



Kam kráčí telekomunikační sítě
Senec
2018

Měření v optické síti - různé požadavky operátorů

Bc. Anna Biernátová

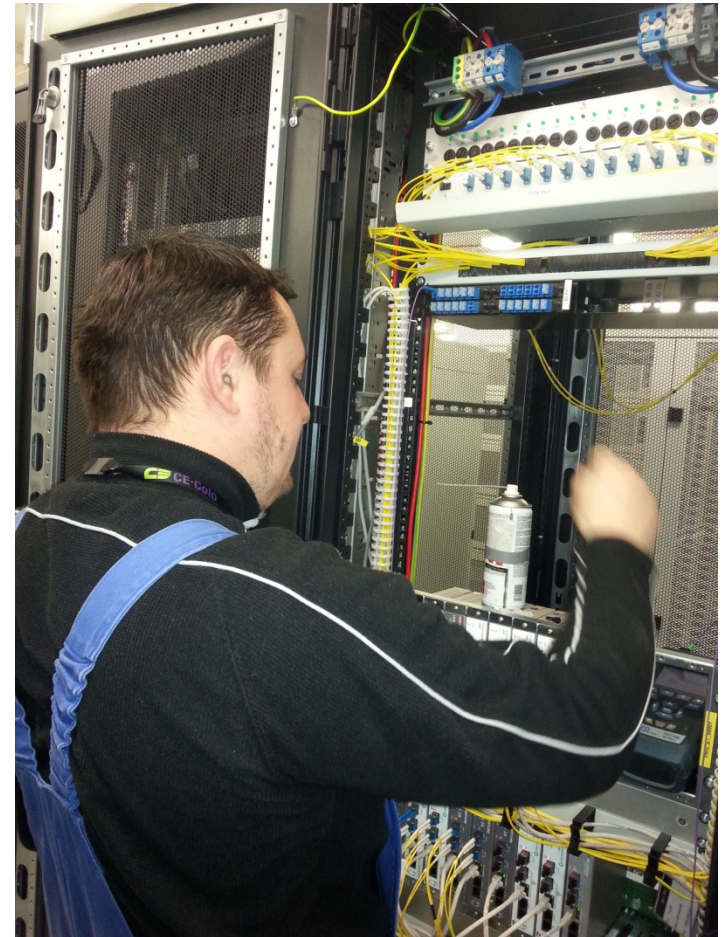
- Trasy v souběhu
- Společná ochranná trubka
- Společný optický kabel

Různá úroveň sítě:

- Páteřní
- Přístupová



- Nároky na optickou trasu se také liší na konkrétní úrovni sítě.
- Operátoři mají své požadavky na měření optické sítě a své limitní hodnoty.



- Limity jsou dány fyzikálními vlastnostmi materiálu.
- Jsou také částečně ovlivněny kvalitou výroby.
- Současné limity jsou uvedeny v normách.
- Výrobci je uvádí v katalogových listech.
- Velcí operátoři mají často uvedeny nejen co chtějí měřit, ale také konkrétní hodnoty, které vyžadují.

CO SE MĚŘÍ NA OPTICKÉ TRASE?



Přenosové vlastnosti optického vlákna jsou definovány fyzikálními zákony.

Významnými omezujícími vlastnostmi, které sledujeme, jsou **útlum** a **disperze** optických vláken:



