

Vlastnosti optických vláken a WDM přenos

Pomůcky:

Optická vlákna, polohovací zařízení, osciloskop, optický vysílač – modul Tx, fotodetektor – modul Rx, válec

Úkoly:

1. Určit závislost útlumu na podélném vychýlení optických konektorů
2. Určit závislost útlumu na úhlovém vychýlení optických konektorů
3. Určit závislost útlumu na příčném vychýlení optických konektorů
4. Určit závislost útlumu na ohnutí optického vlákna
5. Určit spektrální závislost útlumu optických vláken

Teorie:

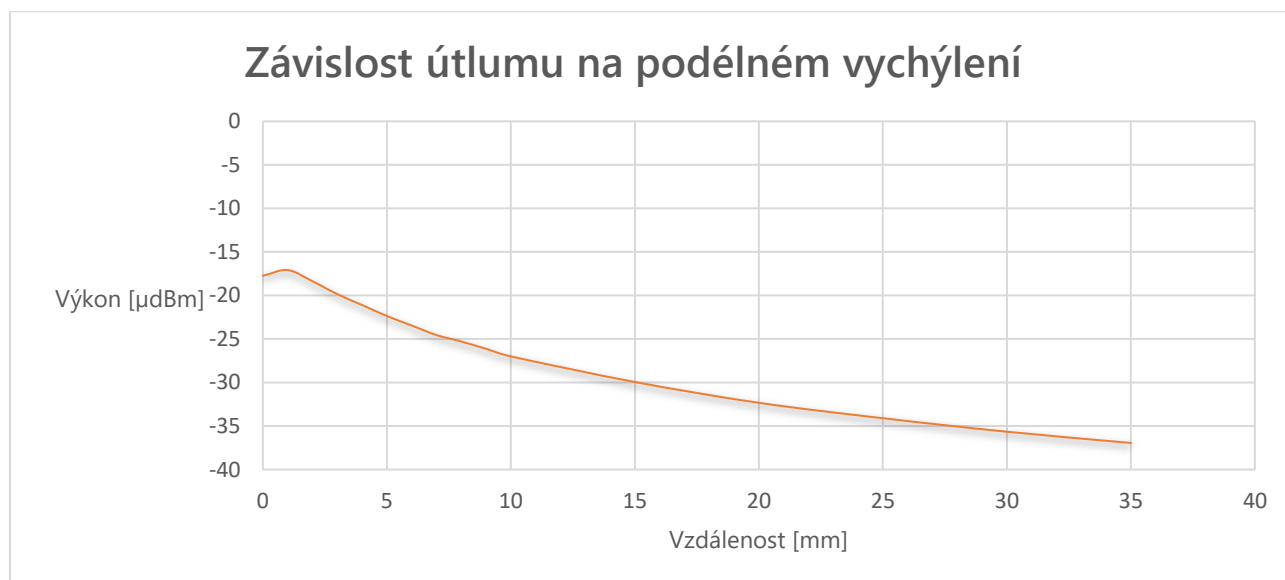
V této úloze se věnujeme vlastnostem optických vláken a rušivých jevů, které mohou efektivitu optického vedení snížit. Pro měření využijeme dvou laboratorních bloků. Blok Tx je vysílací a obsahuje zdroje záření. Blok Rx je přijímací a obsahuje fotodiody, zesilovače, vyhodnocovací a měřicí obvody.

Vypracování:

1. Určit závislost útlumu na podélném vychýlení optických konektorů

Vzdálenost konektorů [mm]	Výkon [dBm]	Výkon [dBm]/vypočtený	Výkon [μ W]
0	-17,74	-29,51	1,12
1	-17,09	-27,75	1,68
2	-18,37	-27,1	1,95
3	-19,85	-27,62	1,73
4	-21,1	-28,39	1,45
5	-22,36	-29,28	1,18
6	-23,45	-30,13	0,97
7	-24,55	-30,97	0,8
8	-25,29	-31,74	0,67
9	-26,13	-32,44	0,57
10	-27	-33,28	0,47
15	-29,94	-35,97	0,253
20	-32,33	-38,24	0,15
25	-34,1	-40,09	0,098
30	-35,65	-41,61	0,069
35	-36,94	-42,92	0,051

Dle vzorce $P_{dBm} = 10 \cdot \log(P_{\mu W})$ můžeme vypočítat hodnoty v dBm. Naměřené a vypočítané hodnoty se liší průměrně o 24.33%, vzorec nám v našem případě příliš skutečnosti neodpovídá. Mohlo se tak stát díky nepřesnému umístění při velikosti $x = 0$. (viz Graf: Závislost útlumu na podélném vychýlení).

