

Spektroskopická analýza zdrojů světla

Martin Šťastný¹, Jaroslav Seifrt², Matyáš Vohralík³, Renata Štaffová⁴

¹SPŠ SE ČB Dukelská 13,

²GJP Poděbrady,

³Gymnázium Dr. Emila Holuba, Holice,

⁴Gymnázium Moravská Třebová,

[¹numbersixcze@gmail.com](mailto:numbersixcze@gmail.com), [²seifrt.jun@seznam.cz](mailto:seifrt.jun@seznam.cz),

[³vohralik.m@email.cz](mailto:vohralik.m@email.cz), [⁴rendastaff@seznam.cz](mailto:rendastaff@seznam.cz)

Abstrakt:

Cílem naší práce bylo analyzovat rozdíly mezi jednotlivými spektry světél okem viditelnými, z různých zdrojů, porovnat je a zjišťovali princip vzniku světla. Pomocí spektrometru jsme naměřili emisní křivky. Naměřená data jsme zpracovali do grafů a porovnávali je navzájem.

1 Úvod

Spektroskopie je obor fyziky zaměřený na studium spektra které vzniká v procesu interakce mezi látkou a elektromagnetickým vlněním. Její význam spočívá v tom, že spektrum každé látky je složeno ze souboru charakteristických spektrálních čar které studovanou látku jednoznačně určuje. [1]

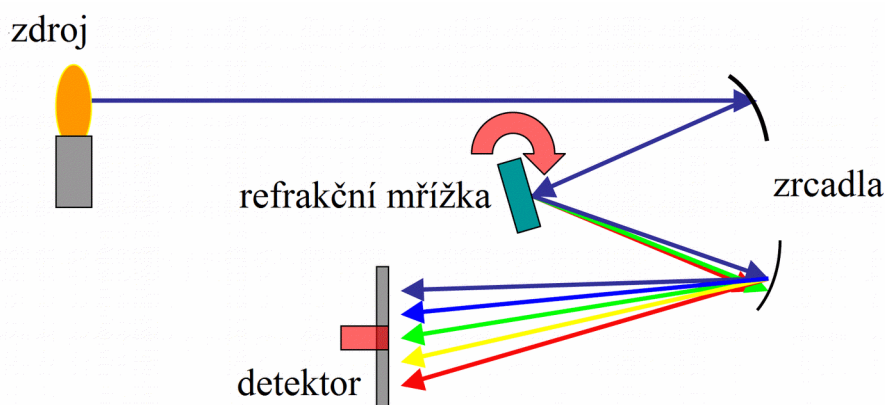
V naší práci jsme s použitím spektroskopu měřili různé zdroje světla. Postupně jsme získali spektra, světlo emitujících diod (LED), různých druhů laserů a tepelných světelných zdrojů včetně Slunce. Jednotlivá spektra jsme porovnávali a hledali jejich vzájemné rozdíly a podobnosti.

2 Metodika

K měření emisních spekter zdrojů jsme používali spektrometr HR4000. Rozsah vlnových délek měřených spektrometrem je 195nm – 1120nm. Optické rozlišení je 0,27nm. Počet pixelů světlocitlivého detektoru (CCD) je 3648. Z důvodu lepšího porovnávání hodnot je osa Y normalizovaná.

Vybraný spektrometr s vláknovým světlovodem funguje na principu rozkladu světelného spektra na difrakční mřížce. Rozložené světlo se zaostřuje na světlocitlivý detektor. Data jsou pomocí převodníku analog/digital (A/D) a pomocné elektroniky přenesena do počítače.

Program Spectra Suite umožňuje vizualizovat a uchovat hodnoty získané ze spektrometru.



3 Materiály

Pro měření jsme používali různé typy zářičů na principu:

- **LED** – světlo emitující dioda (Light Emitting Diode)
„Když diodou prochází proud, dochází na PN přechodu k rekombinaci elektronů a děr. Přitom se uvolňuje energie, která je přibližně rovna šířce zakázaného pásnu. Tato energie se může vyzářit ve formě fotonu nebo být absorbována v krystalové mřížce, což se projeví zvýšenou teplotou polovodiče. Barva světla je determinována materiálem polovodiče.,„ [3]
- **Tepelné zdroje** – fungují na principu termálního záření. Každé těleso které má nenulovou termodynamickou teplotu vyzařuje do svého okolí energii ve formě elektromagnetického záření. Tepelným zdrojem je například žárovka či Slunce. Dominantní vlnová délka světla závisí na teplotě tělesa.
- **Výbojky** - jejich světlo vzniká převážně zářením par kovů (např. rtuti), popř. vzácných plynů (např. xenonu), a produktů cyklického štěpení halogenidů. Vlnová délka světla závisí na druhu inertního plynu. Výbojky mají velmi úzká vyzařovací pásma (čáry) (viz. Obr.), a proto se používají ke kalibraci spektrometrů.
- **Plynové lasery** – jsou buzeny kontinuálním elektrickým výbojem, kterým se atomy excitují (uvedou na vyšší energetickou úroveň). Při opačném procesu je vyzářeno slabé světlo, které je odrazem od zrcadel rezonátoru zesíleno. Stejně jako výbojky mají lasery úzké vyzařovací čáry.
- **Polovodičové lasery** – jsou principiální kombinací plynového laseru (rezonance světla) a emitalci fotonů.

