

Jak přesné je vaše OTDR?

Jan Brouček, Ján Ďurovka

Seminář Sítě FTTx v roce 2019 a Mistrovství světa v mikrotrubičkování
Brno 29.3.2019

1/22

the art of
optical
communication



Přesné měření kabelů, tras a součástek

the art of
optical
communication

1. Zvolit vhodnou měřicí metodu
2. Zvolit vhodnou měřicí techniku
3. Dodržovat postupy
4. Připravit a udržovat dokumentaci

Jak jednoduché

Měřit a věřit.

ISO 17025 AKREDITOVANÁ KALIBRAČNÍ LABORATOŘ A AUTORIZOVANÉ SERVISNÍ CENTRUM v Trnavě

www.profiber.eu

1. Zvolit vhodnou měřicí metodu

(co dokážeme pomocí OTDR měřit a jak přesně?)

AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ ®

the art of
optical
communication

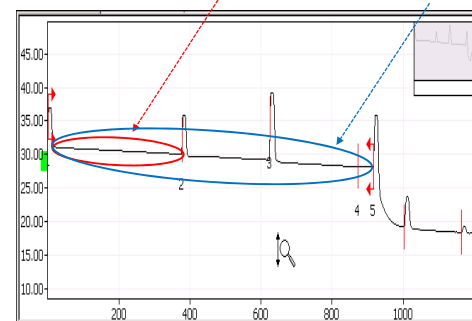


OTDR – optický reflektometr =
= měřidlo zpětného rozptylu

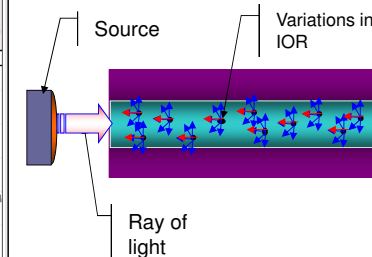
the art of
optical
communication

OTDR dokáže vyhodnotit parametry podél optické trasy
např. délku L [km], zdánlivý nebo skutečný vložný útlum IL [dB], měrný útlum α [dB/km]
pro měření kabelových úseků optického vlákna,

i pro měření celé trasy



Zdroj: EXFO



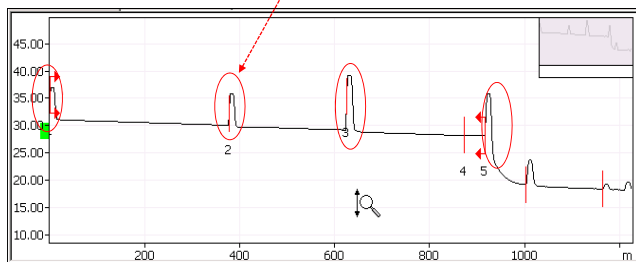
AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ ®

www.profiber.eu

OTDR dokáže vyhodnotit parametry jednotlivých součástek
např. pozici L [km], vložný útlum IL [dB], reflektanci R [dB], útlum odrazu RL [dB]

pro měření **konektorů, propojovacích šňůr, svarů, odbočnic, filtrů** atd.

- Odraz od součástky je reprezentován výraznou špičkou
- Po odrazu vzniká mrtvá zóna

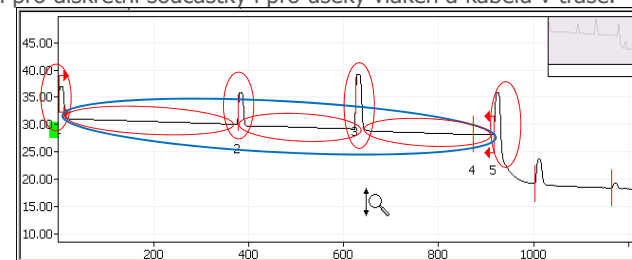


Zdroj: EXFO

Zdánlivý útlum = měření v jen jednom směru A→B (1 reflektogram)

Skutečný útlum = měření v obou směrech A→B, B→A (2 reflektogramy)
a ze 2 hodnot zdánlivých útlumů spočítat průměr = skutečný útlum

