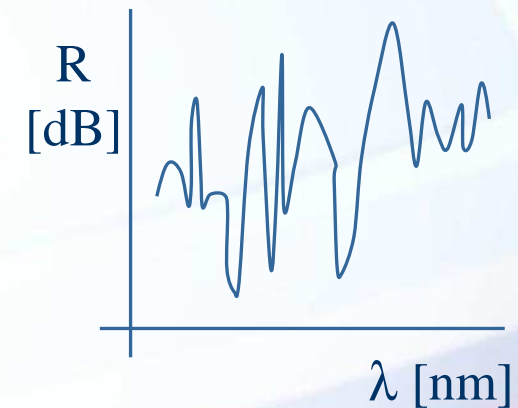
Metoda skenování vlnové délky (s fixním analyzátorem)

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



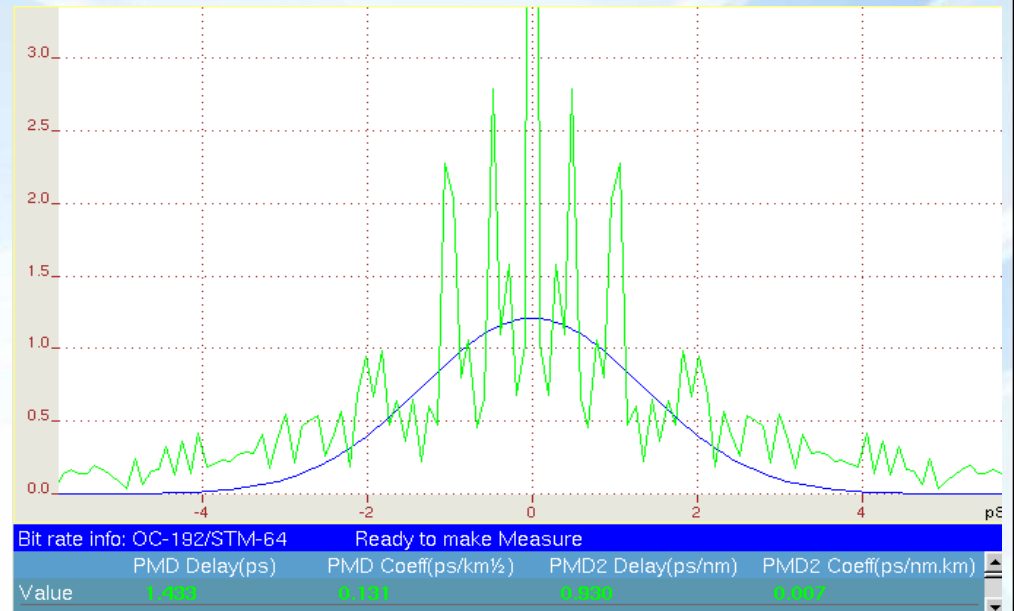
Metoda skenování vlnové délky (s fixním analyzátozem)

- 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

Měření PMD, CD, AP

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

Chromatická disperze

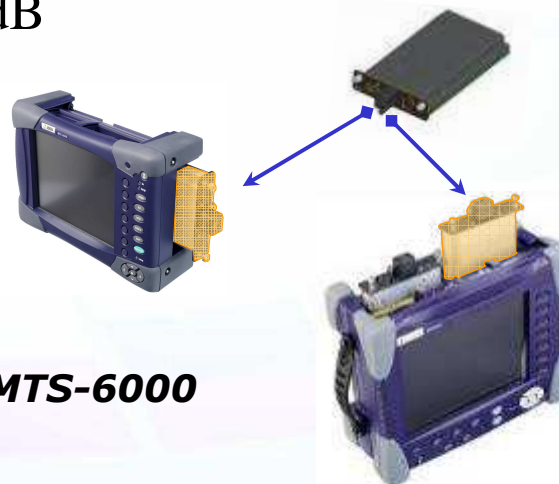
- Měření založeno na metodě fázového posuvu
- **Měření v celém pásmu 1260 až 1640 nm**
- Vhodné pro všechny konfigurace sítě
- Dynamický rozsah až 55 dB

