	Ústav telekomunikací FEKT VUT v Brně	
	Protokol o provedeném měření	
	Měření útlumu sestavené ODN	
	Měření provedl:	Jan Šimoník
	Datum měření:	8. 3. 2018
	Okolní podmínky:	teplota 25 °C

Úvod

Cílem testu je provést měření útlumu sestavené optické distribuční sítě (ODN). Měření útlumu bude provedeno přímou metodou i metodou optické reflektometrie v časové oblasti (OTDR). Testovaná ODN je tvořena optickým kabelem celkové délky 1 km, tento kabel obsahuje 24 vláken. Na obou koncích optického kabelu jsou navařena optická vlákna opatřená konektory (pigtaily). Polovina konektorů je typu SC/UPC (modré konektory), druhá polovina SC/APC (zelené konektory). Po zhruba 200 metrech kabelu jsou provedeny sváry všech vláken, kabel nebyl navinutý v celkové délce. Útlum bude měřen pro jednotlivá vlákna, pro trasu délky 12 km tvořenou modrými konektory a spojkami, stejně tak i pro 12 km trasu tvořenou zelenými konektory a spojkami. Na závěr bude provedeno měření na kompletní trase délky 24 km. Metodou OTDR budou proměřeny pouze trasy délky 12 km a celková trasa délky 24 km. V tabulce 1 je uvedeno označení jednotlivých vláken optického kabelu a útlum svárů, jedná se o odhad provedený svářečkou. *Poznámka:* pořadí označuje umístění konektoru v optické spojce, barva vlákna ohraničená spojovníky značí žíhané vlákno, $A_{\text{Levá}}$ značí útlum sváru na levé straně, obdobně je označen útlum svárů na pravé straně ODN ($A_{\text{Pravá}}$).

Tab. 1: Přehled vláken optického kabelu.

Pořadí	Barva vlákna	Konektor	$A_{\text{Levá}}$ [dB]	$A_{\text{Pravá}}$ [dB]
01	-Hnědá-	SC/UPC	0,00	0,02
02	-Zelená-	SC/UPC	0,01	0,04
03	-Bílá-	SC/UPC	0,03	0,01
04	-Čirá-	SC/UPC	0,01	0,00
05	-Červená-	SC/UPC	0,03	0,03
06	-Fialová-	SC/UPC	0,03	0,02
07	-Tyrkysová-	SC/UPC	0,03	0,02
08	-Šedá-	SC/UPC	0,03	0,01
09	-Oranžová-	SC/UPC	0,03	0,01
10	-Žlutá-	SC/UPC	0,00	0,00
11	-Modrá-	SC/UPC	0,03	0,01
12	-Růžová-	SC/UPC	0,02	0,01
13	Hnědá	SC/APC	0,00	0,02
14	Zelená	SC/APC	0,02	0,01
15	Bílá	SC/APC	0,02	0,04
16	Čirá	SC/APC	0,01	0,03
17	Červená	SC/APC	0,00	0,00
18	Fialová	SC/APC	0,03	0,00
19	Tyrkysová	SC/APC	0,02	0,00
20	Šedá	SC/APC	0,03	0,00
21	Oranžová	SC/APC	0,03	0,01
22	Žlutá	SC/APC	0,00	0,04
23	Modrá	SC/APC	0,00	0,02
24	Růžová	SC/APC	0,01	0,00

Naměřené hodnoty

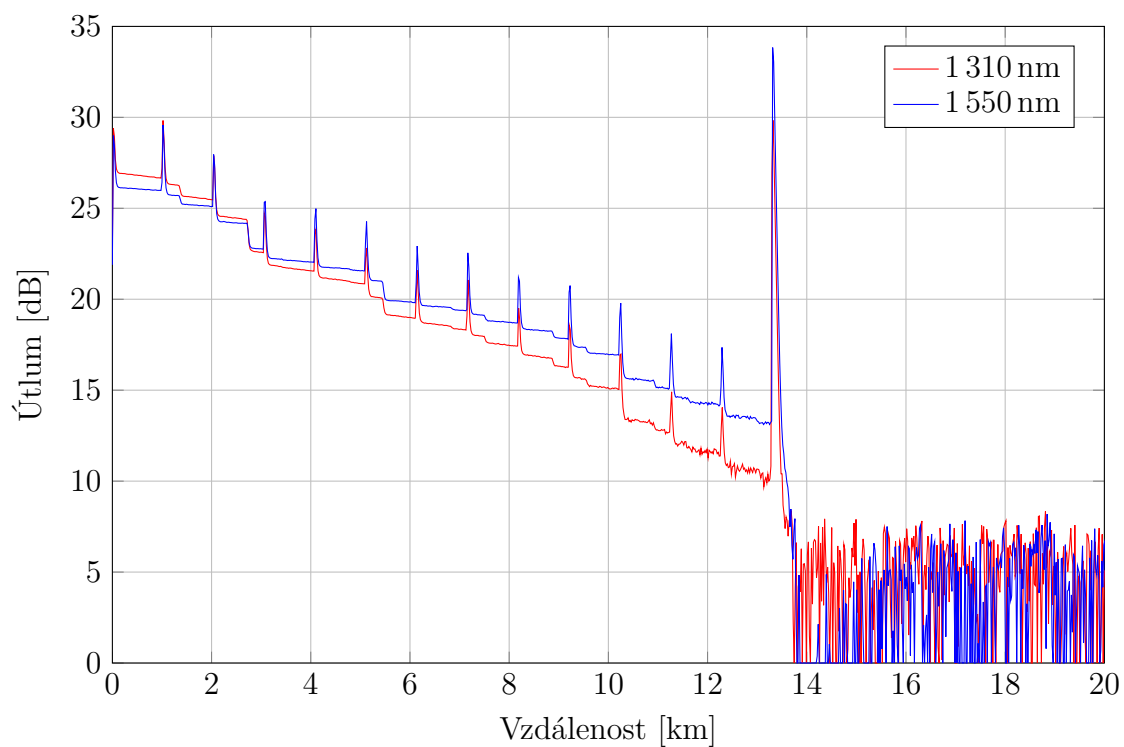
Tabulka 2 obsahuje hodnoty útlumu naměřené přímou metodou. Obrázek 1 zobrazuje OTDR náměr modré trasy délky 12 km a obrázek 2 OTDR náměr pro kompletní zelenou trasu (opět délky 12 km). Poslední z obrázků (obrázek 3) zobrazuje OTDR náměr kompletní trasy dlouhé 24 km. Útlum trasy změřený pomocí OTDR je uveden v tabulce 3, kromě hodnoty útlumu je uvedena i délka trasy a koeficient útlumu.

