

Narušování symetrie v laserovém rezonátoru

L. Kundratová , J. Macura, K. J. Jarinová
GJŠ Zlín, Gymnázium Jírovcova 8 České Budějovice, SŠŠ Banská
Bystrica

lucie.kundratova@pksoft.org, macura.jakub11@seznam.cz,
kristina.jarinova1@gmail.com

Abstrakt:

Širším cílem projektu bylo seznámit se s fungováním laseru, zejména s funkcí rezonátoru v pevnolátkových laserech, prakticky si vyzkoušet rozladování zrcadel a naučit se záznam a práci s obrazovými daty. Podařilo se nám zaznamenat příklady základních příčných módů v souladu s teoretickými předpoklady.

1 Úvod

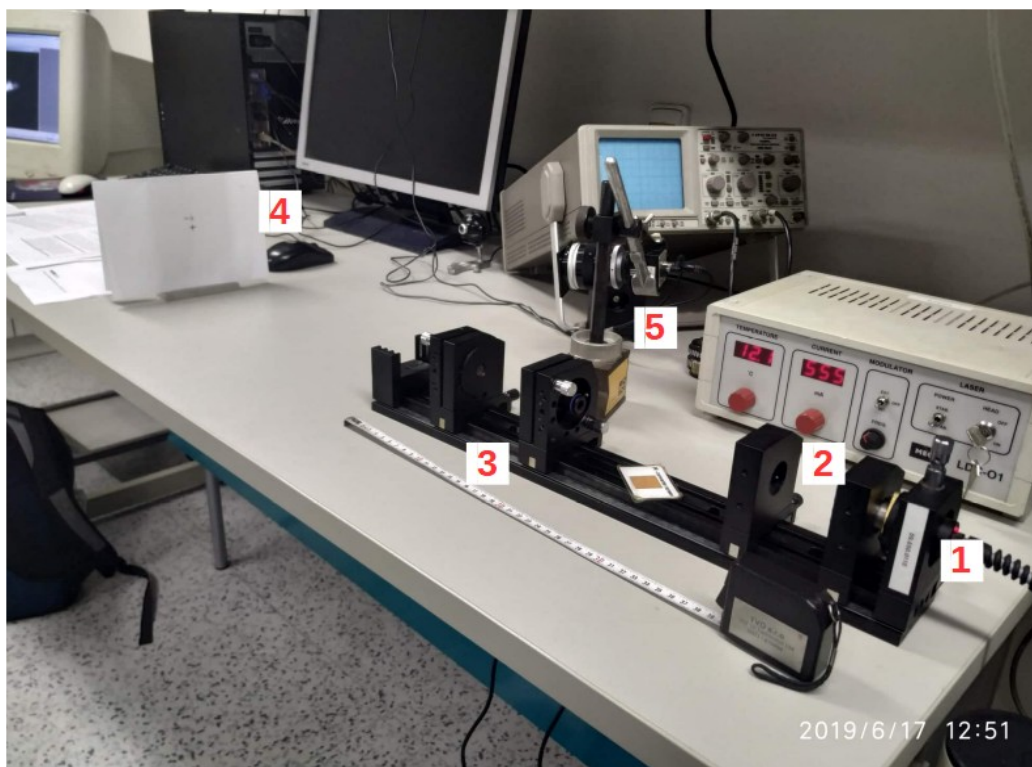
V našem miniprojektu jsme se zaměřili na výzkum optických vlastností elektromagnetického záření a jeho interakcí s látkovým prostředím. Konkrétně jsme se věnovali pozorování a zaznamenání příčných módů laserového rezonátoru. Teoretický model [1] poskytuje popis ve formě hermito-gaussovských módů, cílem našeho miniprojektu bylo, kromě jiného, tuto teorii vizualizovat.