- Útlum vyjadřuje ztrátu energie



- Disperze způsobuje zkreslení signálu

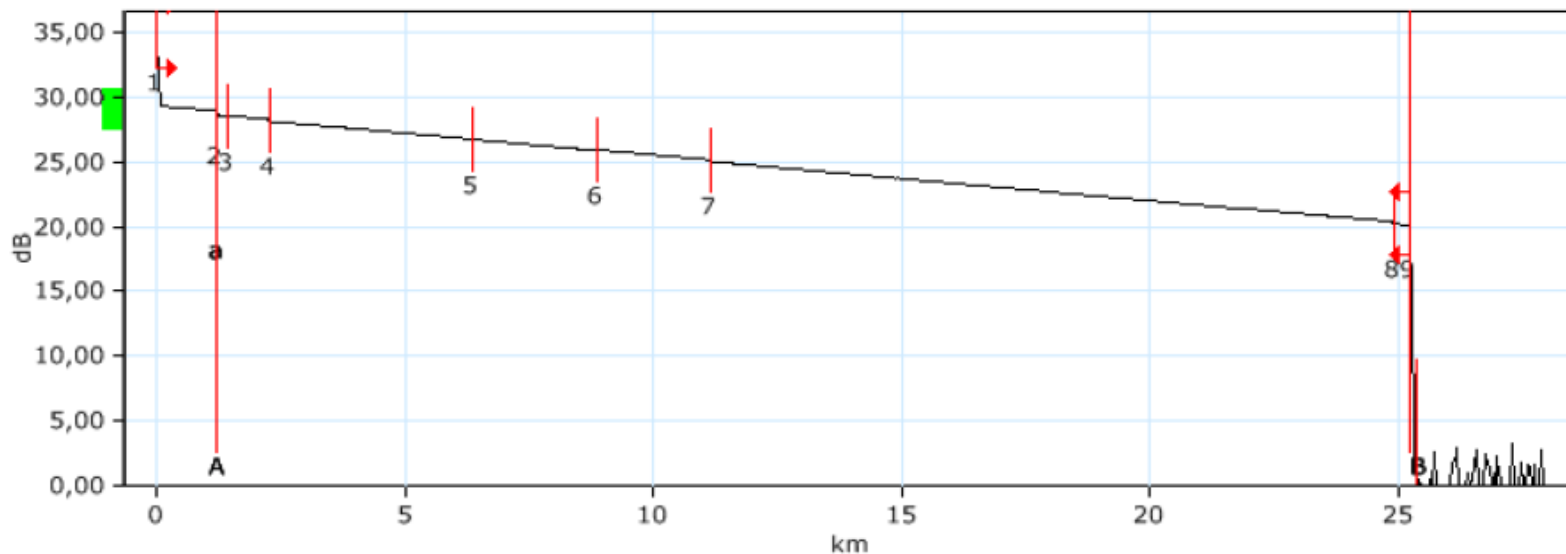


ÚTLUM OPTICKÝCH VLÁKEN



Útlum se měří dvěma metodami:

- **Vysílač a přijímač optického výkonu** - výsledkem měření je hodnota (jedno číslo) odpovídající celkovému útlumu měřeného vlákna.
- **Reflektometrická metoda (OTDR)** - výsledkem měření je křivka průběhu útlumu vlákna podél celé trasy.



VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ - Tabulka



Délka trasy L/OTDR: ??? /6514 [m] Param.: PA= 500 PB= 500 MZ= 100 SM= 100 LSA 5P

Vláčno číslo	Spojka 1			Spojka 2			Spojka 3			Spojka		
	měřeno			měřeno			měřeno			měřeno		
	z A	z B	střed	z A	z B	střed	z A	z B	střed	z A	z B	střed
25	0,038	-0,067	-0,014	0,076	0,068	0,072	0,101	-0,027	0,037			
26	0,055	-0,022	0,016	0,040	0,042	0,041	0,146	-0,014	0,066			
27	0,056	-0,041	0,008	0,011	0,014	0,013	0,020	0,038	0,029			
28	0,057	-0,053	0,002	0,038	0,036	0,037	0,007	0,029	0,018			
29	0,033	-0,072	-0,020	-0,002	0,000	-0,001	-0,029	0,056	0,014			
30	0,063	-0,058	0,003	0,020	0,010	0,015	0,098	-0,025	0,036			
31	0,023	-0,053	-0,015	0,042	0,049	0,045	0,101	-0,004	0,049			
32	0,020	-0,080	-0,030	0,033	0,032	0,033	0,022	-0,010	0,006			
33	0,035	-0,094	-0,030	0,051	0,030	0,041	-0,001	0,044	0,022			
34	0,049	-0,043	0,003	0,029	0,028	0,029	0,006	0,049	0,027			
35	0,049	-0,068	-0,009	0,050	0,036	0,043	0,047	0,076	0,062			
36	0,051	-0,062	-0,005	0,040	0,037	0,038	-0,002	0,027	0,013			
37	0,042	-0,072	-0,015	0,052	0,044	0,044	0,148	-0,083	0,032			
38	0,047	-0,064	-0,008	0,021	0,019	0,020	-0,055	0,082	0,014			
39	0,032	-0,054	-0,011	0,039	0,030	0,034	-0,005	0,035	0,015			
40	0,041	-0,065	-0,012	0,017	0,013	0,015	-0,005	0,010	0,003			

