

# Spektrální vlastnosti laserového záření a optických zdrojů kolem nás

Lukáš Sluka

Střední průmyslová škola strojní a elektrotechnická v Českých Budějovicích  
Dukelská 13, 370 01 České Budějovice  
sluka.lukas@mail.com

## Abstrakt:

Cílem miniprojektu bylo seznámit se s fungováním zdrojů světelného záření a optických zdrojů, které potkáváme v běžném životě jako například Slunce, LED, ovladače. Zkoumali jsme, na jaké vlnové délce vyzařují různé zdroje, a proto u některých i jejich časovou závislost generovaného záření.

## 1 Úvod

V miniprojektu jsme se seznámili s principy zdrojů elektromagnetického vlnění. Elektromagnetické vlnění je změna elektromagnetického silového pole, která se šíří prostorem. Tento jev zahrnuje viditelné světlo, ale má i jiné projevy například rádiové vlny, infračervené a ultrafialové záření nebo rentgenové paprsky. Elektromagnetické vlnění je charakterizováno vlnovou délkou. Viditelné světlo spadá do oblasti vlnových délek od 400 nm do 700 nm. Rádiové vlny mohou mít vlnové délky v řádech metrů i kilometrů. Naopak rentgenové paprsky mají vlnové délky v řádu 10 pm až 10 nm.

K měření vlnových délek elektromagnetických záření používáme spektrometry.

V rámci miniprojektu jsme zkoumali spektrum vlnových délek zdrojů, které se běžně vyskytují kolem nás (myš, ovladač, žárovka, laser, ...). Na základě měření jsme diskutovali o vlastnostech zdrojů a jejich způsobu, jakým vytvářejí své záření.

## 2 Měření základních charakteristik optických zdrojů

### 1. Vybrané zdroje a měřící přístroje

Měřili jsme spektrální vlastnosti zdrojů: žárovky, LED – různé barvy (ovladač, počítačová myš), Slunce, lasery – ukazovátka, helium-neonový laser, žárovka.

Spektrální charakteristiky jsme měřili pomocí spektrometrů Black-comet (rozsah 185–839 nm) a Blue-wave (rozsah 486-1362 nm), časové charakteristiky pomocí křemíkové fotodiody připojené k osciloskopu Tektronix TDS 2022C.

### 2. Výsledky měření a diskuse

Pomocí spektrometru připojeného k počítači jsme měřili spektrální vlastnosti zdrojů. Záření bylo čočkou fokusováno do optického vlákna a navedeno do spektrometru.

Časové průběhy vybraných zdrojů byly snímány pomocí křemíkové fotodiody připojené do osciloskopu.

Výsledky měření spektra žárovky je na obrázku 1. Spektrum žárovky je ve složených spektrální čárách. Důvodem jež, že žárovka obsahuje různé plyny (rtuť, terbiem, europium). Vnitřní povrch žárovky je pokryt tzv. luminoforem, tvořený směsí solí kovů vzácných zemin,

kteře produkují zářeni. V našem případě odpovídají rtuti na vlnové délce 365, 404, 435, 545 nm, terbia na vlnové délce 487, 542 a europia na vlnové délce 586.5, 610, 630, 707.5 nm. [1]

Ostatní naměřená spektra jsou zobrazena na obrázku 2. Slunce má maximum na 555.5 nm a podle Wienova posunovacího zákona  $\lambda_{max} = 2898/T$  ( $\mu m, K$ ) na teplotě 5217 K. Odhad teploty povrchu slunce přibližně s chybou 10 %. Skutečná teplota je 5 778 K. Zářez ve spektru Slunce jsou způsobeny plyny v atmosféře (kyslík, dusík, oxid uhličitý, ...). [2]

