

Postavte si laserový zaměřovač

M. Číhala¹, F. Chocholatý², J. Kukla³, V. Urban⁴

¹Wichterlovo gymnázium Ostrava-Poruba,

²Gymnázium Brno-Řečkovice,

³Gymnázium Františka Martina Pelcla Rychnov nad Kněžnou,

⁴Gymnázium Jaroslava Heyrovského Praha

f.chocholaty@seznam.cz

19. června 2018

Abstrakt

Cílem tohoto miniprojektu bylo postavit a testovat diodově čerpaný pevnolátkový laserový zaměřovač o vlnové délce $1,53 \mu\text{m}$. Po postavení a vyladění celé optické soustavy byl měřen výstupní výkon laseru, spektrum a s pomocí kyvet testována bezpečnost výstupního záření k lidskému oku. Z výkonů byla následně spočítána diferenční účinnost laseru.

1 Úvod

Téma našeho miniprojektu spadá do fyziky pevných látek a kvantové optiky. LASER (**L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation) je zařízení, generující monochromatické koherentní záření s velkým jasem a malou divergencí, založené na jevech kvantové mechaniky - absorpce, emise a stimulovaná emise. [1-3] Laser se skládá ze čtyř částí: rezonátoru, aktivního prostředí, čerpání a chlazení. Aktivní prostředí může být pevné, kapalné, plynné nebo plazma. V případě našeho miniprojektu jsme použili pevné aktivní prostředí, konkrétně Er:Sklo. [1,3]

2 Pomůcky

Zdroj laserové diody LDD50, čerpací laserová dioda LIMO970, He-Ne laser, fokusující optika, zrcadla rezonátoru, aktivní prostředí Er:Sklo, vláknový spektrometr NIR512 (800-1700 nm), výkonová sonda Coherent PS19Q a PM3, wattmetr Molectron EMP2000, CCD kamera, IR viewer, osciloskop Tektronix TDS3052B, clonka, PIN FGA10 fotodiody (In-GaAs), sada filtrů.

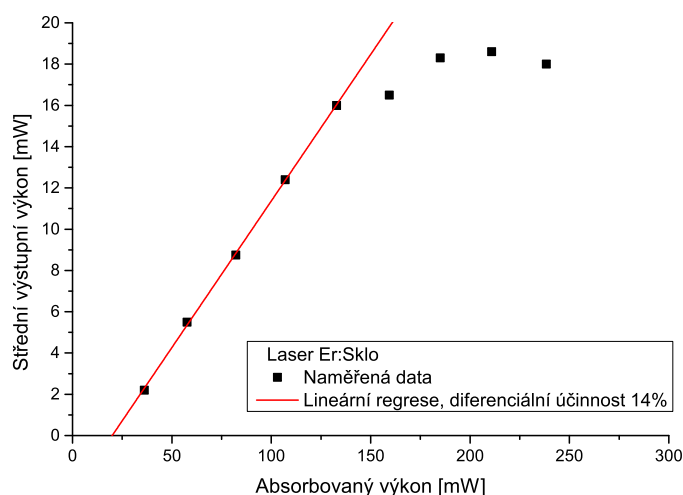
3 Postup měření

S pomocí He-Ne laseru byly jednotlivé optické prvky rezonátoru postupně vyrovnávány tak, aby ležely v jedné rovině. Po celou dobu vyrovnávání byla z bezpečnostních důvodů čerpací dioda vypnuta. Pro otestování funkčnosti sestaveného laseru jsme zapnuli čerpání a s pomocí fotodiody (FGA10) umístěné za výstupním zrcadlem, připojené k osciloskopu Tektronix jsme detekovali signál z laseru. Změnou náklonu výstupního zrcadla jsme doladili laserový rezonátor. Vyrovnáváním prvků optické soustavy bylo docíleno signálu při významně nižším proudu než na začátku.