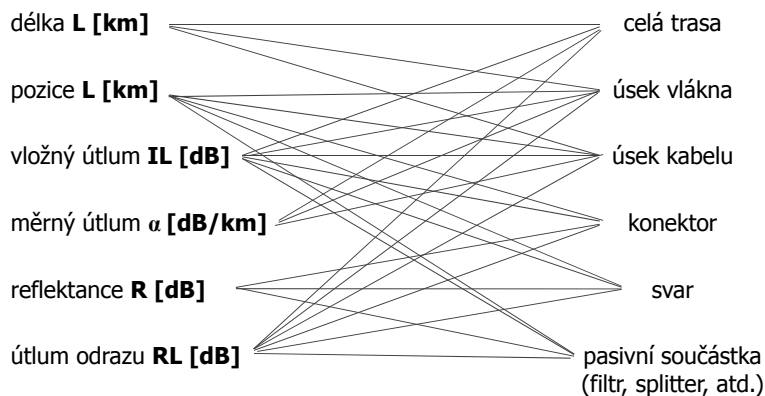
To platí pro diskrétní součástky i pro úseky vláken a kabelů v trase.



Skutečný útlum celé trasy lze získat i měřením v jednom směru A→B pomocí předradného vlákna, zařadného vlákna a OTDR s funkcionalitou iOLM (intelligent Optical Link Mapper)

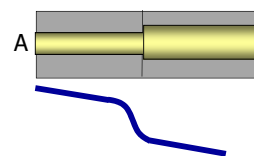
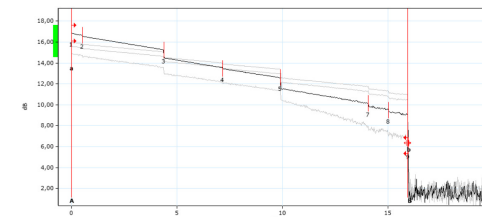
Parametr

součástka, díl nebo část trasy

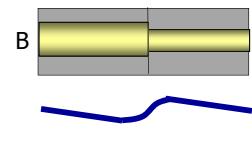


Problém MFD (Mode Field Diameter)
= průměr vidového pole

- OTDR je nepřímé měření útlumu (měříme zpětný rozptyl a odrazy)
- Vliv různých MFD na reflektogram OTDR zobrazí zdánlivý útlum



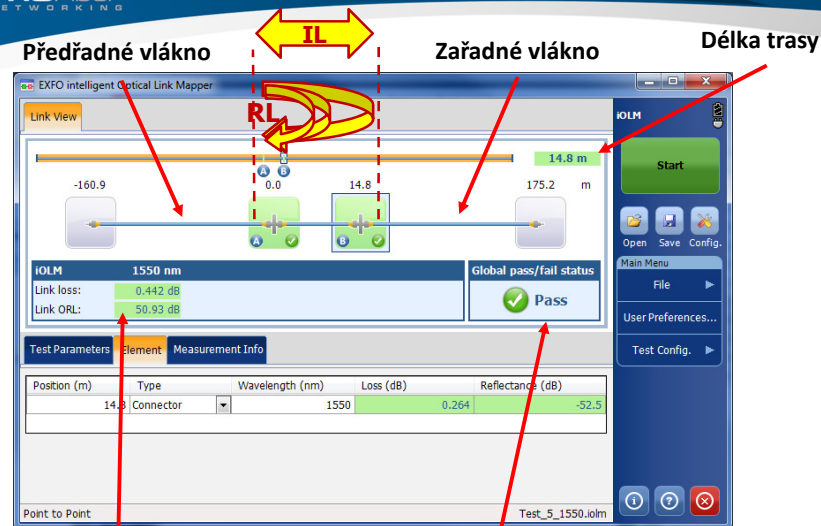
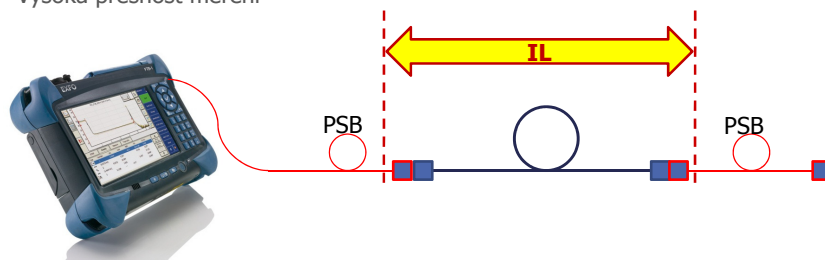
větší zdánlivý útlum
Směr A - B



