

Název a číslo úlohy	Úloha č. 8 Vlastnosti optických vláken a optické senzory
Datum měření	5. 4. 2011
Měření provedli	Tomáš Zikmund, Jakub Kákona
Vypracoval	Jakub Kákona
Datum	
Hodnocení	

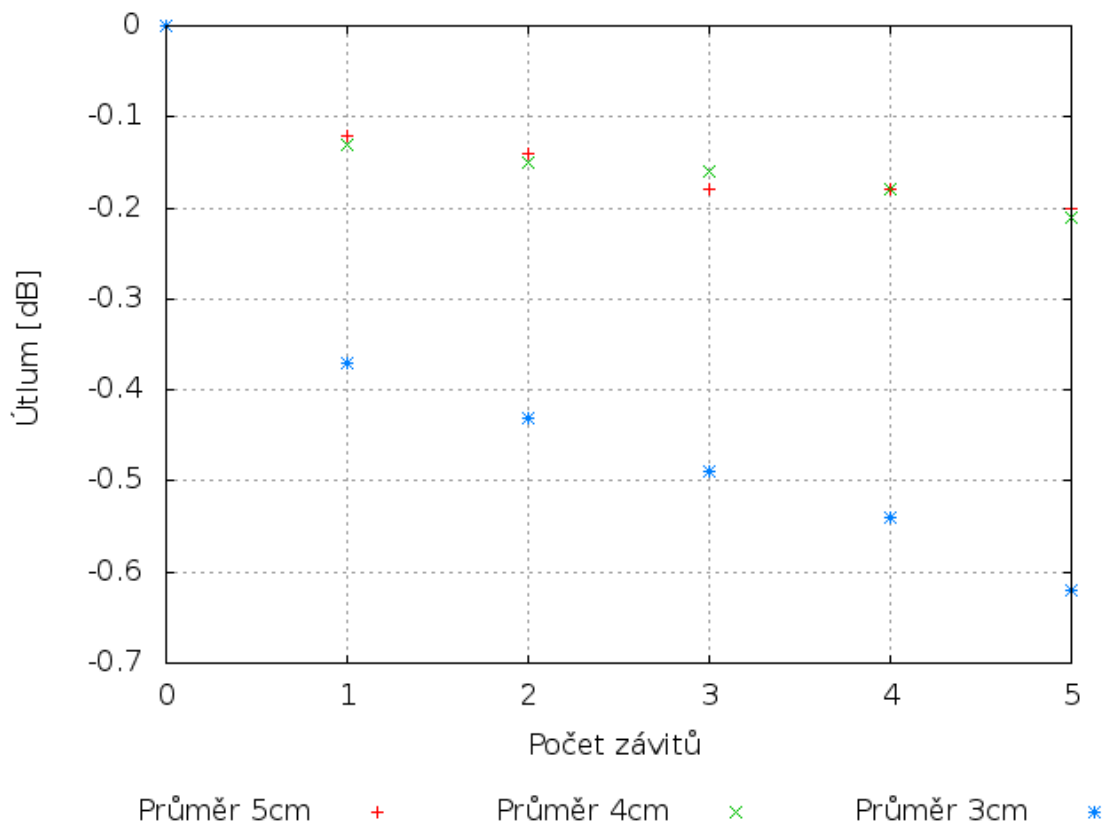
1 Navázání He-Ne LASERu do vlákna

Nejdříve bylo třeba navázat do vlákna co největší optický výkon z He-Ne laseru, který jsme v úloze měli k dispozici. Na optickém stole byl předpřipravený přípravek skládající se z křížového stolku s drážkou pro vlákno a justovacího stolku s mikroobjektivem skrz který procházel svazek z LASERu.

Zkoušeli jsme několik metod včetně uchycení pomocí přiložených magnetů, ale vzhledem k tomu, že drážka v držáku pro vlákno byla podstatně větší než průměr vlákna, tak nejlepšího výsledku jsme dosáhli, když jsme odizolované a na lamačce zalomené vlákno uchytili na dně drážky pomocí dvou papírových polštářků přilepených samolepkou k držáku. Tím se nám podařilo navázat do vlákna výkon 107uW.

2 Útlum vlákna v závislosti na ohybu

Útlum ohybu na vláknech jsme měřili tak, že jsme plastový světlovod postupně navíjeli na válečky různých průměrů. Naměřené výkony a vypočtené hodnoty útlumů jsou uvedeny v tabulce.