Link Results									
Fiber ID	Wavelength (nm)	Maximum Event Loss (dB)	Maximum Section Loss (dB)	Average Splice Loss (dB)	Average Section Loss (dB)	Span Length (km)	Span Loss (dB)	Span ORL (dB)	Number of Events
CD-T-VOD0001	1310	0,009	0,359	0,009	0,231	1,4193	0,471	---	3
CD-T-VOD0001	1550	0,001	0,206	0,001	0,140	1,4129	0,280	---	3
CD-T-VOD0002	1310	0,011	0,352	0,011	0,233	1,4126	0,476	---	3
CD-T-VOD0002	1550	0,030	0,202	0,030	0,125	1,4137	0,280	---	3
CD-T-VOD0003	1310	0,025	0,359	0,025	0,235	1,4166	0,494	---	3
CD-T-VOD0003	1550	0,048	0,165	0,048	0,103	1,4183	0,253	---	3
CD-T-VOD0004	1310	0,024	0,358	0,024	0,234	1,4116	0,492	---	3
CD-T-VOD0004	1550	0,043	0,177	0,043	0,123	1,4129	0,289	---	3

Disperze způsobuje zkreslení signálu. Významné jsou hlavně dva typy disperze, které měříme:

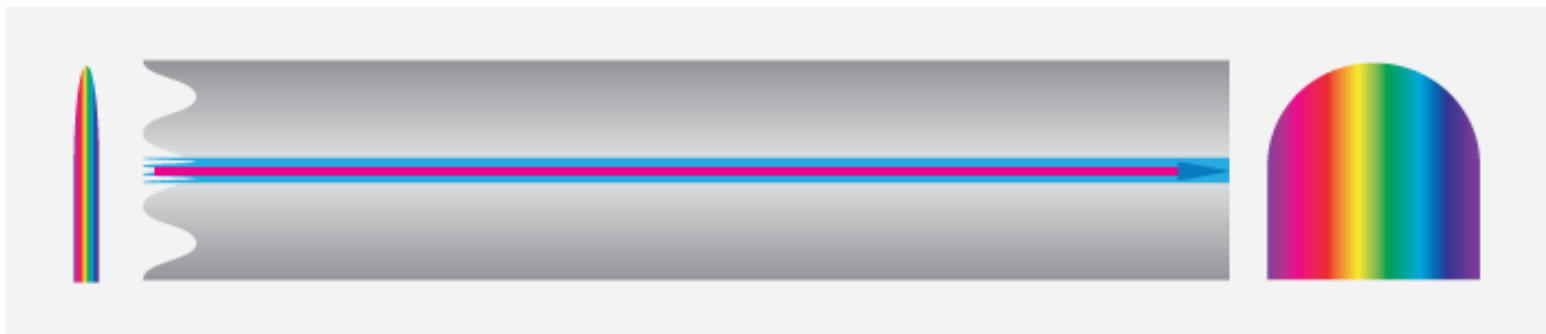
- Chromatická disperze (CD)
- Polarizační vidová disperze (PMD)