menší zdánlivý útlum
Směr B - A

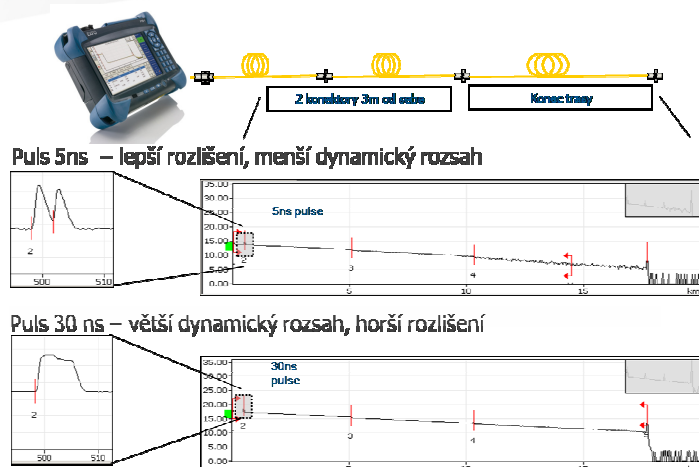
Jak obejít problém MFD při měření skutečného vložného útlumu celé trasy

- Využít předřadné + zařadné vlákno se stejným MFD (případně započítat korekci MFD)
- Aplikace iOLM (intelligent Optical Link Mapper) zajistí vyhodnocení
- Vysoká přesnost měření



Celkové IL a RL trasy

Výsledek měření = kritérium shody



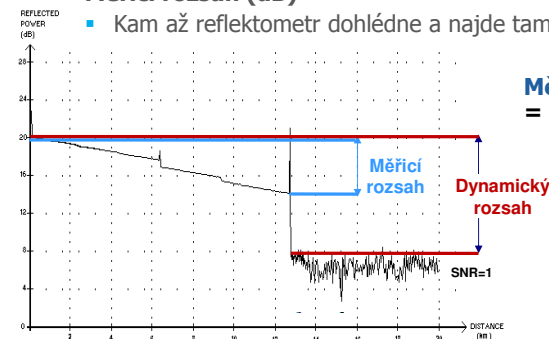
S každým pulzem jiná mrtvá zóna a jiný dynamický/měřicí rozsah

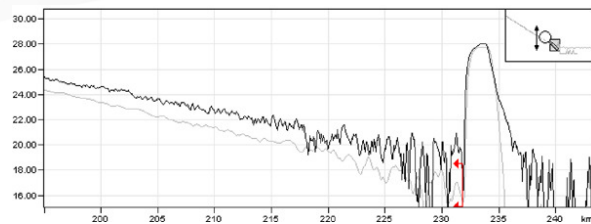
Dynamický rozsah (dB)

- Rozdíl mezi počáteční úrovní zpětného rozptýlu a vlastním šumem přijímače
- Liší se podle použité šířky pulsu a vlnové délky

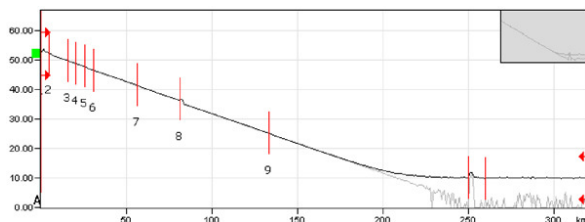
Měřicí rozsah (dB)

- Kam až reflektometr dohlédne a najde tam svar (IL cca 0,5 dB)

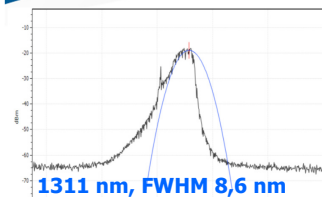




- 7300E
- 7400E
- 7500E
- 7600E



4 lambda OTDR 1310/1383/1550/1625 nm

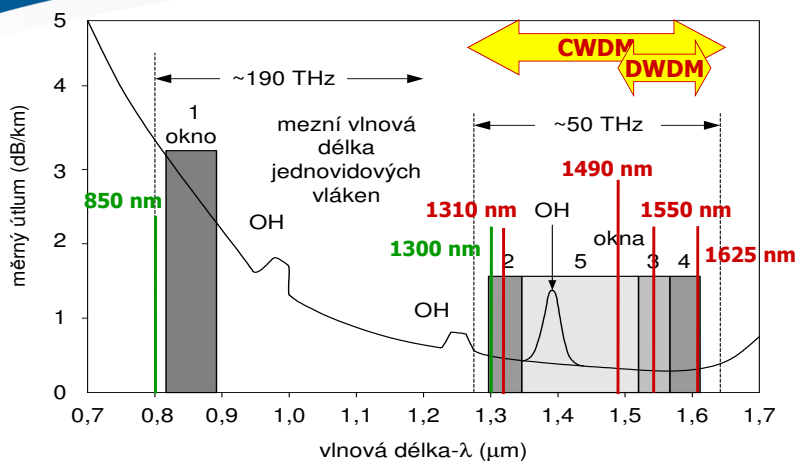


1383 nm, FWHM ≤ 0,65 pm

Na které vlnové délce je hodnota **útlumu** nejvíce závislá na rozladění laseru?
A proč?