Zprvu jsme měřili výstupní výkon sestaveného laseru při zvyšujícím se čerpacím výkonu. Následně jsme měřili výkon před a za aktivním prostředím, z čehož jsme vypočítali výkon absorbovaný v aktivním prostředí. Toto měření probíhalo za účelem vykreslení výstupní závislosti. Pro stanovení emitované vlnové délky byl použit spektrometr NIR512. Pomocí CCD kamery WinCam, umístěné za výstupní zrcadlem laseru byl zaznamenán profil svazku. Pro otestování bezpečnosti laserového záření o vlnové délce 1532 nm byly za výstupní zrcadlo postupně umísťovány kyvety o různých rozměrech naplněné vodou.

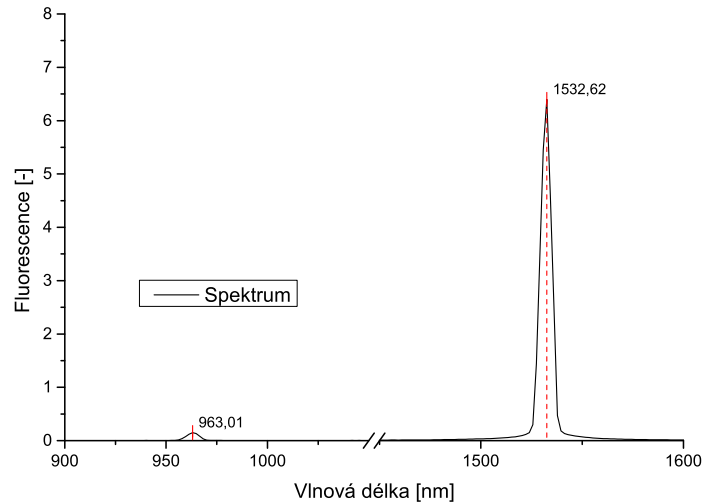
4 Výsledky a diskuze

Podařilo se nám zprovoznit laserový systém, který generoval vlnovou délku 1,53 μm . Z Obr. 1 je možné vidět, že střední výstupní výkon roste lineárně s absorbovaným výkonem po překonání prahového výkonu. Absence aktivního chlazení vzorku způsobila větší tepelné zatížení, což vedlo ke kolísání středního výstupního výkonu.

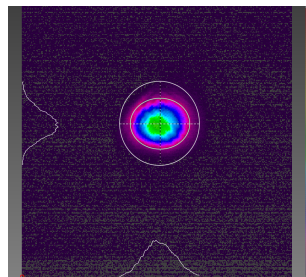


Obr. 1: Výstupní charakteristika laseru. Závislost výstupního na absorbovaném výkonu.

Obr. 2 ukazuje dva vrcholy křivky, z nichž první znázorňuje hodnotu vlnové délky čerpací diody a druhý hodnotu vlnové délky námi sestaveného laseru. Na Obr. 3 jde vidět profil laserového svazku, který byl generován námi zkonstruovaným laserem. Za pomoci kyvety naplněné vodou jsme zjistili, že při maximálním výstupním výkonu laseru nebyl za kyvetou měřitelný žádný výkon. Signál laserového záření za kyvetou bylo možné detekovat pouze citlivou fotodiódou připojenou k osciloskopu. Z toho plyne, že za těchto podmínek není laser pro lidské oko nebezpečný.



Obr. 2: Závislost fluorescence na vlnové délce.



Obr. 3: Profil laserového svazku

5 Závěr

Seznámili jsme se s principy laseru a bezpečnosti práce s lasery, sestavili laserový systém generující vlnovou délku $1,53 \mu\text{m}$. Testovali jsme bezpečnost laserového záření na kyvetách naplněných vodou, které simulovali lidské oko. Potvrdili jsme si, že laserové systémy využívající tuto vlnovou délku jsou bezpečné pro lidské oko. Všechny stanovené cíle miniprojektu byly splněny.

Reference

- [1] W. Koechner, *Solid-State Laser Engineering*, Springer Science+Business Media, 2006, ISBN 0-387-29338-8.
- [2] R. Paschotta, *Encyclopedia of Laser Physics and Technology*, Wiley-VCH, 2008, ISBN 978-3-527-40828-3.
- [3] C. M. Teich and B.E.A. Saleh, *Základy fotoniky*, Wiley-interscience Publication, 1991, ISBN 0-471-83965-5.