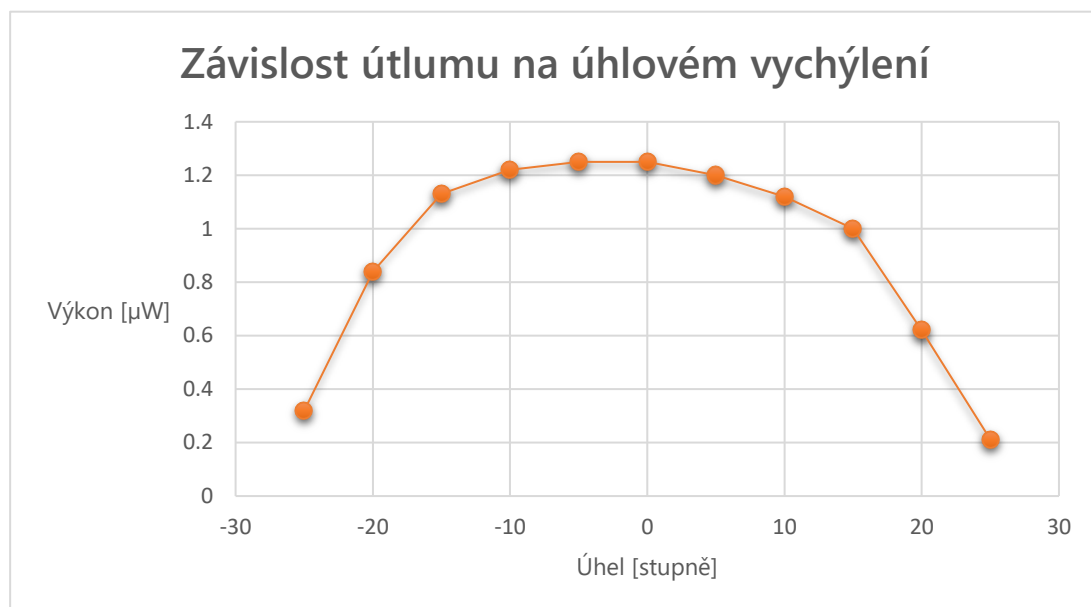


Ve vzdálenosti konektorů 0mm nebyly ve stejné výšce, což způsobuje navýšení výkonu v 2mm, kdy se vyrovnaly. Útlum je úměrný vzdálenosti, protože dochází k odrazům mimo optické vlákno.

2. Určit závislost útlumu na úhlovém vychýlení optických konektorů

Podobně jako v úkolu č. 1 jsme využili polohovacího zařízení a postupovali jsme podle popisu.

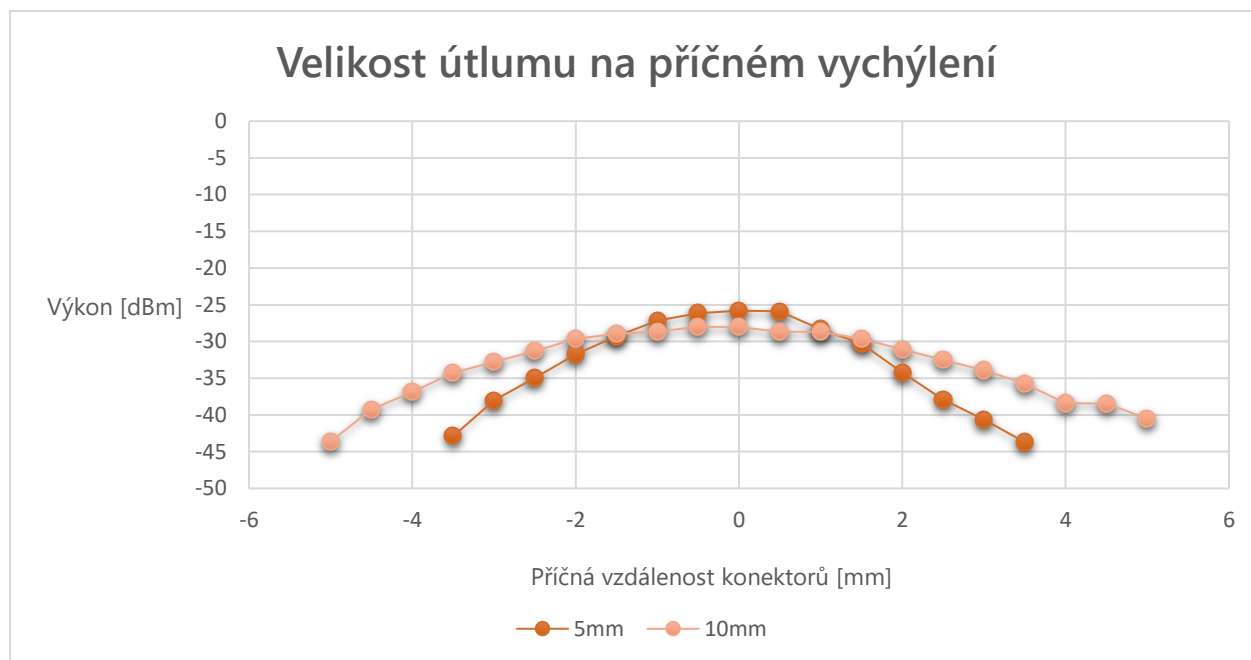
Úhel [stupně]	Výkon [μW]
25	0,212
20	0,62
15	1
10	1,12
5	1,2
0	1,25
-5	1,25
-10	1,22
-15	1,13
-20	0,84
-25	0,32