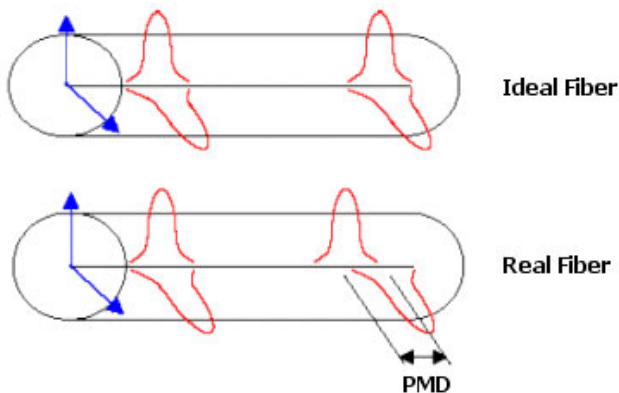
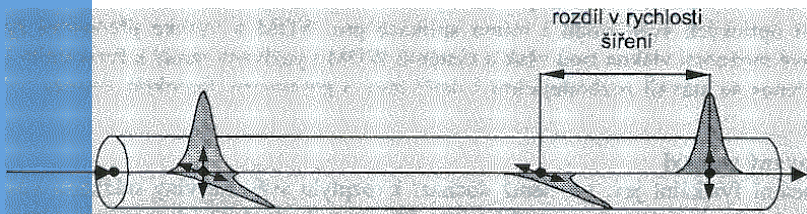
CHROMATICKÁ DISPERZE OPTICKÝCH VLÁKEN



- Velikost chromatické disperze optických vláken je daná jejich materiálem a výrobou a dále se nemění (např. instalací kabelů).
- Je možné ji změřit speciálním měřicím přístrojem.
- Při zjištění nadlimitní hodnoty lze tuto disperzi kompenzovat kompenzačním optickým vláknem se zápornou hodnotou CD nebo Braggovskými mřížkami.
- Pro velké operátory (např. pro jejich páteřní sítě) je měření CD již standardním požadavkem.



POLARIZAČNÍ VIDOVÁ DISPERZE - JAK VZNIKÁ?

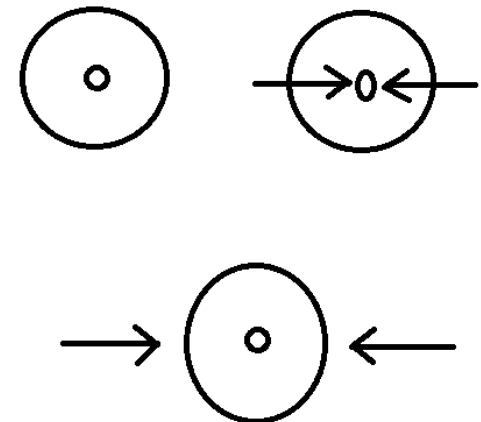


- V jednovidovém vlákně se šíří jeden vid, který má ale dvě ortogonální (na sebe kolmé) složky.
- Tyto složky si lze přestavit jako horizontální a vertikální.
- „Problém“ je, že se tyto složky šíří rozdílnými rychlostmi (díky vlastnostem materiálu - dvojlomu a díky geometrickým nesymetriím vlákna) a tím na konec vlákna nedorazí ve stejnou dobu - jedna složka má zpoždění.
- Zprůměrování tohoto zpoždění = PMD .

CO PMD OVLIVŇUJE?