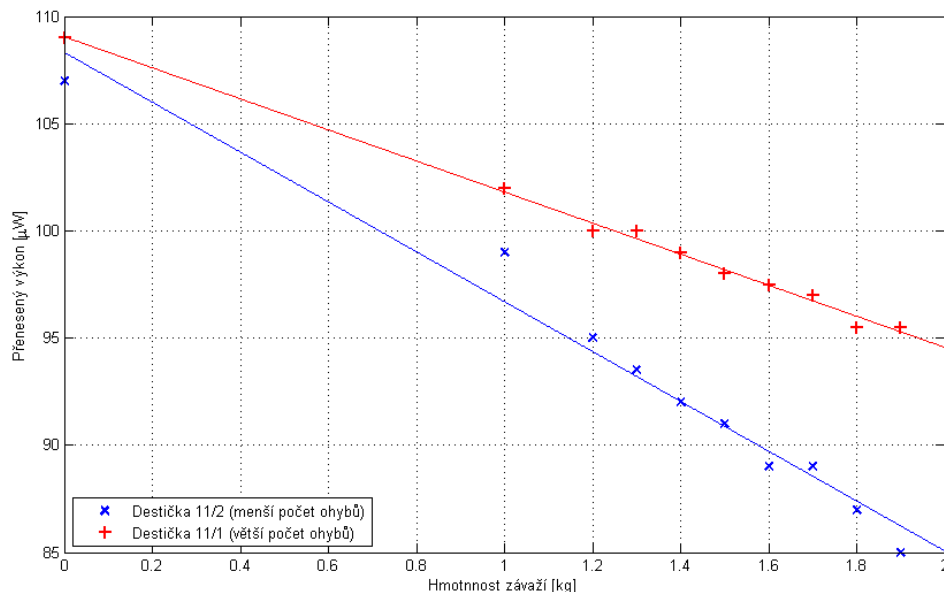
Obrázek 1: Útlum vlákna navinutého na válečky různých průměrů

Tabulka 1: Útlum vlákna v závislosti na ohybu.

Váleček 12/6 – vnější průměr 5 cm		
počet ohybů	přenesený výkon [uW]	Útlum [dB]
0	5810	0
1	5650	-0,12
2	5620	-0,14
3	5580	-0,18
4	5570	-0,18
5	5550	-0,2
Váleček 12/5 – vnější průměr 4 cm		
počet ohybů	přenesený výkon [uW]	Útlum [dB]
0	5750	0
1	5580	-0,13
2	5550	-0,15
3	5540	-0,16
4	5520	-0,18
5	5480	-0,21
Váleček 12/4 – vnější průměr 3 cm		
počet ohybů	přenesený výkon [uW]	Útlum [dB]
0	5712	0
1	5243	-0,37
2	5176	-0,43
3	5103	-0,49
4	5047	-0,54
5	4947	-0,62

3 Mikroohyby na vlákně

Mikroohyby na vlákně jsme vytvořili zavedením dvou závitů sklěněného vlákna mezi destičky ovinuté drátem. Zatěžování závaží pak způsobovalo deformaci vlákna a útlum procházejícího záření. Měření jsme prováděli na dvou destičkách s různou hustotou závitů drátu.



Obrázek 2: Útlum vlákna stlačeného mezi dvě drátem ovinuté destičky v závislosti na zátěži

Tabulka 2: Útlum vláken v závislosti na zatížení mikroohybových destiček.

hmotnost závaží [kg]	Destička 11/2		Destička 11/1	
	přenesený výkon [uW]	Útlum [dB]	přenesený výkon [uW]	Útlum [dB]
0	107	0	109	0
1	99	-0,34	102	-0,29
1,2	95	-0,52	100	-0,37
1,3	93,5	-0,59	100	-0,37
1,4	92	-0,66	99	-0,42
1,5	91	-0,7	98	-0,46
1,6	89	-0,8	97,5	-0,48
1,7	89	-0,8	97	-0,51
1,8	87	-0,9	95,5	-0,57
1,9	85	-1	95,5	-0,57