3. Určit závislost útlumu na příčném vychýlení optických konektorů

Příčné vychýlení [mm]	Výkon [dBm] při podélné vzdálenosti 5 mm	Výkon [dBm] při podélné vzdálenosti 10 mm
-5	Input too low	-43,6
-4,5	Input too low	-39,22
-4	Input too low	-36,88
-3,5	-42,88	-34,25
-3	-38	-32,76
-2,5	-34,97	-31,3
-2	-31,71	-29,64
-1,5	-29,28	-28,94
-1	-27,16	-28,64
-0,5	-26,17	-28
0	-25,8	-28,03
0,5	-25,89	-28,66
1	-28,33	-28,7
1,5	-30,3	-29,66
2	-34,2	-31,07
2,5	-37,92	-32,53
3	-40,6	-33,9
3,5	-43,71	-35,75
4	Input too low	-38,4
4,5	Input too low	-38,45
5	Input too low	-40,47

Při příčném vychýlení nad 4mm došlo v případě vzdálenosti 5mm k takovým ztrátám výkonu, že nebylo možno jeho hodnotu změřit. Pravděpodobně protože proud paprsků do vyústění prakticky vůbec nezasahoval. Při větší vzdálenosti dvou konektorů má příčné vychýlení menší vliv na celkový útlum. Zároveň ale také dochází ke ztrátám kvůli podélné vzdálenosti.



4. Určit závislost útlumu na ohnutí optického vlákna

Poloměr válce [cm]	Výkon [dBm]
1,5	-11,3
2	-10,2
2,5	-9,85
Nezkroucené vlákno	-4,85

Na průhledném optickém vlákně bylo jasně viditelné, kde dochází ke ztrátám, protože v daných místech z vlákna vystupovaly světelné paprsky viditelné pouhým okem, které při normálním použití nejsou vidět. Z pozorování je patrné, že čím menší je poloměr válce, tím větší jsou případné ztráty. Zároveň jsme také pozorovali, že v průhledném vlákně místy prosvitají paprsky, tedy bylo poškozeno a dochází k odrazům mimo něj i při nezkroucení.

5. Určit spektrální závislost útlumu optických vláken

Dioda č.	Vlnová délka [nm]	Výkon [dBm] (1 m)	Výkon [dBm] (50 m)
1	526	-15,4	-26,32
2	590	-18,7	-30,7
3	660	-4,11	-22,04
4	850	-24,13	-29,24 (2 m)

Různé vlnové délky jsou různě náchylné na přenos vodičem a mají různý útlum, což budeme simulovat při následujícím měření. U vlnové délky 850nm jsme museli zaměřit 50 m za 2 m kvůli velkým ztrátám

Nechť ΔU je rozdíl útlumů v dBm
 Nechť U_{km} je útlum na km v dBm

526nm

$$\Delta U = -15,4 - (-26,32) = 10,92 \text{ dB} / 49 \text{ m} \rightarrow U_{km} = 222,86 \text{ dB/km}$$

590nm

$$\Delta U = -18,7 - (-30,7) = 12 \text{ dB} / 49 \text{ m} \rightarrow U_{km} = 244,9 \text{ dB/km}$$

526nm

$$\Delta U = -4,11 - (-22,04) = 18 \text{ dB} / 49 \text{ m} \rightarrow U_{km} = 367,96 \text{ dB/km}$$

526nm

$$\Delta U = -24,13 - (-29,24) = 5,11 \text{ dB} / \text{m} \rightarrow U_{km} = 5110 \text{ dB/km}$$

Závěr:

Při měření jsme mohli pozorovat základní principy přenosu světla optickým vláknem. Zjistili jsme, že při vychýlení a oddálení konektorů dochází ke značným ztrátám. Také při ohybech s menším poloměrem dochází ke ztrátám na výkonu. Na celkový útlum má vliv i sama vlnová délka vysílaného signálu - protože delší vlnové délky se snadněji ohýbají, dochází u nich k větším ztrátám. To jsme ověřili pokusem, kdy jsme se skrz 50m optické vlákno podívali do bílého světla a pozorovali pouze kratší vlnovou délku v podobě zelené barvy.

Bohuže jsme nestihli provést všechna měření z důvodu nedostatku času na měření.