2 Použitá aparatura

Měření jsme prováděli na aparatuře, která sestávala z následujícího:

1. čerpací polovodičový laser, který vyzařuje na vlnové délce 808 nm, má říditelný protékající proud
2. optika – dvě spojné čočky sloužící k usměrnění čerpacího záření do aktivního prostředí,
3. rezonátor
 - rovinné a kulové (polopropustné) zrcadlo s poloměrem 100 mm
 - aktivní prostředí připevněné k rovinnému zrcadlu tvořené yttrito-hlinitým granátem dopovaným atomy neodymu
4. stínítko ve vzdálenosti 55 cm od předního zrcadla,
5. kamera – křemíková CCD kamera.

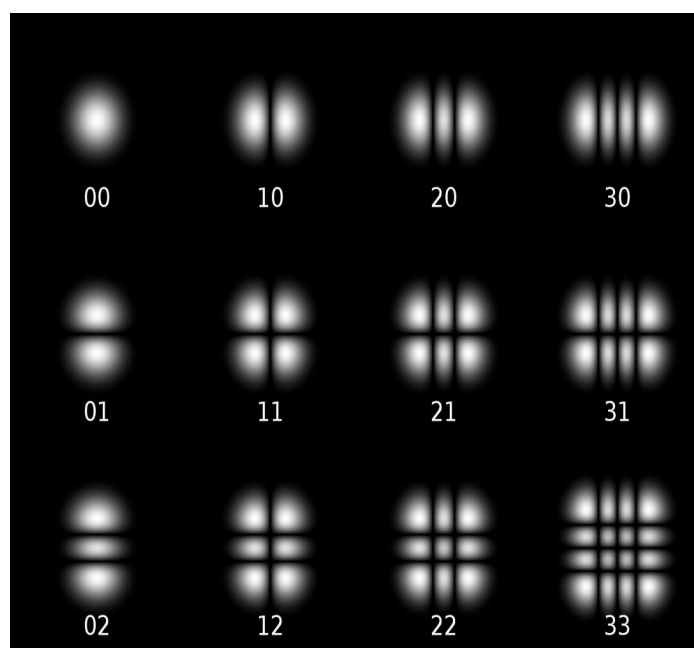
Námi sestavený laser vyzařoval na vlnové délce 1064 nm. Tato blízká infračervená délka není pozorovatelná prostým okem, ale je možné ji zaznamenávat křemíkovou kamerou.