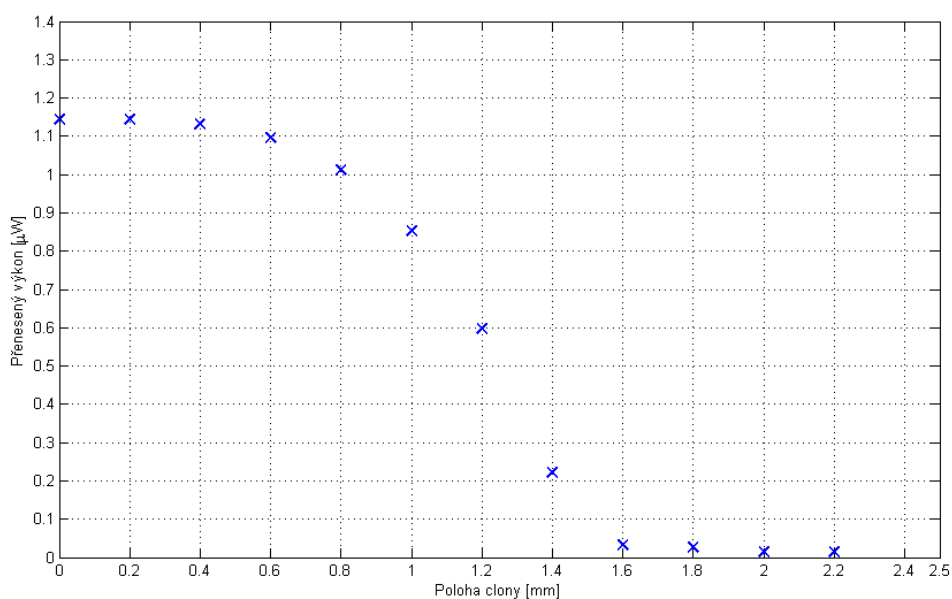
Výsledky měření vypovídají, že na destičce s větší hustotou závitů drátu docházelo při stejné zátěži k menšímu útlumu. Což je zřejmě způsobeno rozkladem síly do větší plochy a tím snížení velikosti ohybů jádra a toto zlepšení převažuje nad zvýšením počtu ohybů.

4 Clona v průřezu vlákna

Pro toto měření jsme mezi dva konce platových světlovodů umístili clonu, připevněnou na šroub tak aby s ní bylo možné posouvat a tím měnit zastínění vláken.

Tabulka 3: Přenos mezi vlákny oddělenými clonkou.

Pozice [mm]	přenesený výkon [uW]
0	1,145
0,2	1,145
0,4	1,131
0,6	1,097
0,8	1,012
1	0,852
1,2	0,597
1,4	0,223
1,6	0,033
1,8	0,026
2	0,015
2,2	0,015



Obrázek 3: Průběh přenosu rozděleného vlákna vzhledem k pozici clony

5 Vliv prostředí na přenos vlákna

Vliv prostředí na přenos vlákna jsme zkoumali ponořením ohybu z plastového vlákna do kapalin s různým indexem lomu. Naměřené výsledky jsou uvedeny v tabulce.

Lineární interpolací naměřených hodnot jsme určili index lomu neznámé kapaliny jako $n=(1,455 \pm 0,05)$ a běžná bezpečná kapalina s nejbližším indexem lomu je glycerol $n=1,473$.

Tabulka 4: Vliv typu kapaliny obklopující vlákno na přenesený výkon.

	přenesený výkon [uW]	Index lomu [-]
ethanol	0,888	1,36
voda	0,965	1,33
Olej 1,520	0,735	1,52
Olej 1,515	0,730	1,52
neznámá kap.	0,780	(1,455 -/+ 0,05) (Glycerol 1,473)
vzduch	1,524	1
IPA (isopropylalkohol)	0,825	1,38

6 Vyzařovací charakteristika zakončení vlákna

Pro toto měření byl použit demonstrační plastový vlnovod zakončený kolmo na svojí osu. Umístěný byl v pevném držáku okolo nějž bylo možné otáčet jiným vláknem stejného typu, které bylo odvedeno do snímače výkonu.

Tabulka 5: Vyzařující charakteristika konce vlákna měřená jiným optickým vláknem.

úhel [°]	přenesený výkon [uW]
0	1,880
5	1,706
10	1,522
15	1,245
20	1,039
25	0,619
30	0,410
35	0,237
40	0,131
45	0,079
50	0,051
55	0,043

Z polynomiálního fitu naměřených dat lze určit hodnotu maximalního výkonu 1,88 uW . Pak 5% maximalního výkonu (Pozadavek na měření numerické apertury) odpovídá 0,094 uW a tato hodnota se nachází na 42,56° od osy vlákna. A výsledná naměřená numerická apertura vlákna tedy je $NA = 0,676$.