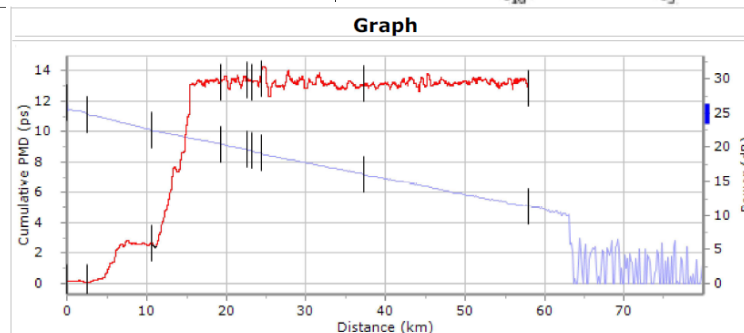
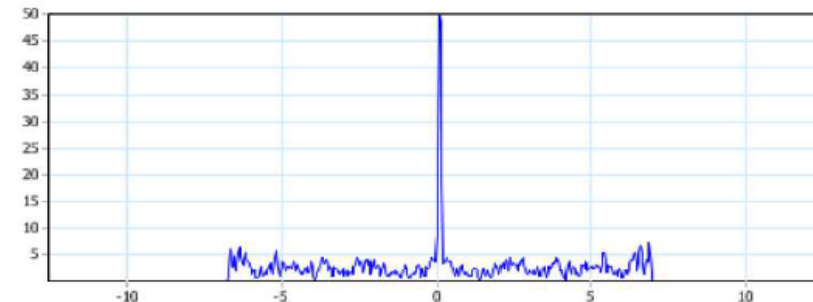
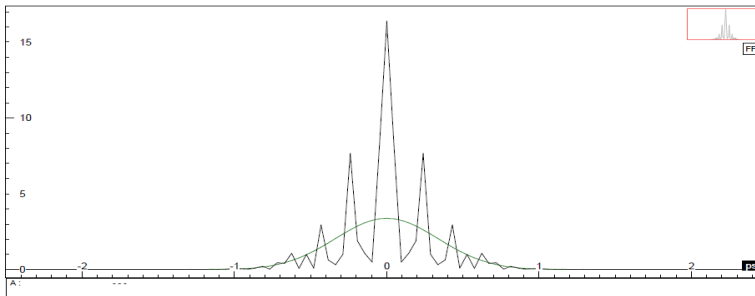
- Instalace optické trasy
- Teplotní závislost vlastností materiálu vlákna
- Mechanické namáhání a deformace vláken při jejich výrobě a při jejich zakabelování
- Mechanické namáhání a deformace při instalaci a montáži kabelů
- Mechanické namáhání při provozu
- Vibrace
- Kvalita vláken při výrobě:
 - geometrie vlákna - symetrie tvaru vlákna
 - geometrie vlákna - průřez vlákna
 - namáhání a deformace při výrobě