Tab. 2: Útlum optické distribuční sítě (výsledky přímé metody).

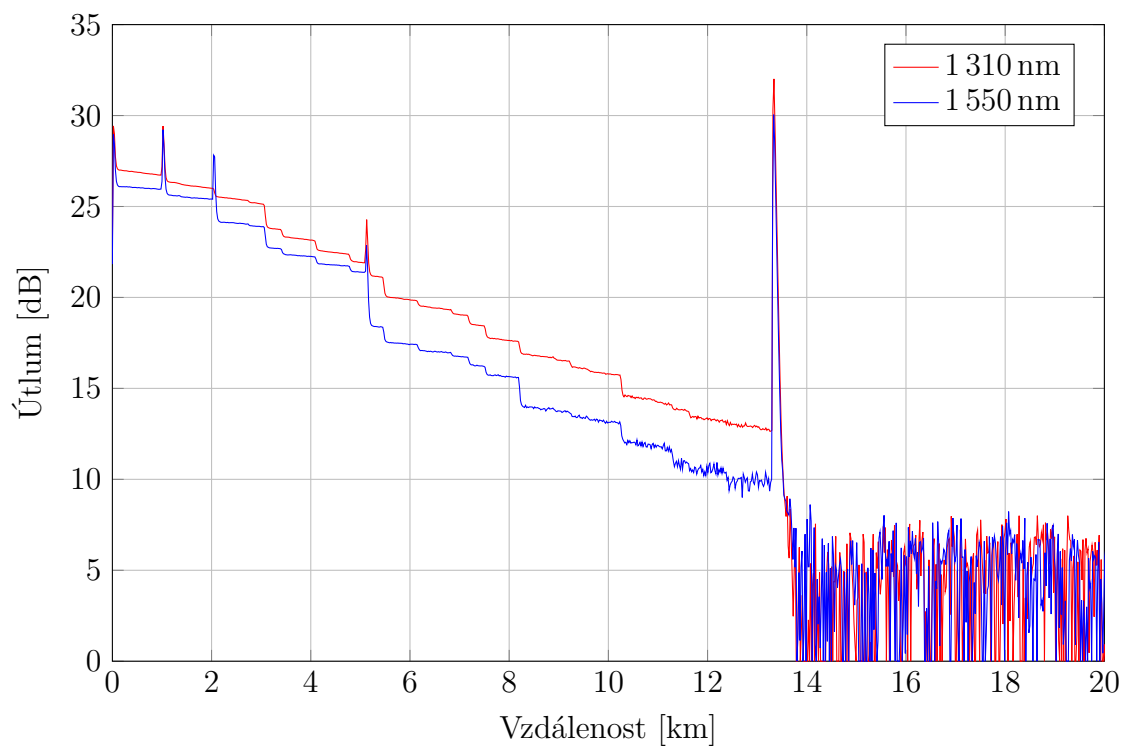
Vlákno	A_{1310} [dB]	A_{1550} [dB]	Vlákno	A_{1310} [dB]	A_{1550} [dB]
01	1,01	1,11	13	1,14	1,30
02	2,47	2,26	14	0,87	1,22
03	0,98	0,93	15	1,82	1,94
04	0,66	0,59	16	1,42	3,16
05	1,61	2,48	17	1,70	1,60
06	0,73	0,83	18	1,08	0,96
07	0,95	1,05	19	1,39	1,89
08	1,07	1,14	20	1,21	1,24
09	1,39	1,06	21	1,14	1,94
10	1,37	1,04	22	1,07	1,62
11	1,45	1,07	23	1,03	2,30
12	1,50	1,15	24	0,80	1,15
Modrá trasa	15,20	9,00	Zelená trasa	14,20	16,50
			Celkem	30,50	29,40

Tab. 3: Útlum optické distribuční sítě, výsledky metody OTDR.