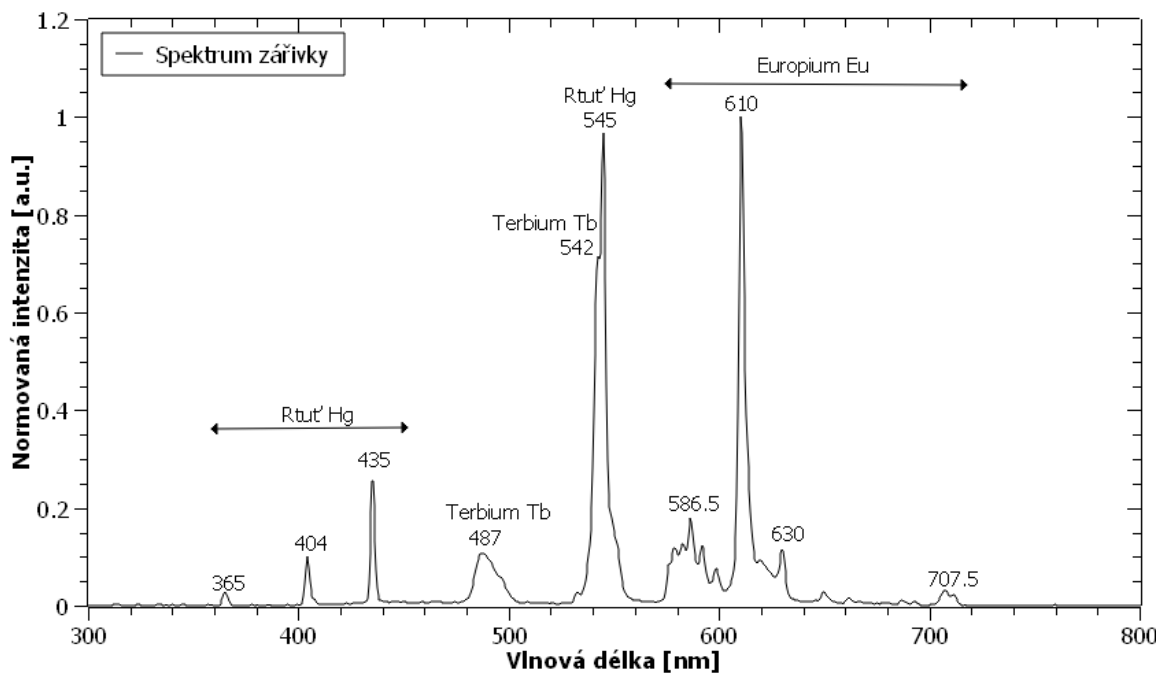
Nejužší spektra vytvořily lasery, které vyřazují kolem jedné vlnové délky jen ve velmi úzkém spektru. Červené diodové ukazovátko (polovodičová laser) generuje na vlnové délce 660 nm, červený helium-neonový laser (neonový plynový laser) na vlnové délce 632 nm. Zelené ukazovátko je tvořeno infračervenou polovodičovou diodou na vlnové délce 805 nm, která dodává energii pevnolátkovému nehodinovému laseru 1064, jehož záření je konvertováno do zelené barvy 532 nm pomocí speciálního krystalu. Infračervené světlo z tohoto ukazovátko může být nebezpečné pro oko.

LED diody také vyřazují na jedné konkrétní barvě, ale její spektrum je podstatně širší než spektrum laseru. LED byly součástí zařízení jako počítačová myš (jak USB myš či Bluetooth myš) nebo ovladač. U myši snímá LED pozici. Ovladač přenáší kódovaný signál přijímači televize.