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

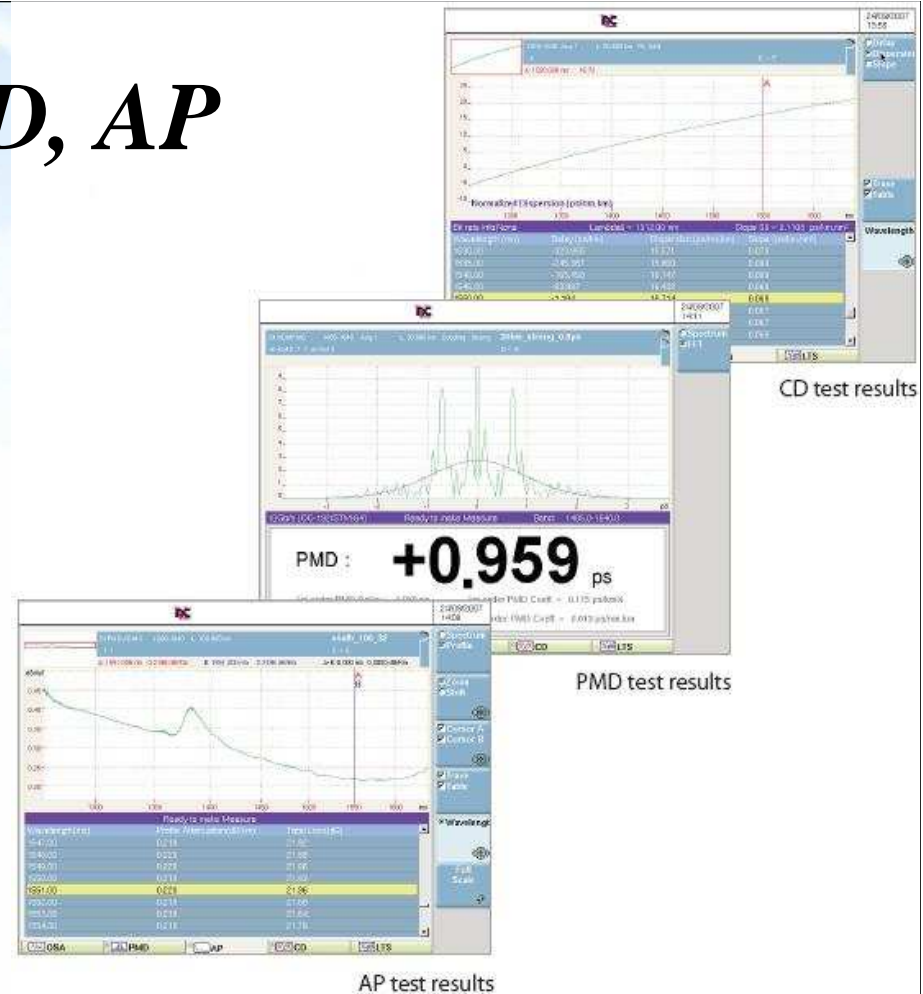
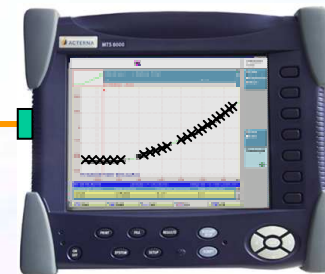


Fiber jumper



Fiber under Test

Fiber jumper



Měření PMD, CD, AP

| | PMD | CD | AP | OSA (WDM) | OTDR |
|------------------------|-----|----|----|----------------|---------------------------|
| modul PMD | x | | | | |
| modul WDMPMD | x | | x | 1260 - 1640 nm | |
| modul DISPAP | x | x | x | | |
| modul CD (Phase Shift) | | x | | | |
| modul CD (OTDR) | | x | | | 1310, 1480, 1550, 1625 nm |
| modul WDM | | | | 1485 - 1640 nm | |