Obrázek 1: Použitá aparatura

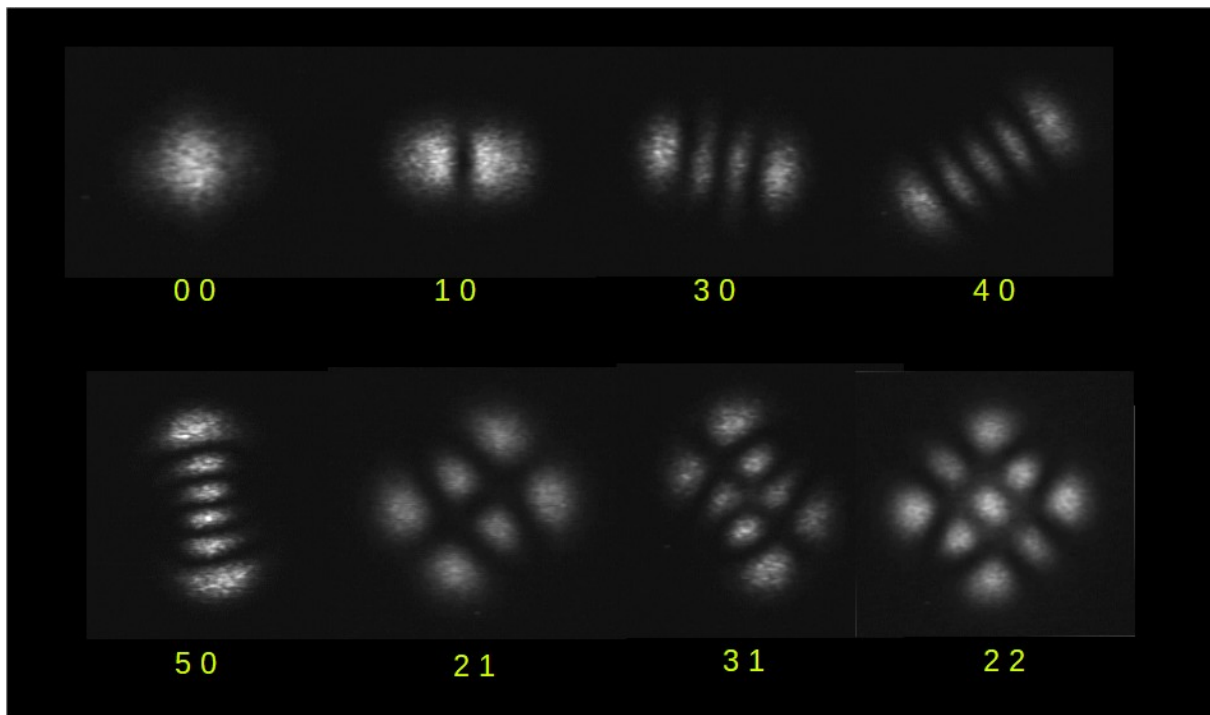
3 Postup

Po sestavení celé měřicí aparatury laser generoval záření v základním příčném módu. Pomocí otáčení stříbrných stavěcích šroubů jsme rozlad'ovali úhly natočení zrcadel s očekáváním výsledku zobrazení hermito-gaussovských módů. Jejich teoretické průběhy jsou na obrázku 2.



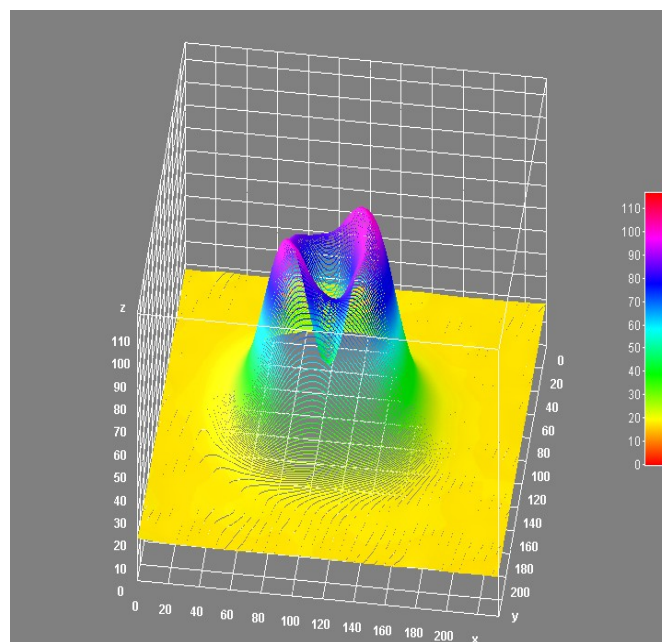
Obrázek 2: Teoreticky vypočítané hermito-gaussovské módy, převzato z Wikipedia, Rectangular transverse mode patterns TEM(mn) — wikipedia, the free encyclopedia, 2019. [Online; accessed 18-June-2019].

Většinu základních módů se nám pečlivým nastavováním podařilo dosáhnout. Jak je vidět z obrázku 3, naměřené výsledky odpovídají teoretickým očekáváním. Jelikož stavěcí šrouby netvořily přesně pravoúhlou soustavu, jsou naše výsledky různě pootočené.