7 Typy optických senzorů

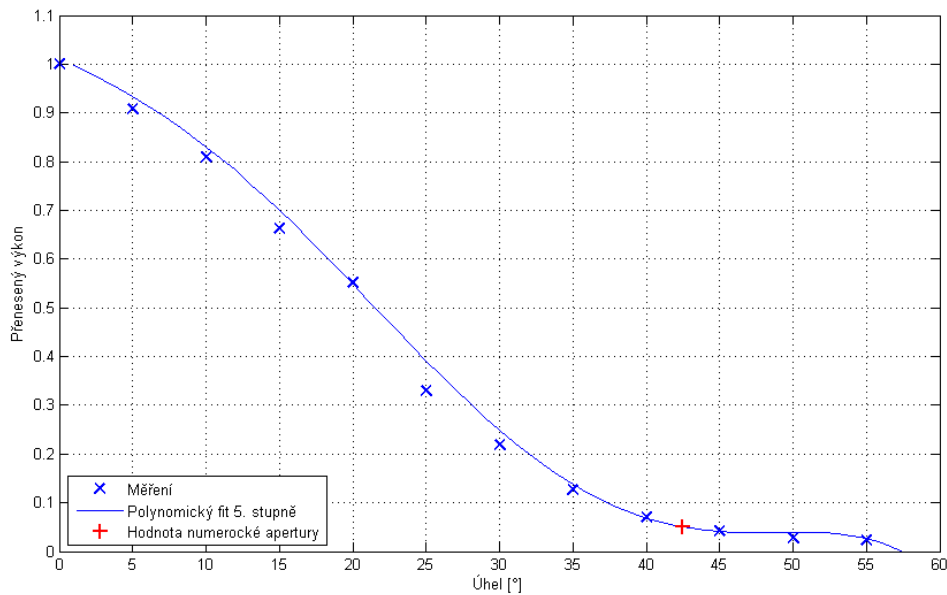
Lze snadno ověřit, že v praxi se běžně používají minimálně tyto typy vláknových senzorů Tlak <http://www.opsens.com/en/industries/products/pressure/>

Teplota <http://www.opsens.com/en/industries/products/temperature/>

Napětí <http://www.opsens.com/en/industries/products/strain/osp-a/>

A posuv <http://www.opsens.com/en/industries/products/displacement/odp-a/>

I když tato čidla nejsou založena přímo na vlastnotech změny indexu lomu tak, jak je tomu v obsahu úlohy.



Obrázek 4: Průběh výkonu vyzařovaného z plastového vlákna do prostoru v závislosti na úhlu

Dalším zajímavým čidlem využívající optické vlákno je také vláknový gyroskop <http://www.tritech.co.uk/products/products-fibre-optic-gyro.htm>

8 Diskuse

1. Do vlákna se nám pomocí přípravku podařilo navázat optický výkon 107uW. Pravděpodobně by mohlo být dosaženo lepšího výsledku lepším seřazením horizontální roviny LASERu a vlákna. Neboť nyní musel být fokusační objektiv mírně sklonněný, aby ohnisko dopadalo na jádro vlákna. A v důsledku toho došlo ke zhoršení podmínek navázání na vlákno.
2. Měřeními jsme ověřili, že přenos optického plastového světlovodu silně klesá se zmenšujícím se poloměrem ohybů.
3. Deformací vlákna pomocí destiček jsme ověřili, že pro útlum vlákna není tolik podstatná velikost příčného tlaku, ale poloměr způsobených ohybů na vlákně.
4. Posouváním pozice clonky mezi rozděleným vláknem jsme zjistili, že takovýto transmisní senzor je relativně vhodný pro zjištění přítomnosti předmětu. Ale nehodí se příliš na měření jeho pozice, rozsah měření polohy je příliš nízký a navíc není lineární vzhledem k pozici předmětu.
5. Měřeními útlumu ohybu v různých kapalinách jsme určili neznámou látku jako glycerol. Pro lepší přesnost měření by ale bylo třeba, aby odraz v ohybu byl lépe definovaný a neducházelo snadno ke změnám při manipulaci se senzorem.
6. Zjistili jsme že numerická apertura plastového světlovodu je celkem očekávatelně poměrně velká (0,676).
7. Optické senzory mohou pracovat s různými principy detekce a jsou často konstruovatelné i pro extrémní podmínky a mají proto široké uplatnění v různých oblastech průmyslu.

Reference

- [1] Kolektiv KFE FJFI ČVUT: *Úloha č. 8 - Vlastnosti optických vláken a optické senzory*, [online], [cit. 13. dubna 2011], http://optics.fjfi.cvut.cz/files/pdf/ZPOP_08.pdf