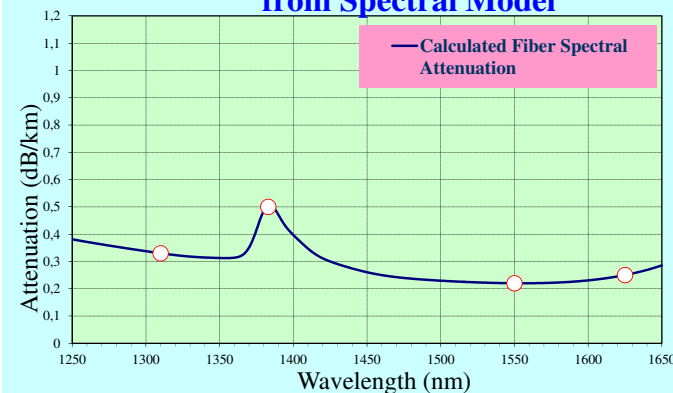
1554 nm, FWHM 12,6nm

1626 nm, FWHM 14,1 nm



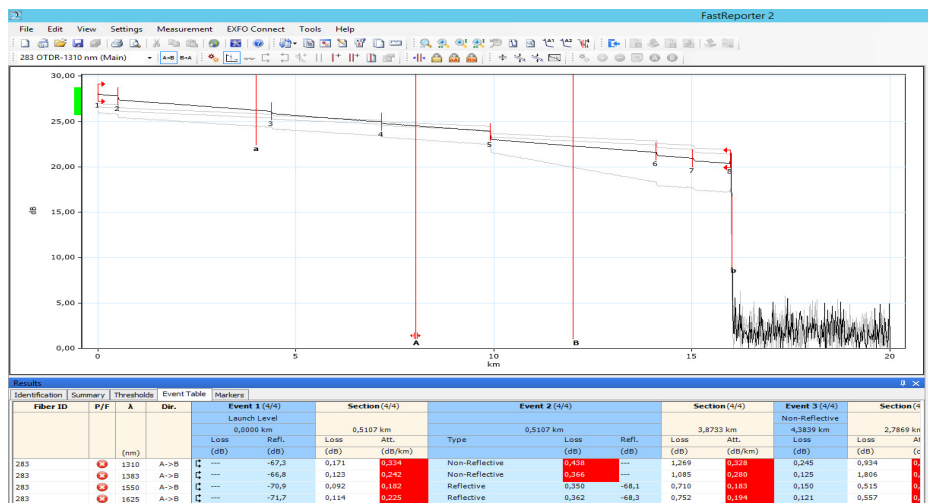
4 lambda OTDR 1310/1383/1550/1625 nm $IL_{TOTAL} = \alpha_{KOE} * L$