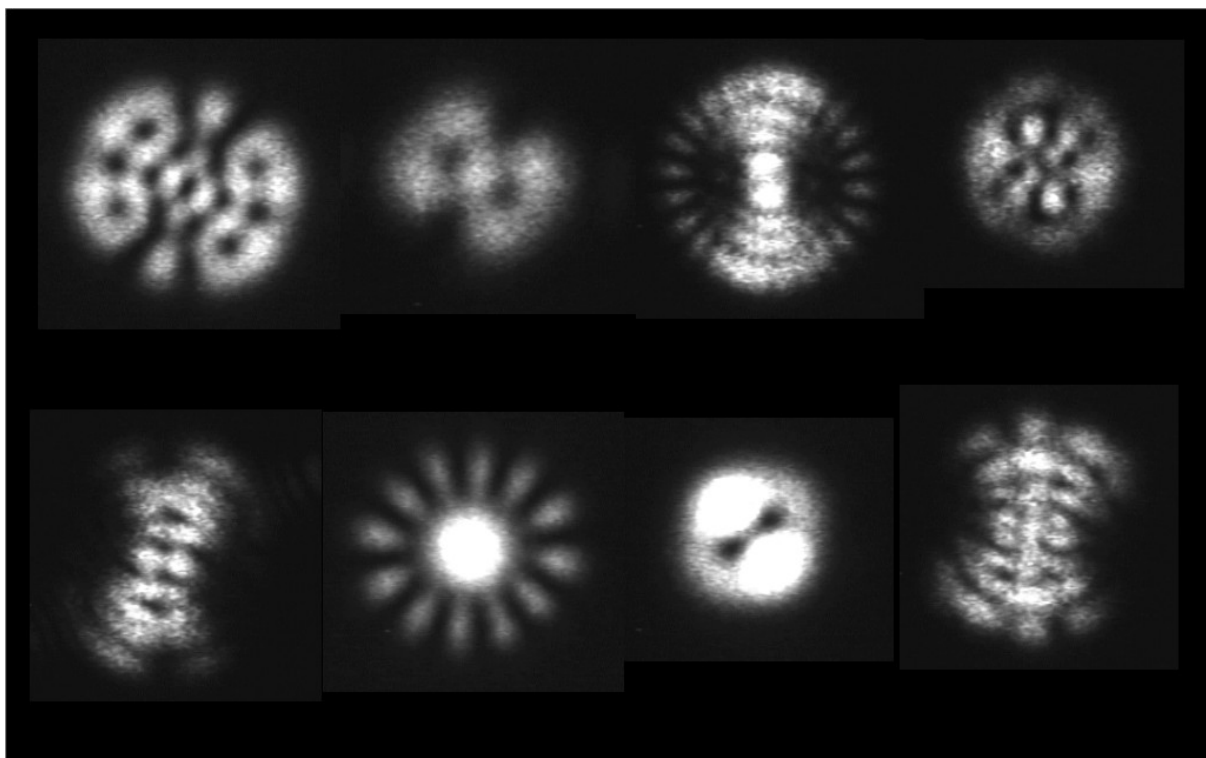


Obrázek 3: Výsledky našeho měření

Během měření jsme ovšem nedosahovali pouze základních hermito-gaussovských módů, nýbrž zejména při intenzivnějším čerpání jsme pozorovali také komplexní směsi mnoha vyšších módů, jak je zobrazeno na obrázku 5.



Obrázek 4: 3D zobrazení středově symetrického příčného módu, kde intenzita světla je reprezentována osou z



Obrázek 5: Směsi mnoha příčných módů

4 Shrnutí

Díky práci s pevnolátkovým laserem jsme pochopili, jak takovýto laser funguje, princip stimulované emise a funkci rezonátoru v laseru. Následně se nám též povedlo získat několik příkladů příčných módů rezonátoru. Osvojili jsme si základní techniky zpracování obrazu.

Poděkování

Děkujeme panu Ing. J. Blažejovi, Ph.D. za jeho odborné vedení při zpracování našeho miniprojektu a motivaci k následnému studiu fyziky.

Reference:

[1] SALEH, B.: *Základy fotoniky* John Wiley & Sons, 1991, str 109 - 112.