POLARIZAČNÍ VIDOVÁ DISPERZE



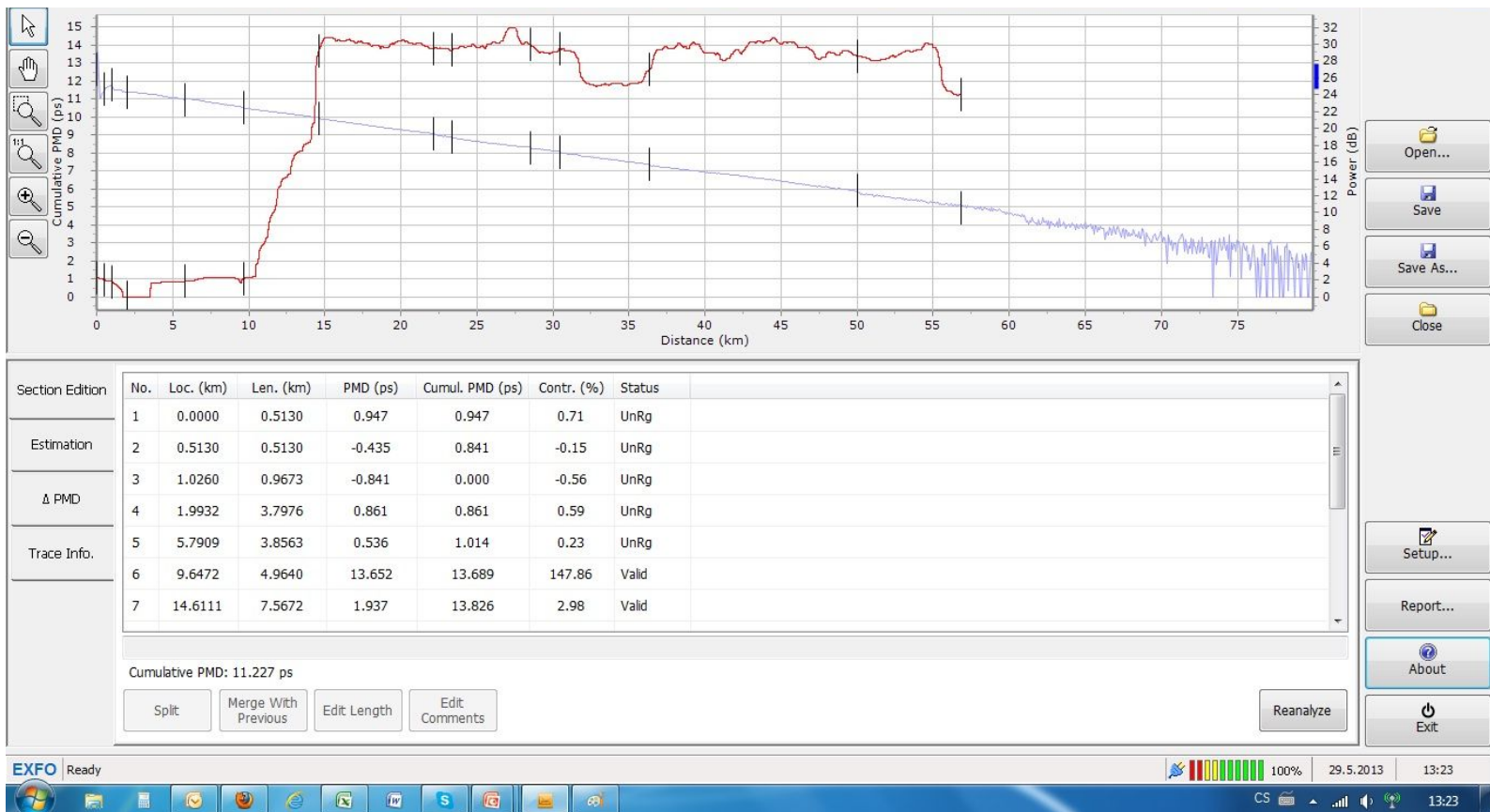
- Polarizační vidová disperze se mění => jinou PMD může mít vlákno z výroby a jinou může mít to samé vlákno v optické trase.
- Vysokou hodnotu PMD mohou mít vlákna starších optických kabelů a tras instalovaných před rokem 2000, kdy se PMD ještě nesledovala (ani ve výrobě ani na instalovaných trasách).
- PMD lze změřit různými typy měřicích přístrojů (přístroje mají různé metody a výstupy měření).



MĚŘENÍ QP-OTDR



V případě nadlimitní hodnoty PMD změřené „klasickou metodou“ (jediná číselná hodnota na úsek) je možno místo nárůstu PMD zjistit pomocí distribuovaného PMD měřicího přístroje.