Calculated Fiber Spectral Attenuation
from Spectral Model



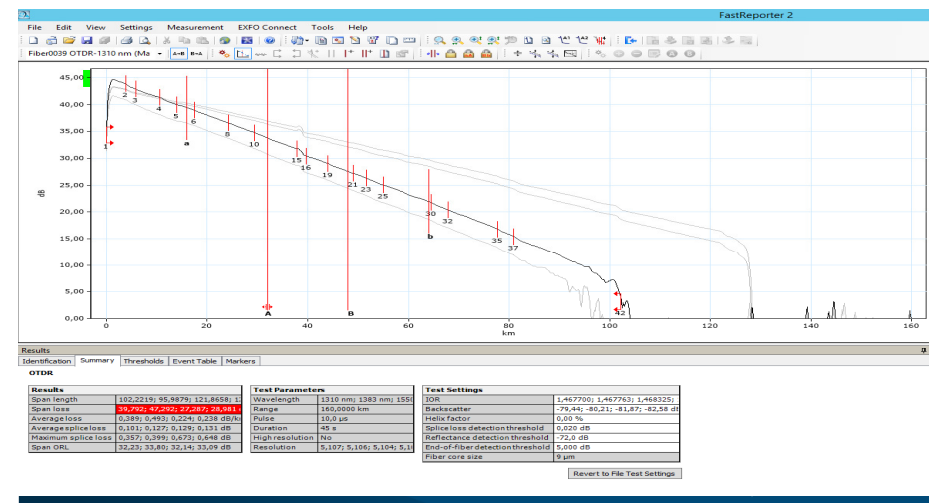
Měření útlumu OTDR

4 lambda OTDR 1310/1383/1550/1625 nm



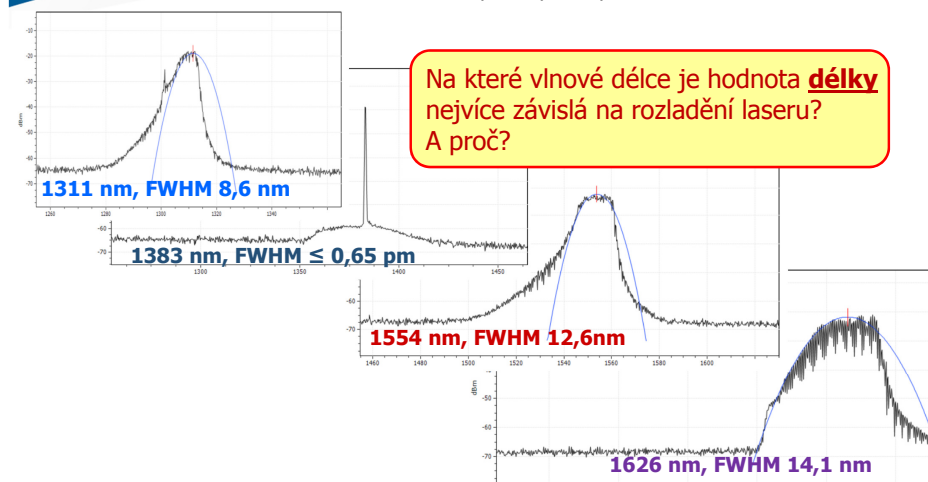
Měření útlumu OTDR

4 lambda OTDR 1310/1383/1550/1625 nm



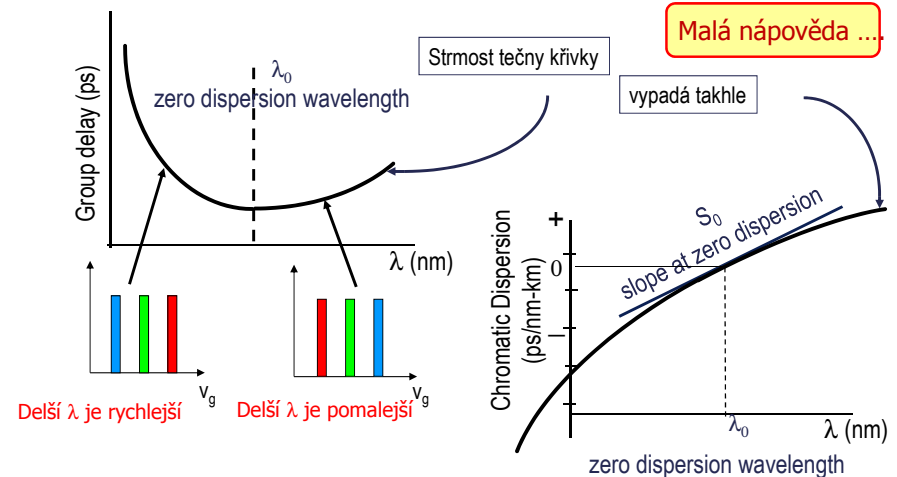
Měření délky pomocí OTDR

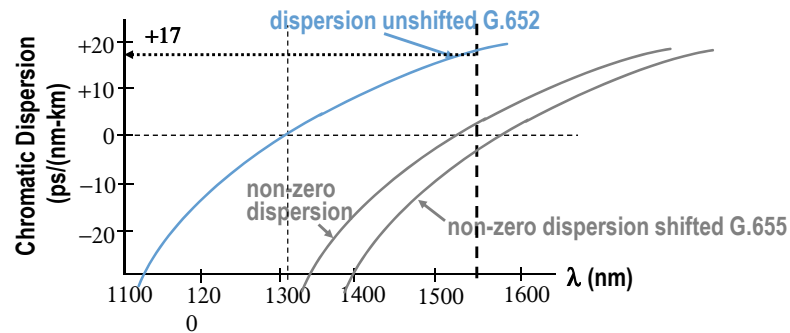
4 lambda OTDR 1310/1383/1550/1625 nm



Chromatická disperze

Různé λ se šíří s různou $v_g \rightarrow$ dorazí do RX v rozdílném čase





- G.652 má 17 ps/(nm.km) @ 1550 nm



- Identifikační mrtvá zóna EDZ (Event Dead Zone)
- Útlumová mrtvá zóna ADZ (Attenuation Dead Zone)

Jak mrtvá je **mrtvá zóna**?