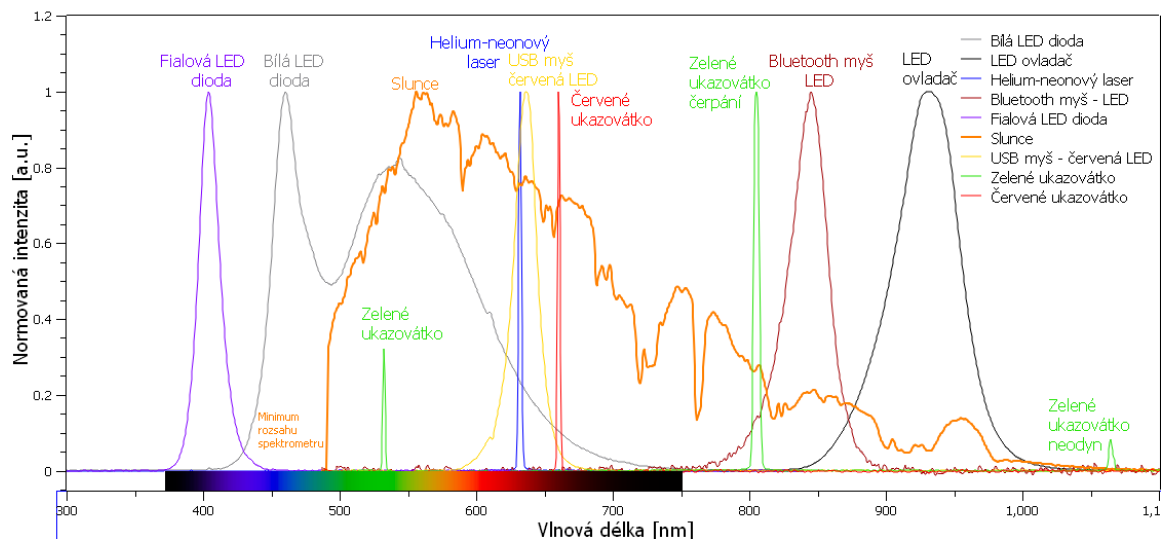
Bílé LED je tvořena modrou LED (vlnová délka 460 nm), jejíž záření dodává energii luminoforu naneseném na jejím povrchu. Ten pak vyzařuje široké spektrum (s maximum na 540 nm), jejíž výsledkem je bílá barva.

Zkoumané zdroje a vlnové délky jejich záření jsou shrnuty v tabulce 1.

Časové průběhy záření ovladače, zářivek a počítačové myši jsou v grafu na obrázku 3. U ovladače se signál mění podle stisknutého tlačítka. Signál je zakódován ve dvojkové soustavě zesilováním a zeslabováním intenzity. Širší impuls odpovídá číslu 1, užší impuls číslu 0. Zkoumaná počítačová myš pro své snímání polohy vysílá světelné signály s frekvencí přibližně 30 Hz. Signál zářivek má přibližně tvar sinusoidy, což odpovídá napětí z rozvodné elektrické sítě. Zářivka se rozsvítí dvakrát za jednu periodu kmitu napětí. Signál má proto frekvenci 100 Hz.