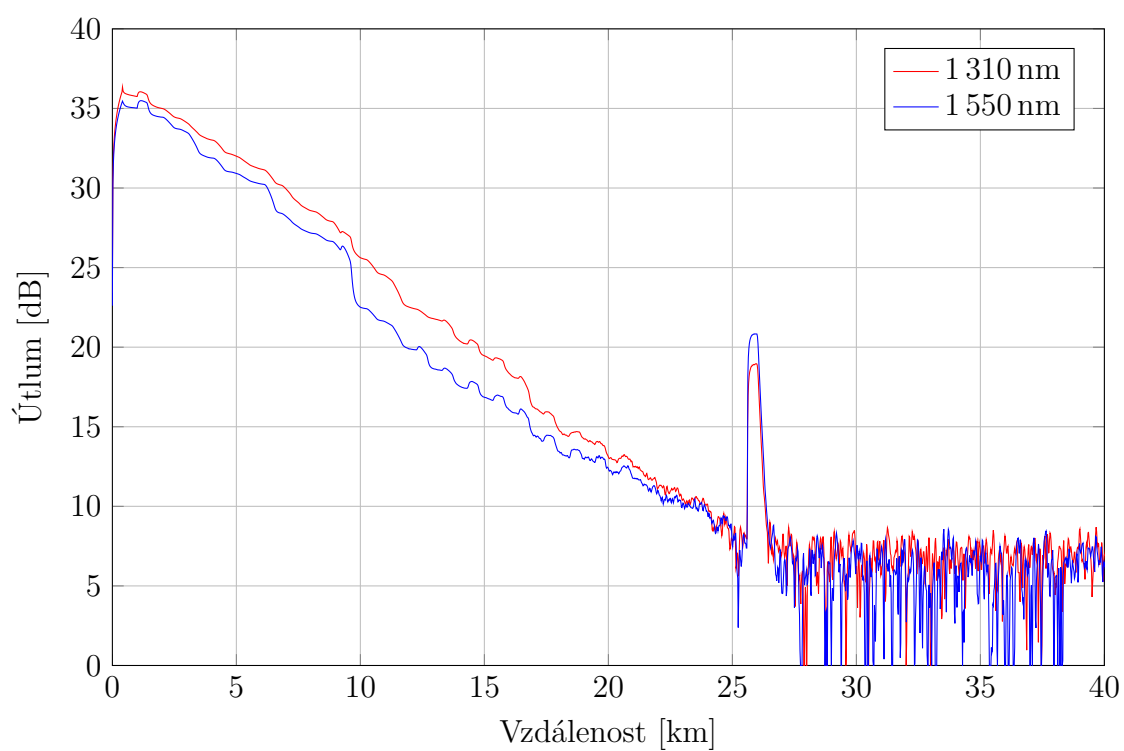
Trasa	λ [nm]	A_m [dB]	l [km]	α [dB/km]
Modrá	1 310	16,63	13,29	1,25
	1 550	12,93		0,97
Zelená	1 310	14,31	13,31	1,08
	1 550	16,29		1,22
Celková	1 310	27,92	25,60	1,09
	1 550	24,99		0,94



Obr. 1: OTDR náměr modré trasy (s konektory SC/UPC).



Obr. 2: OTDR náměr zelené trasy (s konektory SC/APC).



Obr. 3: OTDR náměr kompletní trasy.

Použité přístroje

- Zdroj záření EXFO FLS-600.
- Měřič výkonu EXFO FPM-600.
- OTDR přístroj EXFO FTB-400.
- ODN o celkové délce 24 km.
- Propojovací SM patchcordy G.652.
- Referenční SM vlákno G.652.
- Předřadné SM vlákno G.652 délky 1 km pro OTDR.

Závěr

Na sestavené optické distribuční síti bylo provedeno měření útlumu přímou metodou a metodou optické reflektometrie OTDR. Výsledky získané přímou metodou je možné brát jako nejpřesnější, metoda OTDR umožňuje analyzovat kompletní trasu a její části, výhodou je i grafické zobrazení závislosti útlumu na vzdálenosti, nicméně hodnoty útlumu získané touto metodou jsou brány jako referenční.

Přímou metodou byla proměřena jednotlivá vlákna kabelu, modrá a zelená trasa o délkách 12 km i celá ODN o délce 24 km. Pomocí OTDR byla proměřena kompletní trasa spolu s modrou a zelenou trasou. Po celou dobu měření byl kladen důraz na čistotu optických konektorů a spojek, které byly pravidelně čištěny.

Výsledný útlum kompletní trasy o délce 24 km je 30,50 dB pro vlnovou délku 1 310 nm a 29,40 dB pro vlnovou délku 1 550 nm. Tyto hodnoty spadají do útlumové třídy C standardu GPON.