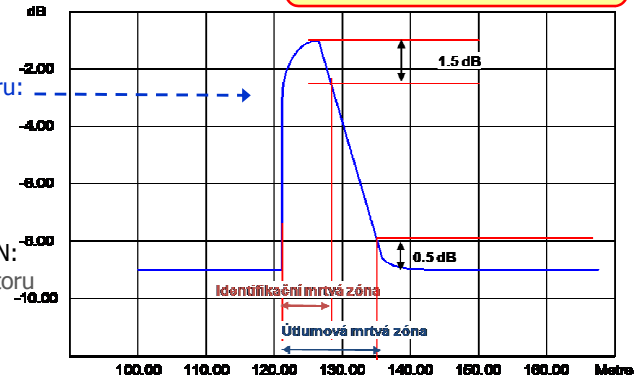
Definováno na PC konektoru:

R ≈ -45 dB, IL ≈ 0,5 dB

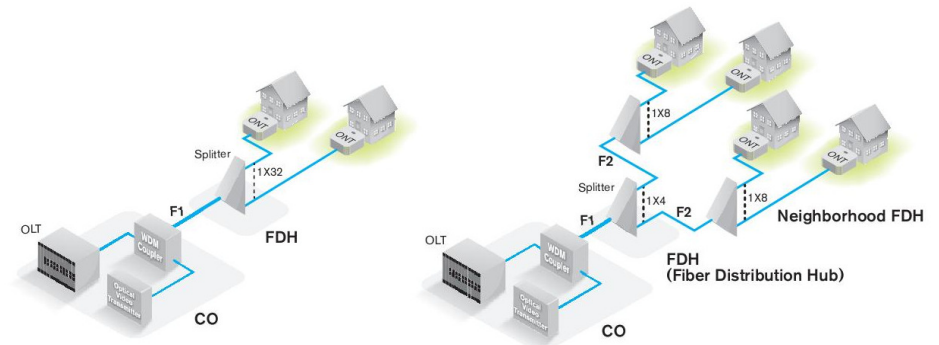
Jaká bude ADZ/EDZ na PON:

splitter 1:64 na APC konektoru

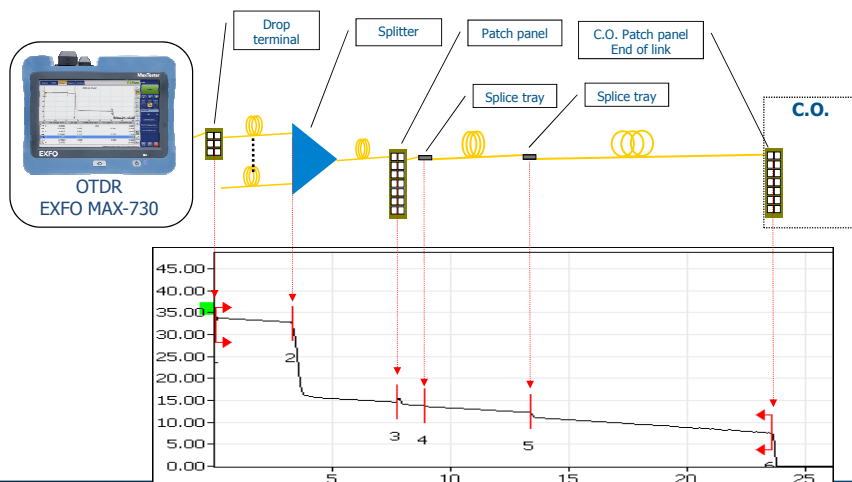
R ≈ -65 dB, IL ≈ 20 dB



Měření OTDR přes splityry



Upstream complete link characterization including splitter:

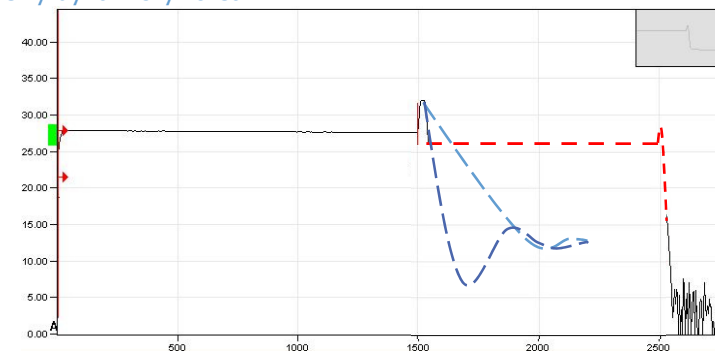


AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ ®

www.profiber.eu

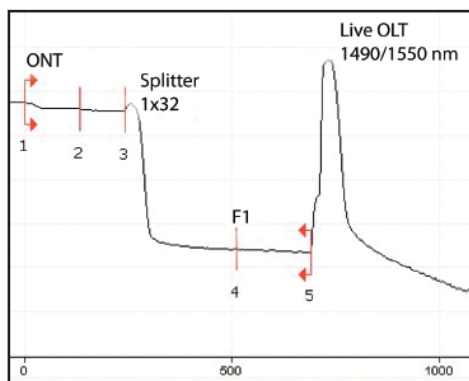
Co znamená PON ready?

- krátké mrtvé zóny?
- velký dynamický rozsah?



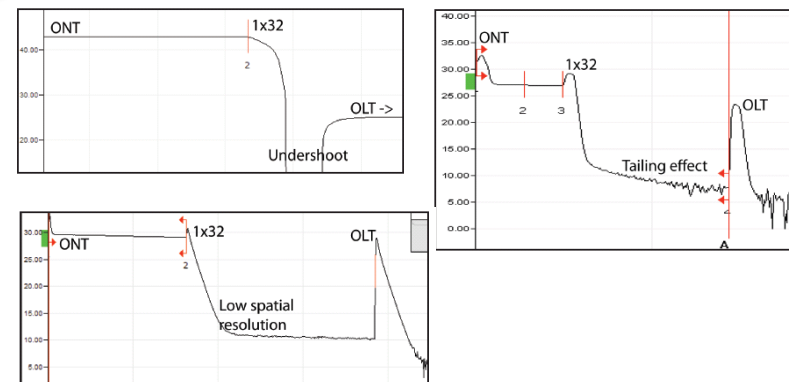
AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ ®

www.profiber.eu



AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ ®

www.profiber.eu



AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ ®

www.profiber.eu

the art of optical communication

PROFiber NETWORKING

iOLM – intelligent Optical Link Mapper

Power Meter Link View

0.0000 0.0030 1.0246 1.1235 3.1643 km

iOLM 1550 nm

Link loss: 12.092 dB

Link ORL: 41.30 dB

Global pass/fail status: **Fail**

Position (km)	Type	Wavelength (nm)	Loss (dB)	Reflectance (dB)
1.0246	Splitter 1:4*	1550	7.628	-59.8

Point to Point splitter rueckwaerts mit Makrobending1 auf 4 mit 1550nm...

AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ © www.profiber.eu

the art of optical communication

PROFiber NETWORKING

Jak vypadá náměr z OTDR

1. Kdo umí nastavit OTDR?
2. Kdo umí číst reflektogram?
3. Kdo umí korektně nastavit kurzory a odečíst hodnotu parametru?
4. Kdo umí spočítat nejistotu 1.-3.?

Kdo pozná místo nálezů?
Kde to je?

AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ © www.profiber.eu

the art of optical communication

3. Zvolit vhodnou měřicí techniku

(Podle metody zvolíme dostatečně přesný přístroj
Jaká je přesnost měření (nejistota měření)?

AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ ©

the art of optical communication

PROFiber NETWORKING

the art of optical communication

PROFiber NETWORKING

Jak prokazovat kvalitu optických tras ? Na jakém hřišti to hrajeme ?

stačí nám přesnost soupravy?

měřený parametr IL (dBm)

Kolik zaplatíme za vyšší přesnost? Můžeme si to dovolit?

mimo limit - nevyhovuje

Limit IL (dB)

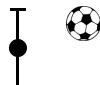
Běžná přesnost **vyšší přesnost**

0 dBm

1. Cíl akceptačního měření: vyřadit co určitě není v limitu.
2. Cíl akceptačního měření: garantovat co určitě je v limitu.

AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ © www.profiber.eu

Výsledek:

máme vyjádřenou nejistotu měření pro každý parametr 

můžeme měřit a rozhodnout o kvalitě.