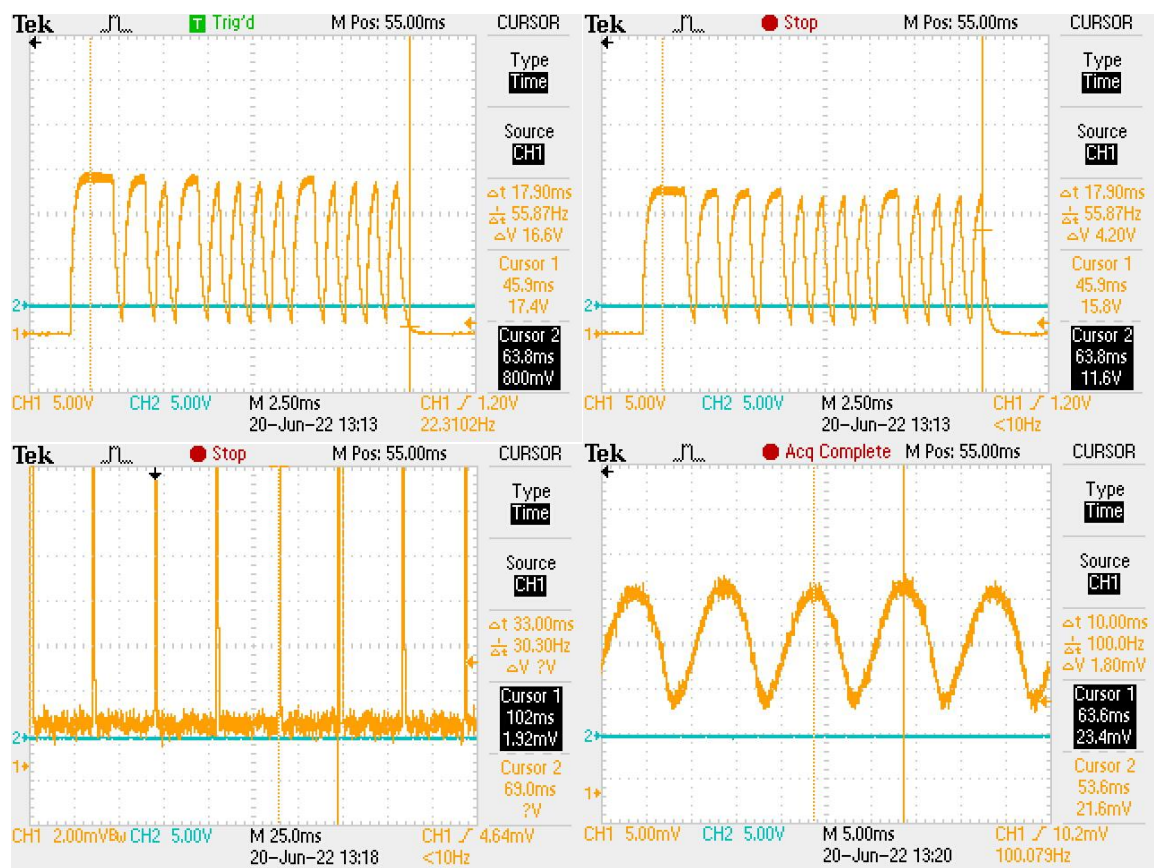
Obrázek 1: Spektrum zářivky



Obrázek 2: Spektrum ostatních zdrojů

Tabulka 1: Vlnová délka

Zdroj záření	Vlnová délka [nm]
Bílá LED dioda	460
LED ovladač	931
Helium-neonový laser	632
Bluetooth myš – LED	845
Fialová LED dioda	404
Slunce	555.5
USB myš – červená LED	636
Zelené ukazovátko	532, 805, 1065
Červené ukazovátko	660



Obrázek 3: Časové průběhy (záření ovladače – tlačítko 6 vlevo nahoře, tlačítko 8 vpravo nahoře; počítačová myš vlevo dole; zářivka vpravo dole)

### 3 Shrnutí

V rámci miniprojektu jsme se dozvěděli, na jak vypadá spektrum různých zdrojů záření. Podle naměřených spekter jsme diskutovali o vlastnostech těchto zdrojů a způsobu, kterým vytvářejí záření. Dozvěděli jsme se, že existují širokopásmové zdroje vysílající záření o mnoha vlnových délkách například Slunce nebo bílá LED. Naproti tomu existují také přístroje schopné vyzařovat jen v úzkém rozsahu kolem jedné vlnové délky – lasery. U některých zdrojů jsme zkoumali časovou závislost generovaného záření. Řešili jsme bezpečnost záření pro lidský zrak.

### Poděkování

Chtěli bychom poděkovat FJFI ČVUT za uspořádání akce Týden na Jaderce 2022. Dále Ing. Karlu Veselskému a Ing. Janu Kratochvílovi za ochotu dělat miniprojekt Spektrální vlastnosti laserového záření a optických zdrojů kolem nás. Naposledy naši škole, která nás informovala o konání škole.

### Reference:

- [1] [HTTPS://EN.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/FLUORESCENT LAMP](https://en.wikipedia.org/wiki/Fluorescent_lamp)
- [2] [HTTPS://CS.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/WIENŮV POSUNOVACÍ ZÁKON](https://cs.wikipedia.org/wiki/Wienův_posunovací_zákon)