**Stredoškolský projekt Zdroje svetla**

**Ján Degro**

Prírodovedecká fakulta, UPJŠ Košice

***Abstrakt****: V príspevku je popísaný priebeh a výsledky projektu realizovaného na Gymnáziu v Košiciach. Obsahom projektu sú zdroje svetla. V projekte sme sa zaoberali technickými a optickými vlastnosťami zdrojov svetla. V experimentoch, s využitím LabQuestu, sme premerali emisné spektra vybraných zdrojov svetla. Osvetlenie sme merali luxmetrom. Zdroje svetla sme porovnali z hľadiska technických parametrov a zrakovej hygieny.*

**Kľúčové slová**: experiment, intenzita osvetlenia, emisné spektrá, zdroje svetla

**Úvod**

S cieľom priblížiť stredoškolskú fyziku praxi, a tak motivovať žiakov gymnázia, sme sa rozhodli realizovať stredoškolský projekt s názvom Zdroje svetla. Prečo práve zdroje svetla? Inšpirovali nás k tomu, diskusie so žiakmi počas výučby. Okruhy otázok v diskusii sa týkali napr.: fungovania žiaroviek a žiariviek, výmeny žiaroviek žiarivkami, zdravia oka, zrakovej pohody a kvality osvetlenia.

Cieľom tohto príspevku je priblížiť nami realizovaný projekt po stránke metodickej, ako aj predstaviť vybrané experimentálne výsledky.

**Hlavný ciele projektu**

* Experimentálne premerať a porovnať vybrané vlastnosti svetelných zdrojov dostupných na trhu, s cieľom nájsť najvhodnejší typ svetelného zdroja, ktorý je najviac šetrný pre oko z hľadiska zdravia.

**Etapy projektu**

Realizáciu hlavného cieľa sme sa snažili dosiahnuť vytýčením nasledovných etáp:

* *prípravné stretnutie* – vytvorenie plánu projektu, vytýčenie čiastkových úloh, rozdelenie úloh, stanovenie termínov realizácie, stanovenie priebežných kontrolných stretnutí, zhodnotenie prístrojového vybavenia, získanie svetelných zdrojov
* *štúdium literatúry* – oboznámenie sa s princípmi fungovania zdrojov svetla, žiaroviek a žiariviek, oboznámenie sa s pojmami zraková pohoda, zraková únava a hygienickými normami
* *pilotné experimenty* – štúdium návodov k prístrojom LabQuest, spektrometer, luxmeter a zvládnutie práce s nimi
* *realizácia experimentov* – meranie intenzity osvetlenia (*E*) v luxoch, meranie emisných spektier (relatívna intenzita ako funkcia vlnovej dĺžky), meranie príkonu (*P*)
* *spracovanie výsledkov* – spracovanie a triedenie technických parametrov zdrojov svetla (tabuľky), spracovanie nameraných výsledkov vo forme grafov, tvorba prezentácie
* *prezentovanie výsledkov* – vystúpenie pred triedou a v rámci SOČ.

**Metódy projektu**

* *Teoretické* - štúdium knižnej, časopiseckej literatúry a informačných zdrojov na internete
* *Experimentálne - meranie s prístrojmi*: LabQuest Vernier, Spektrometer VIS Vernier (emisné spektrá, relatívna intenzita v %), luxmeter (intenzita osvetlenia *E (lx)*), a príkon (*P*)

**Prístrojové vybavenie a experiment**

Pre meranie emisných spektier sme použili dataloger LabQuest (Obr.1a) a SpektrometerVis (Obr.1b) (visible – vo viditeľnej oblasti elektromagnetického spektra) firmy Vernier. Osvetlenie sme merali luxmetrom BEHA (Obr.1c). Príkon sme merali prístrojom EC3000.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| PB260015 | PB260013 | PB260014 |
| Obr.1a: LabQuest | Obr. 1b: SpektrometerVis  | Obr.1c: Luxmeter |

**Vybrané výsledky projektu**

*Technické parametre* meraných zdrojov svetla sú v tabuľkách 1 a 2:

|  |
| --- |
| Tab.1: Žiarovky |
| p.č. | príkon(W) | svetelnýtok (lm) | životnosť(h) | typ | *výrobca* | energetickátrieda | meranýpríkon (W) |
| 1 | 40 | 415 | 1000 | číra | Pila | E | 41 |
| 2 | 60 | 710 | 1000 | číra | Pila | E | 61 |
| 3 | 75 | 930 | 1000 | číra | Pila | E | 76 |
| 4 | 40 | 410 | 1000 | číra | *Philips* | E | 39 |
| 5 | 60 | 700 | 1000 | číra | *Philips* | E | 58 |
| 6 | 75 | 925 | 1000 | číra | *Philips* | E | 71 |

|  |
| --- |
| Tab.2: Žiarivky |
| p.č. | príkon(W) | ekvivalentžiarovky(W) | svetelnýtok(lm) | životnosť(h) | počettrubíc | výrobca | energetickátrieda | meranýpríkon(W) |
| 1 | 8 | 40 | 420 | 8000 | 3 | Philips | A | 8,4 |
| 2 | 11 | 60 | 600 | 8000 | 3 | Philips | A | 11 |
| 3 | 14 | 75 | 800 | 8000 | 3 | Philips | A | 14,9 |
| 4 | 12 | 60 | 600 | 8000 | 2 | *Osram* | A | 8,1 |
| 5 | 16 | 75 | 900 | 8000 | 3 | *Osram* | A | 14,8 |
| 6 | 21 | 100 | 1200 | 8000 | 3 | *Osram* | B | 18,5 |
| 7 | 9 | 40 | 395 | 5000 | 3 | Kanlux | B | 8,4 |
| 8 | 13 | 60 | 625 | 5000 | 3 | Kanlux | B | 11,7 |
| 9 | 15 | 75 | 755 | 5000 | 3 | Kanlux | B | 12,7 |
| 10 | 11 | 60 | 600 | 6000 | 2 | *Amart EU* | A | praskla |
| 11 | 15 | 75 | 800 | 6000 | 1 | Amart EU | A | 12,3 |