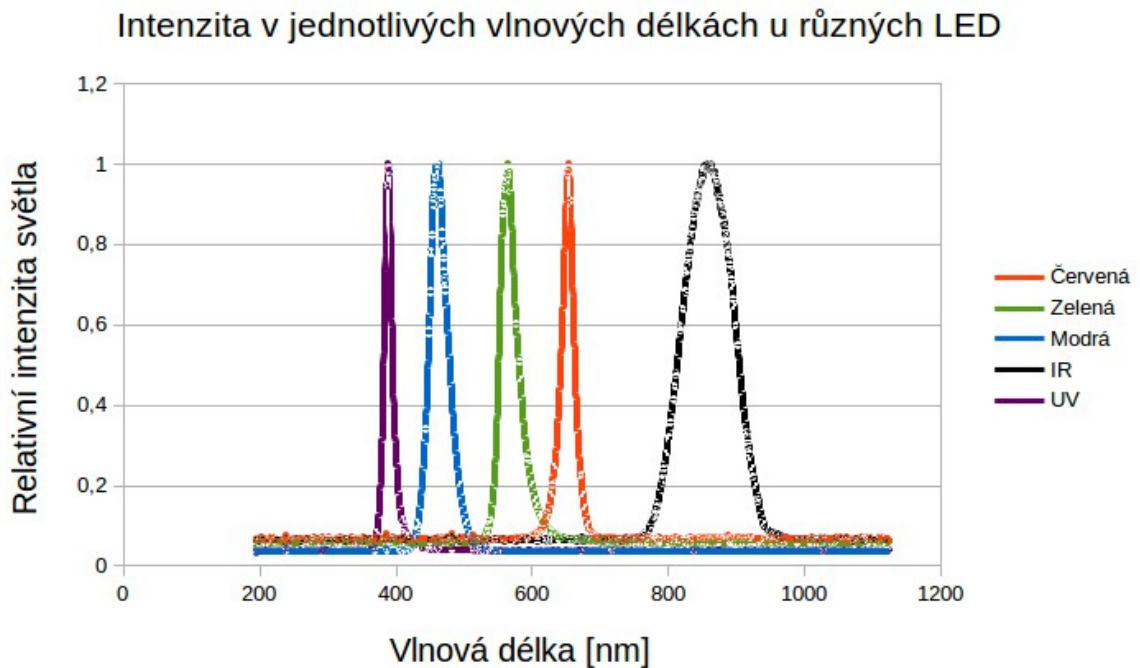
4 Výsledky a diskuse

Zjistili jsme, že jednotlivé vlnové délky (odlišná energetická hodnota) LED-diod se liší materiálem substrátu, který úzce souvisí s vyprázdněnou oblastí a to s prahovým napětím. Toto je znázorněno v příloženém grafu č.3. Největší prahové napětí potřebují modré LED-diod (2,6V). U červených a zelených je toto napětí o něco nižší (1,6V).

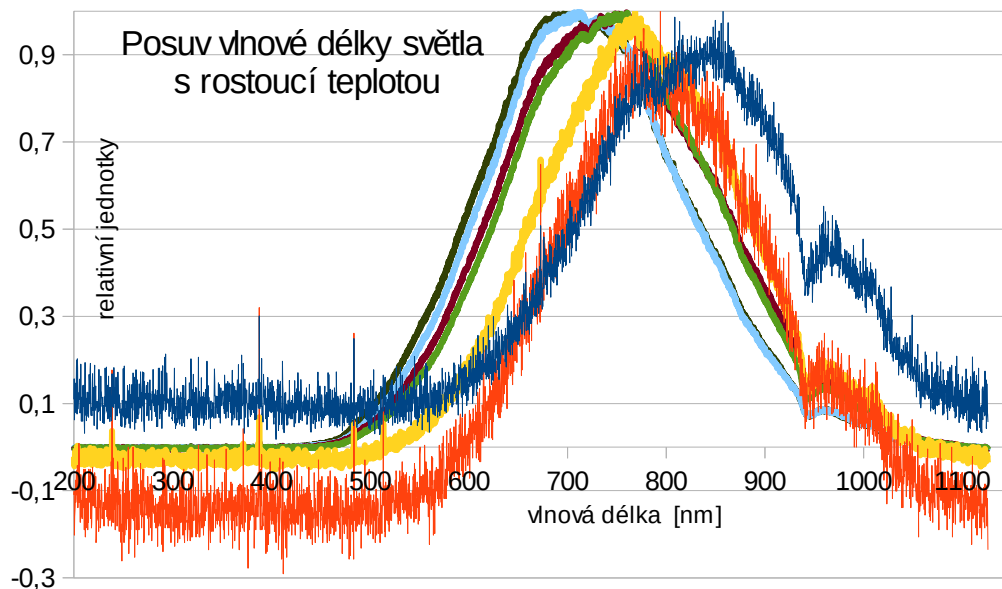
Změřili jsme několik různě barevných diod a zjistili jsme, že vlnová délka je velmi spjata s jejich barvou, to je znázorněno na grafu č. 1. Šířka spekter se pohybuje od 50 nm do 200 nm. Vlnové Délky krajních křivek jsou neviditelné pouhým okem, jedná se o infračervené (IR) a ultrafialové záření (UV).

