

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta elektrotechnická

LABORATORNÍ ÚLOHA Č. 1

Měření vlastností optického vlákna

Vypracovali: Jan HLÍDEK & Lukáš TULACH

V rámci předmětu: Telekomunikační systémy a sítě (X32TSS)

Měřeno: 12.3.2007 12:45 až 14:15

1. ÚVOD

Úloha se skládá ze dvou úkolů:

- 1) Určení vlivu změny vlnové délky záření procházejícího optickým kabelem na útlum použitého vlákna.
- 2) Změření W / A charakteristik zdrojů optického záření.

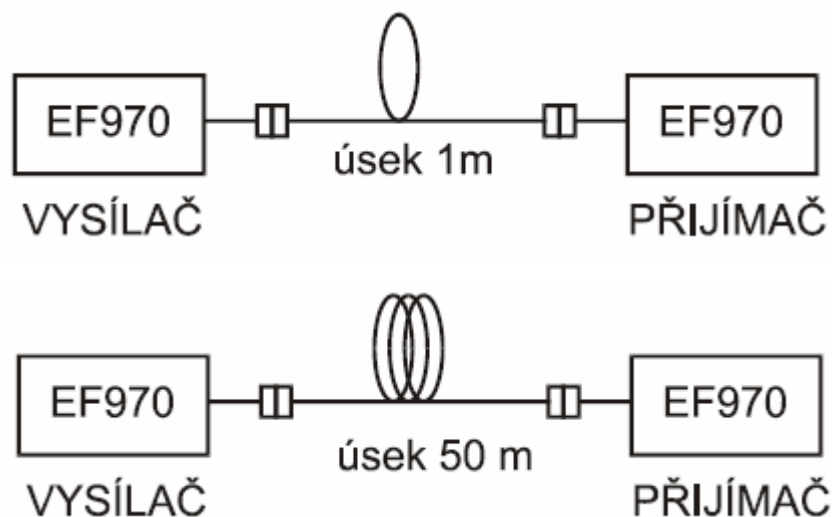
K měření je využito výukového celku EF-970 firmy PROMAX. Sestává z vysílače, přijímače a sady vláken. Je možné využít záření o různých vlnových délkách, přičemž danou vlnovou délku vždy poskytuje jeden ze šesti výstupů. Proud pro buzení optických zdrojů je možno regulovat, čímž se lze dostat k uvažovaným charakteristikám.

2. TEORETICKÝ ROZBOR

Existují různé metody měření útlumu optických vláken - například:

- Metoda dvou délek (destruktivní)
- Metoda vložených ztrát
- Metoda měření zpětného rozptylu (OTDR)

V úkolu 1) používáme metodu vložených ztrát. Její princip je vidět z následujícího obrázku. Nejdříve si stanovíme referenci na 1m vláknem. Poté nahradíme krátký úsek vlákna měřeným vláknem.



Útlum vláken vyjadřujeme většinou v dB a stanovujeme také tzv. koeficient útlumu α v dB/km, případně v dB/m.

Tato metoda je méně přesná než metoda dvou délek, protože není zajištěno stejné navázání na zdroj (každý konektor má trochu jiný útlum).

Dále se podíváme k úkolu 2) na základní charakteristiky zdrojů optického záření

LED dioda

Vlnová délka optického záření závisí na materiálu PN přechodu. Podle způsobu vyzařování a navázání optické energie zdroje do vlnovodu rozlišujeme dva typy diod:

- Dioda vyzařující z plochy
- Dioda vyzařující z hrany

Základní charakteristikou diod je závislost energie záření na proudu. V tomto směru se dá říci, že LED má takřka ideálně lineární charakteristiku. Při analogové modulaci musí diodou procházet klidový stejnosměrný proud, který musí být větší než je amplituda střídavého modulačního proudu.

Laserová dioda – LD

V následujícím zpracování laboratorní úlohy je nazývána „LASER“.

Oproti LED vyzařuje LD vždy z hrany. Charakteristika závislosti výstupního optického výkonu na budícím proudu se podstatně liší od charakteristiky LED. Vykazuje totiž velmi malý výstupní výkon až do určité prahové hodnoty budícího proudu I_p . Pod prahovým proudem je nevhodné diodu provozovat, protože má jednak velmi malou citlivost, ale hlavně je to oblast nekoherentního záření, kde je velká spektrální šířka.

Při modulaci střídavým signálem je nutné zavést stejnosměrný proud vyšší než je prahová hodnota I_p .