3. Dodržovat postupy (kontrolovat a kalibrovat OTDR)

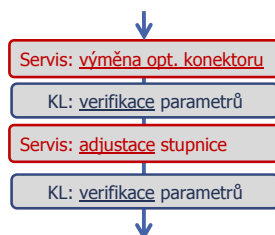
AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ ®

Kalibrace zdroja žiarenia

- Kontrola vlnovej dĺžky a spektrálnych charakteristík zdroja žiarenia
- Kalibrácia absolútnej úrovne optického výkonu naviazaného do vlákna

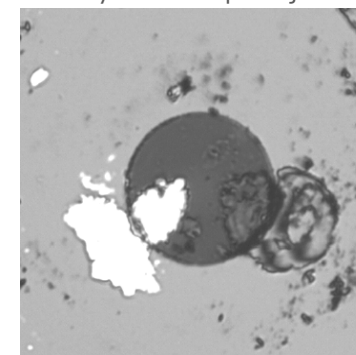
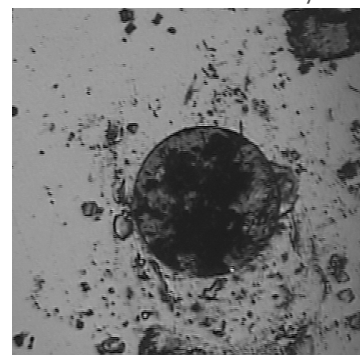
Kalibrácia OTDR

- Kalibrácia stupnice dĺžky
- Kalibrácia dynamického rozsahu
- Kalibrácia stupnice útlmu, linearity meradla
- Mŕtve zóny meradla



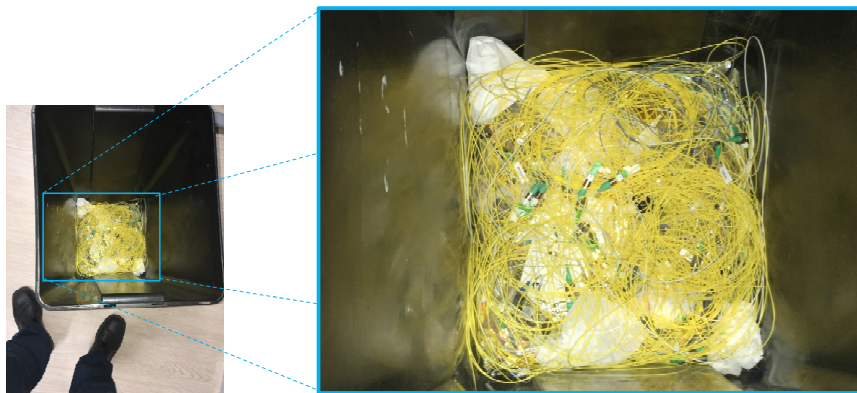
Poškodenie vstupno-výstupných konektorov

Poškodené konektory – reálne konektory zo servisu prístrojov:



Poškození vstupno-výstupních konektorů

Odpad z naší laborky (z kalibrací):



ISO 17025 AKREDITOVANÁ KALIBRAČNÍ LABORATOŘ A AUTORIZOVANÉ SERVISNÍ CENTRUM v Třnavě

www.profiber.eu

Jak přesné je vaše OTDR? - když je nakalibrované!

1/22

Co kalibrujeme?

Standardně:

1. Meranie dĺžky,
2. Dynamický rozsah
3. Mŕtve zóny (úľtmová, události/identifikační)
4. Linearita

Na vyžádání:

5. Vlnová délka
6. Stabilita zdroje (CW režim)
7. Mŕtve zóny (přes splitter 1:32, 1:64, 1:128 atd.)
8. .

Jak jednoduché

Měřit a věřit.

ISO 17025 AKREDITOVANÁ KALIBRAČNÍ LABORATOŘ A AUTORIZOVANÉ SERVISNÍ CENTRUM v Třnavě

www.profiber.eu

Kalibrační laboratoř akreditována SNAS pod číslem 527/K-101



ISO 17025 AKREDITOVANÁ KALIBRAČNÍ LABORATOŘ A AUTORIZOVANÉ SERVISNÍ CENTRUM v Třnavě

www.profiber.eu

Děkujeme. Přijďte se podívat

- Kdykoliv do Trnavy



... i jinde za námi.

... nebo my za Vámi.

děkujeme za pozornost

Jan Brouček, Ján Ďurovka

Kontakt:

info@profiber.eu

www.profiber.eu

PROFiber Networking CZ s.r.o.
Mezi Vodami 205/29
143 00 Praha 4

PROFiber Networking s.r.o.
Bernolákova 2
917 01 Trnava

22/22