**Intenzita osvetlenia.**

Hodnota intenzity osvetlenia *E* bola meraná vo vzdialenosti 0,70 m od zdroja svetla. Meranie bolo realizované večer, aby sme vylúčili vplyv denného svetla. Závislosť osvetlenia od príkonu, typu (žiarovka, žiarivka) a výrobcu je uvedená na obr.2. U žiariviek je uvedený príkon ekvivalentný žiarovke.

|  |
| --- |
|  |
| Obr.2: Závislosť intenzity osvetlenia *E* od príkonu *P*, typu a výrobcu zdroja svetla. Prvé dva zdroje zhora v zozname (Pilla, Philips), na grafe sprava sú žiarovky, ostatné sú úsporné žiarivky. U žiariviek je uvedený príkon ekvivalentný žiarovke. |

Na základe merania intenzity osvetlenia, obr.2 môžeme vysloviť nasledovné závery:

* odchýlky osvetlenia u jednotlivých typov žiaroviek sú menšie, ako u jednotlivých typov žiariviek,
* osvetlenie u žiariviek je často menšie, ako u žiaroviek ekvivalentného príkonu,
* intenzita osvetlenia pre daný príkon nie je u jednotlivých výrobcov rovnaká.

**Emisné spektrá zdrojov svetla**

Emisné spektrá prírodnýchzdrojov svetla, Slnka a sviečky, sú na obr.3. Emisné spektrá umelých zdrojov, žiaroviek, žiariviek a LED diód sú na obr. 4, 5, a 6.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Denné svetlo - slnko | Plameň sviečky |
| Obr. 3: Emisné spektrá zdrojov svetla |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Philips,  | Pila |
| Obr. 4: Emisné spektrá žiaroviek: 40 W, 60 W, 75 W. |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Philips | OSRAM |
| Obr. 5: Emisné spektrá úsporných žiariviek: 40 W, 60 W, 75 W.U žiariviek je uvedený príkon ekvivalentný žiarovke. |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Baterka CAT EYE, biele LED  | Svietidlo 1W  |
| Obr. 6: Emisné spektrá LED žiaroviek. |

Porovnanie emisných spektier slnka, žiarovky a úspornej žiarivky je na obrázku 7. Zobrazenie je pre výrobcu Philips. Emisné spektrum slnka, má maximum v okolí 550nm. Maximum spektra žiarovky je v okolí 690 nm. Spektrum žiarivky má dve výrazné maxima a to pri 545 nm a pri 615 nm.

|  |
| --- |
|  |
| Obr. 7: Porovnanie emisných spektierSlnka, žiarovky a úspornej žiarivky:slnko –červená; *žiarovka* – zelená (60W Philips); *žiarivka* – modrá, dva výrazné píky (11W Philips). |

Z porovnania emisných spektier prírodných (Slnko a sviečka) a umelých zdrojov svetla (žiarovky a žiarivky od rôznych výrobcov) , obr.3 až 7 môžeme usúdiť:

* *spektrum žiarovky* sa najviac podobá, čo do tvaru slnečnému svetlu, iba je posunuté k červenej oblasti,
* *spektrum žiarivky* sa výrazne líši od spektra denného svetla a žiarovky, pozorujeme dve výrazne maximá a niekoľko menších.

**Záver**

Na základe štúdia literatúry sme zistili, že pre ľudské oko je najvhodnejšie denné svetlo. Je to preto, lebo na tento zdroj svetla sa oko prispôsobilo v procese vývoja.

Taktiež sme zistili, že denné svetlo je nenahraditeľné, preto kancelárie a školy by sa mali stavať tak, aby po väčšinu dňa sa používalo denné svetlo.

Z toho, že spektrum žiarovky sa najviac podobá spektru denného svetla, môžeme usúdiť, že pre oko by bol najvhodnejší umelý zdroj svetla žiarovka. Z energetického hľadiska je však žiarovka jedným z najmenej efektívnych zdrojov svetla.

Vhodným námetom na ďalší výskum by bolo preskúmať vplyv spektra zdroja svetla na zdravie ľudského oka a zrakovú pohodu.

**Literatúra**

Ághová, Ľubica a kolektív. 1993. *Hygiena*. 1. vyd. Martin: Osveta, 1993. 268 s. ISBN 80-217-0515-9.

Habel, Jiří a kolektív. 1995. *Svetelná technika a osvetlenie*. 1.vyd. Praha: FCCP, 1995. 438 s. ISBN 800-901985-0-3.

Kolektív. 2004. *Slovenská technická norma* STN EN 12464-1. Bratislava, 2004.

**Poďakovanie:** Príspevok bol riešený v rámci projektu APVV

**Adresa autora**

doc. RNDr. Ján Degro, CSc.

Ústav fyzikálnych vied, UPJŠ Košice

Park Angelinum 9, 04054 Košice

jan.degro@upjs.sk