3. NAMĚŘENÉ HODNOTY

Závislost útlumu na λ

λ [nm]	A [dB]	α [dB/m]
526	-12,13	0,2426
590	-11,59	0,2318
660	-15,16	0,3032
850	-55,6	1,112
1300	-16,17	8,085

$$\alpha = \frac{A}{l_{\text{kabelu}}} = \frac{-12,13}{50} = 0,2426$$

Zvyšování proudu:

Zdroje:	LED	LED	LED
	590 nm	660 nm	850 nm
I [mA]	P [μW]	P [μW]	P [μW]
0	0,00011	0	0
1	0,00066	20,8	1,45
2	1,43	49	3,8
3	2,22	76	7,2
4	3,1	105	11,4
5	4	132	17,3
6	4,9	159	24,8
7	5,8	189	32
8	6,7	219	41
9	7,7	249	51
10	8,6	277	62
11	9,5	299	72
12	10,3		84
13	11,2		95
14	12,1		107
15	12,9		119
16			130
17			143

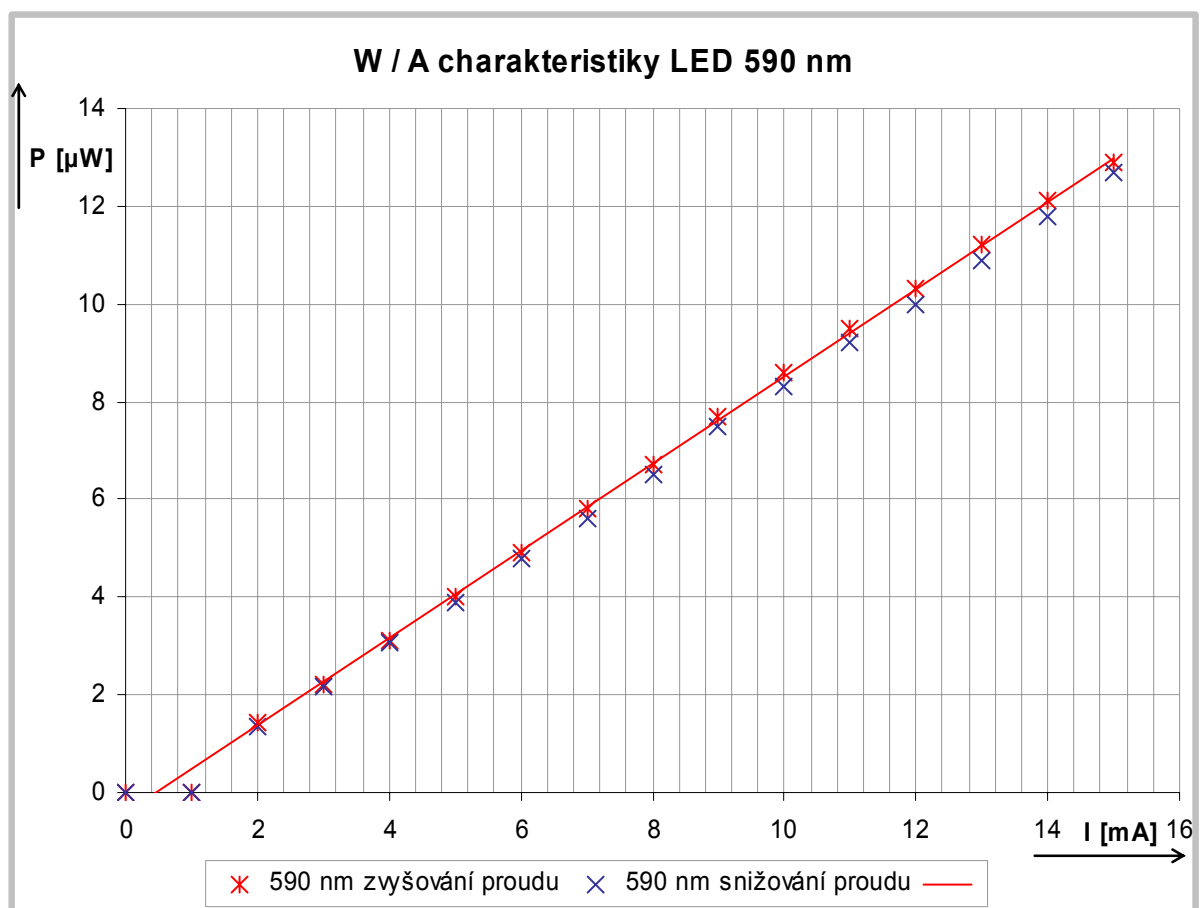
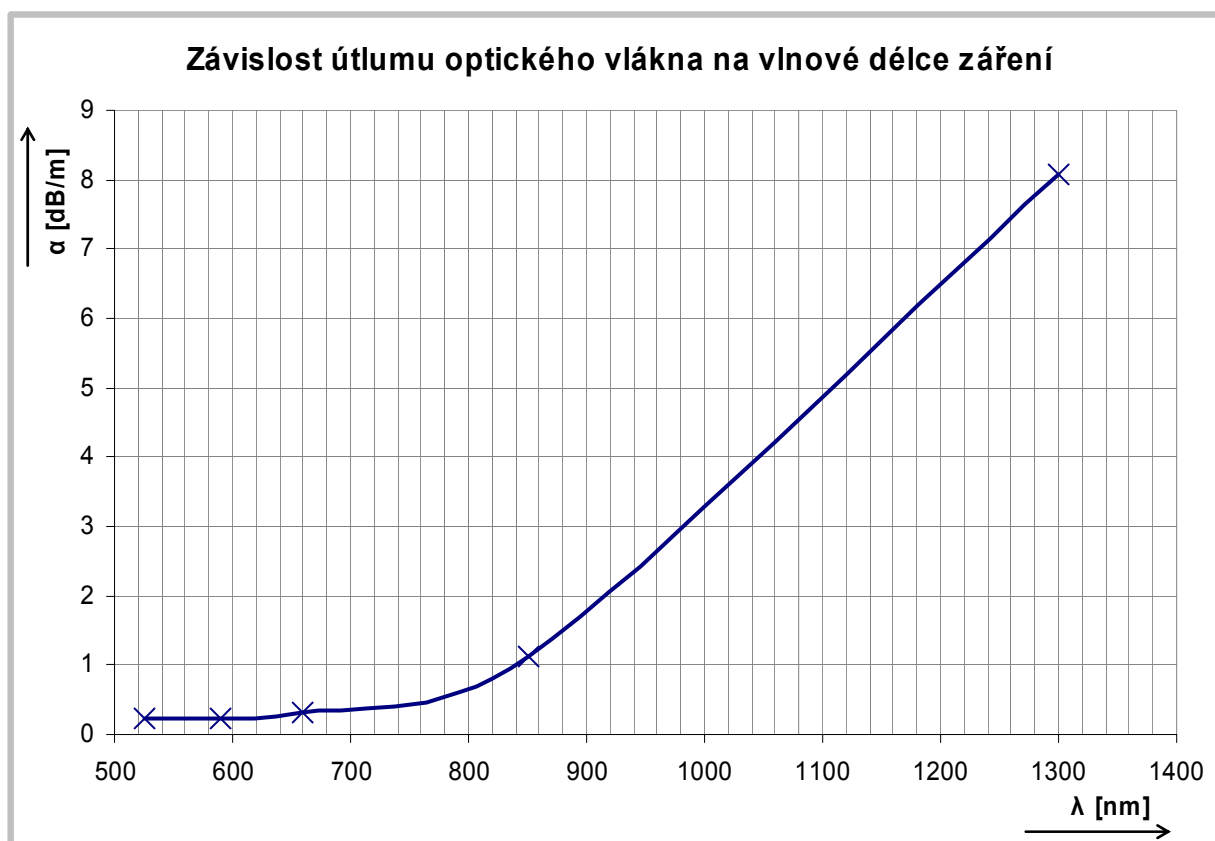
Snižování proudu:

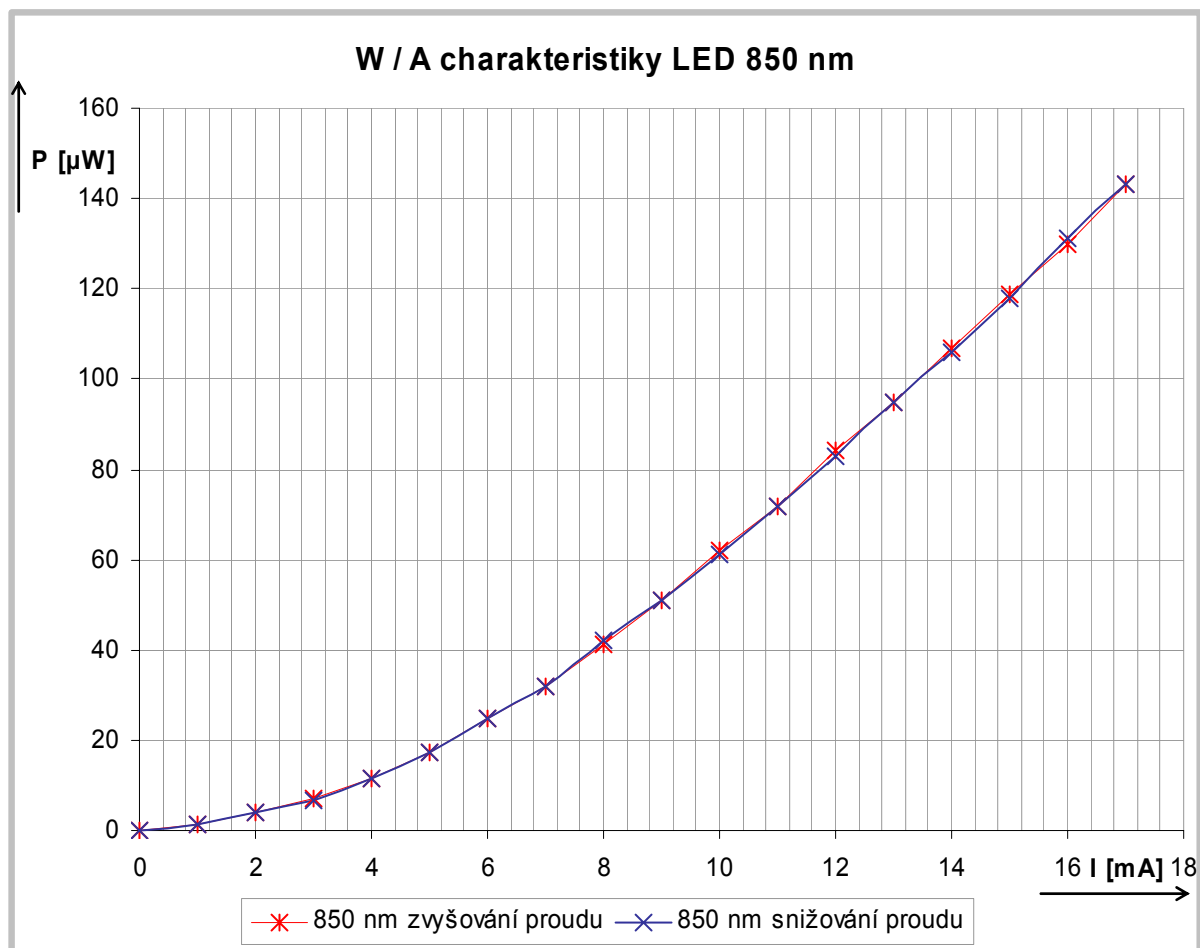
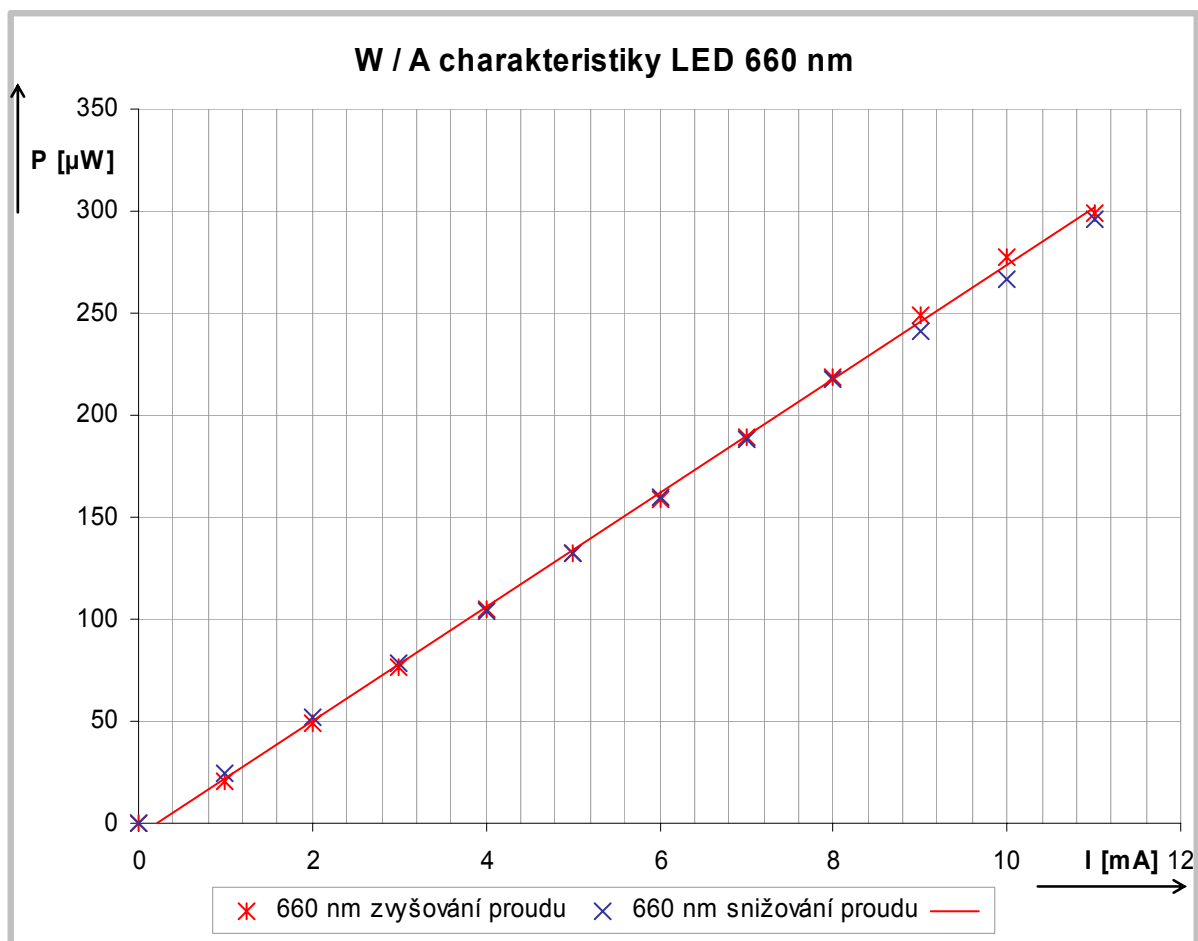
Zdroje:	LED	LED	LED
	590 nm	660 nm	850 nm
I [mA]	P [μW]	P [μW]	P [μW]
0	0,00012	0	0
1	0,00067	24,3	1,5
2	1,35	52	3,8
3	2,19	78	6,8
4	3,05	104	11,7
5	3,9	132	17,1
6	4,8	160	24,6
7	5,6	188	32
8	6,5	218	42
9	7,5	241	51
10	8,3	267	61
11	9,2	296	72
12	10		83
13	10,9		95
14	11,8		106
15	12,7		118
16			131
17			143