Také jsme zjistili, že každé těleso vyzařuje přirozeně elektromagnetické záření o vlnové délce odpovídající jeho teplotě. To se snažíme znázornit v grafu č. 2, kde vpravo je nejstudenější vlákno a s postupným zvyšováním napětí roste i jeho teplota.

V grafu č. 4 je vidět, že pásmo laseru je mnohem užší (koherentní) oproti podobné LED, to je způsobeno přidáním rezonátorem a stimulovanou emisí.

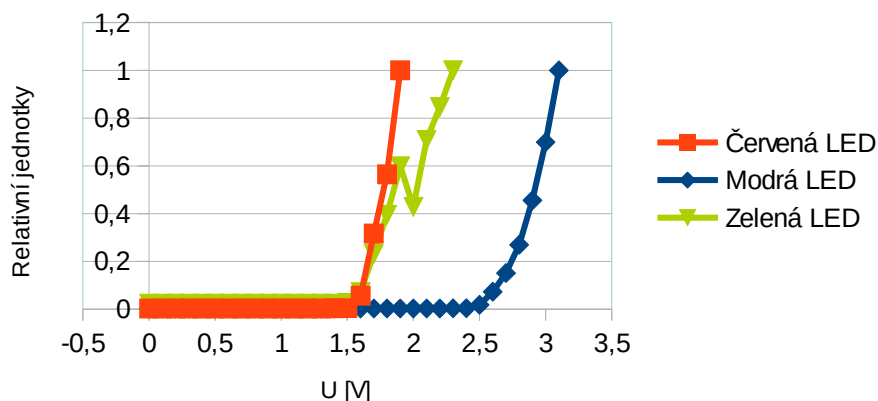


Graf č. 1



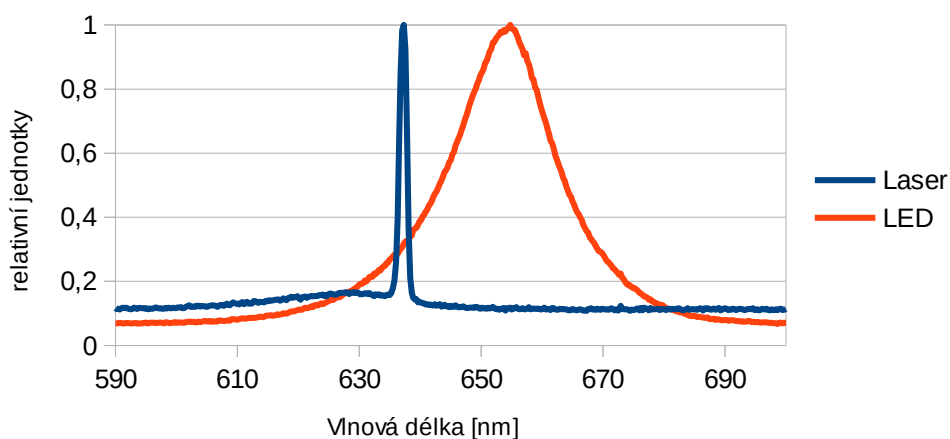
Graf č. 2 (čím větší vlnová délka, tím tím menší teplota)

Srovnání prahových napětí LED



Graf č. 3

Srovnání šířek spektrálních čar LED a laseru



Graf č. 4

5 Poděkování

Děkujeme panu Ing. Tomáši Skřeňovi PhD. za vytrvalou odbornou pomoc a za trpělivost při naší práci.

6 Závěr

Spektroskopie je velmi rozsáhlý vědní obor, který nám otevírá svět naším okem neviděný. Prozkoumali jsme spektrální charakteristiky běžných zdrojů optického záření a došli jsme k závěru, že princip jejich fungování je možné rozdělit do tří kategorií – termální zdroje, výboje v plynu, elektroluminescence.

Reference:

[1] <https://cs.wikipedia.org/wiki/Spektroskopie>

[2] Kolektiv autorů zadání úloh základního praktika z optiky, *Úloha č. 6 – Zdroje optického záření*

[3] http://elektross.gjn.cz/soucastky/jeden_prechod/led.html