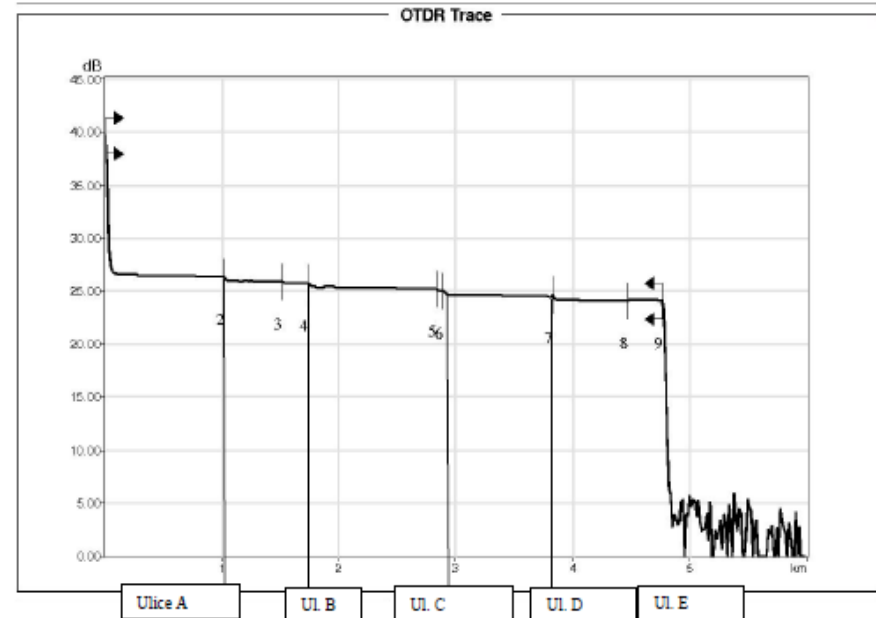
PŘÍKLAD MĚŘENÍ QP-OTDR: OPRAVA REÁLNÉ TRASY



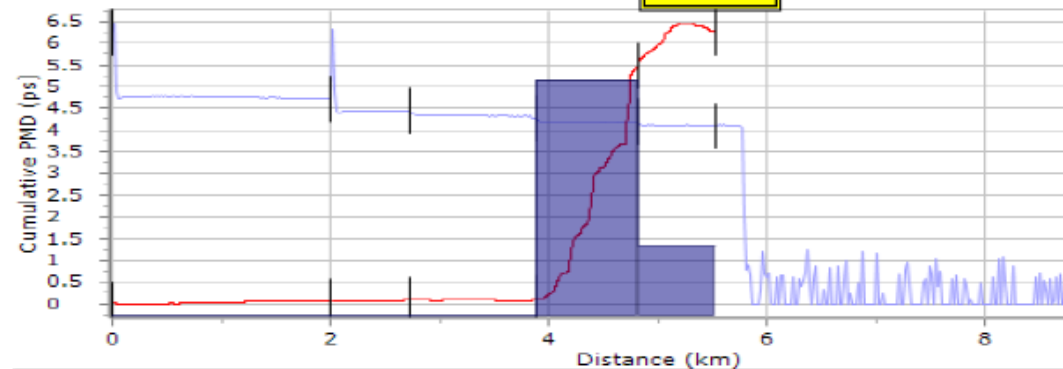
Prvotní hodnota PMD vlákna trasy změřená „klasickým“ přístrojem byla nadlimitní:
4,190 ps
koeficient PMD:
2,159 ps/√km

Následovalo měření QP-OTDR (viz graf vpravo dole). Úsek trasy s nadlimitní hodnotou PMD byl vyměněn.

Následná hodnota PMD vlákna trasy po opravě - změřena „klasickým“ přístrojem - s rezervou splňovala limit:
0,050 ps
koeficient PMD:
0,0259 ps/√km



OK 3681 OK 1425	OK 3127 OK 3129	OK 9a	OK 885 OK 1586 a OK 2210 a OK 3683
--------------------	--------------------	-------	---



- Komplexní měření telekomunikačních optických tras (včetně vypracování měřicích protokolů):
 - měření útlumu (vysílač a přijímač optického výkonu - Power Loss, metoda OTDR na vlnových délkách 1310, 1383, 1490, 1550, 1625 nm)
 - Měření polarizační vidové disperze (PMD)
 - Měření chromatické disperze (CD)
- Další měření
 - Měření rozložení PMD podél trasy (QP-OTDR)
 - Měření parametrů přenosových zařízení (DWDM s přenosovými rychlostmi 10, 40, 100 Gbit/s)
 - Měření kombinovaných zemních lan (na vedeních velmi vysokého napětí)
 - Servisní měření



Děkuji za pozornost.

Bc. Anna Biernátová

Tel: +420 725 051 365

Email: abiernatova@sitel.cz

www.sitel.sk