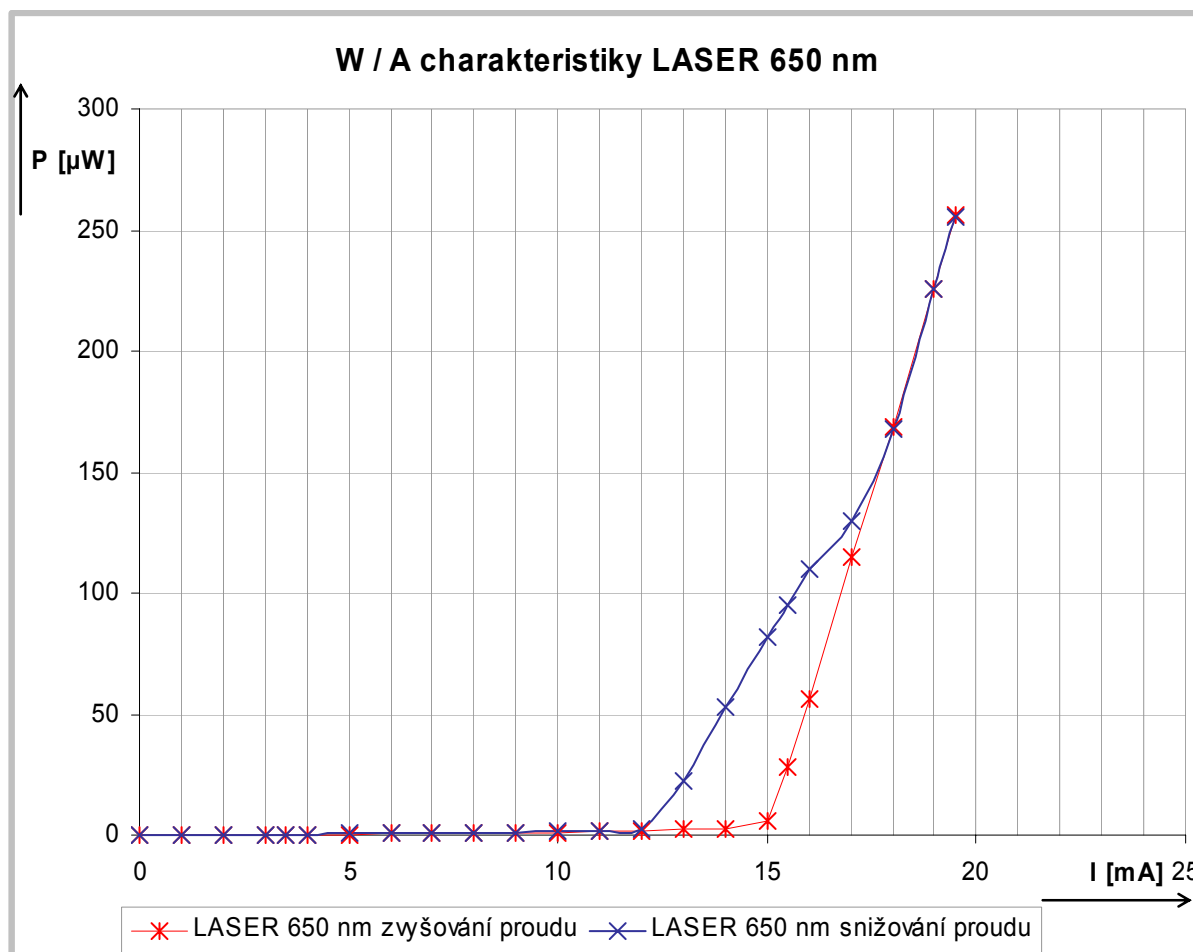
Laser:

Zdroje:	LASER - zvýš. I	LASER - sníž. I
	650 nm	650 nm
I [mA]	P [μ W]	P [μ W]
0	0	0
1	0,047	0,059
2	0,116	0,149
3	0,204	0,262
3,5	0,249	0,299
4	0,306	0,35
5	0,4	0,45
6	0,53	0,58
7	0,67	0,73
8	0,83	0,91
9	0,99	1,1
10	1,18	1,37
11	1,4	1,74
12	1,7	2,88
13	2,08	22,7
14	2,75	53
15	5,8	82
15,5	28,4	95
16	56	110
17	115	130
18	169	168
19	226	226
19,5	256	255

4. GRAFY







5. ZÁVĚR

Měřením jsme ověřili některé z předpokládaných teoretických předpokladů. Například jsme ověřili závislost útlumu vlákna na použité frekvenci záření. Tato skutečnost je obecně poměrně dosti složitá, protože ke ztrátám dochází díky různým mechanismům (absorbce, Rayleighova rozptyl, rozptyl na makroskopických neregularitách, rozptyl na mikroohybech, ohybech a jiných deformacích) na různých vlnových délkách různě.

V našem měření jsme prošli část spektra a zaznamenali jsme zvýšený útlum směrem k nižším frekvencím záření. Spojení optickým kabelem je ještě omezeno použitím konektorů, na kterých může docházet ke značným ztrátám, zvláště pokud by vlákno nebylo hladce zabroušeno.

Dále jsme proměřili různé zdroje záření. U LED 590 nm a 660 nm je vidět, že závislost výkonu záření na budícím proudu prvku je pěkně lineární. Dioda na 850 nm pak vykazuje slabou nelinearitu – tedy se lehce odchyluje od předpokladu linearitu u LED diod, na což je pak tedy třeba dát pozor zvláště pokud bychom požadovali velmi malé zkreslení při převodu proudu na optický výkon. Na tom, zda proud zvyšujeme či snižujeme, prakticky nezáleželo.

Jiná je ovšem situace u laserové diody (LASER). Měřením jsme u této konkrétní diody zjistili prahovou hodnotu proudu I_p přibližně na 15 mA. Z grafu je také vidět, že záleží zda proud zvyšujeme, či snižujeme. Při zvyšování proudu je I_p samozřejmě větší, protože je nutné aby došlo k inverzní populaci a aby stimulovaná emise převážila. Při snižování proudu pak stimulovaná emise „vydrží“ déle – je stále dostatek injektovaných nosičů.