



Středoškolská technika 2014

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

SVĚTELNÉ ZDROJE

Josefina Konečná

Gymnázium Botičská
Botičská 1, Praha

Každý z nás už někdy stiskl vypínač od lampy, aby dobře viděl na svou práci. Nejlepším příkladem je asi četba, pro kterou potřebujeme co nejlepší podmínky. V případě, že intenzita světla nebude dostatečná, bude poblíkávat nebo mít nepříjemnou barvu, přinejmenším začne čtenáře bolet hlava. Při dlouhodobé činnosti pod špatným osvětlením může být náš zrak poškozen.

Vybrala jsem si tedy toto téma proto, že má jednoznačně využití v každodenním životě. V teoretické části práce se chci zaměřit na vlastnosti světla, které budu později zkoumat v praxi a popíšu, jaký vliv mají konkrétně na čtení. V praktické části porovnáím funkčnost několika zdrojů a přiložím i komentáře několika lidí, kteří tyto zdroje použili ke čtení.

Metodika

Metodika je založena na zájmu získat data, která jsou praktická v reálném životě. Proto také u některých zdrojů, které zkoumám, uvádím i jejich cenu. Občas na nich bývá značka 9 W = 35 W, která se snaží přesvědčit kupujícího o své podezřelé úspornosti. Přitom není vůbec jasné, co toto tvrzení znamená. Při shánění vzorků jsem se soustředila hlavně na podobné podivné údaje na obalech, neboť slibují značně rozdílné reálné parametry daného výrobku. Pro měření bylo zakoupeno celkem šestnáct světelných zdrojů. Jejich cena se pohybovala průměrně okolo sta korun, takže by mělo jít o průměrné výrobky použitelné do domácnosti. Tato tabulka shrnuje údaje, které bylo možno nalézt na obalech mých šestnácti vzorků. Neuvádím frekvenci, protože tento údaj, pokud byl zmíněn, dosahoval vždy 55 Hz.

Tabulka č.1 :seznam zdrojů

Jméno	Typ	Příkon (W)	"Příkon jako" (W)
Led star classic A 40	LED žárovka	8	/
Kompaktní úsporná zářivka	zářivka	7	35
Concentra Spot R50 (Osram)	žárovka	40	44
Classic eco superstar	halogenová žárovka	30	/
Fluorescent lamp	halogenová zářivka	9	25
Classic P (Osram)	halogenová žárovka	40	/
Ledare 130 lm	LED žárovka	5	/
Halogen	halogenová žárovka	42	/
Ledare 90 lm	LED žárovka	2,3	/

Ledare 400 lm	zářivka	6,3	/
Classic A (Osram)	halogenová žárovka	40	/
Ledare (1205G8)	LED žárovka	7,5	/
Flair LED	LED žárovka	9,5	60
NBB bohemia lamp	žárovka	75	/
Sparsam	zářivka	20	/
Osram Duluxstar (Osram)	halogenová zářivka	24	120

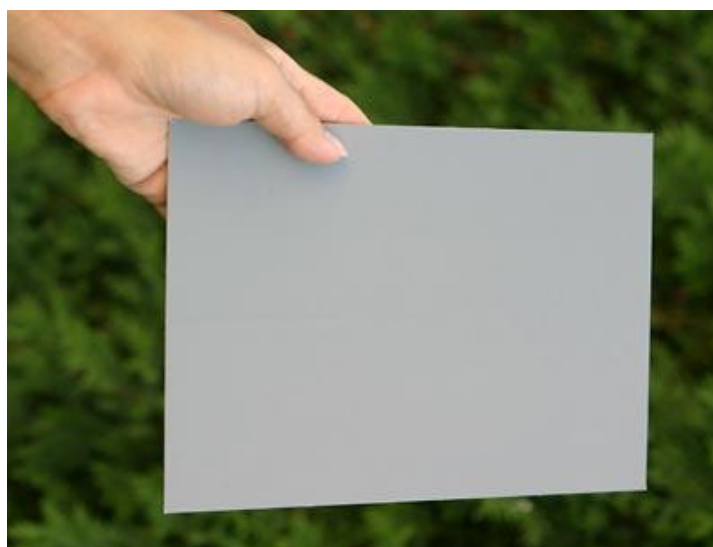
Tabulka č.2 :seznam zdrojů (pokračování)

Jméno	ϕ (lm)	Barevná teplota (K)	závit	životnost (h)
Led star classic A 40	470	6500	E 27	15 000
Kompaktní úsporná zářivka	378	4100	E 14	8 000
Concentra Spot R50 (Osram)	/	/	E 14	/
Classic eco superstar	/	2700	E 14	2 000
Fluorescent lamp	420	4200	E 14	8 000
Classic P (Osram)	400	/	E 14	/
Ledare 130 lm	130	2700	E 14	20 000
Halogen	630	2800	E 27	2 000
Ledare 90 lm	90	2700	E 14	20 000
Ledare 400 lm	400	2700	E 27	25 000
Classic A (Osram)	415	/	E 27	/
Ledare (1205G8)	400	2700	E 27	25 000
Flair LED	810	2800	E 27	/
NBB bohemia lamp	/	/	E 27	/
Sparsam	1200	2700	E 27	10 000
Osram Duluxstar (Osram)	1500	/	E 27	6 000

Měření

Barevná teplota

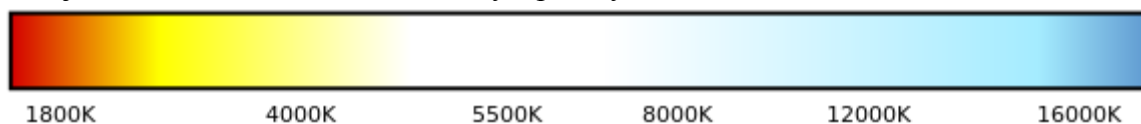
K měření barevné teploty bylo použito kalibrované šedé tabulky, fotoaparátu Nikon a Photoshopu. Postup je takovýto: Zkoumaný zdroj svítí na šedou tabulku, a to v tmavé místnosti, aby měření neovlivnila jiná světla. Fotografie nasvícené tabulky následně putuje v digitální podobě do Photoshopu ve formátu RAW, který sám Nikon nijak neupravil. Chybí tu vyvážení bílé nebo korekce expozice, což umožňuje pracovat s minimálními ztrátami na datech.



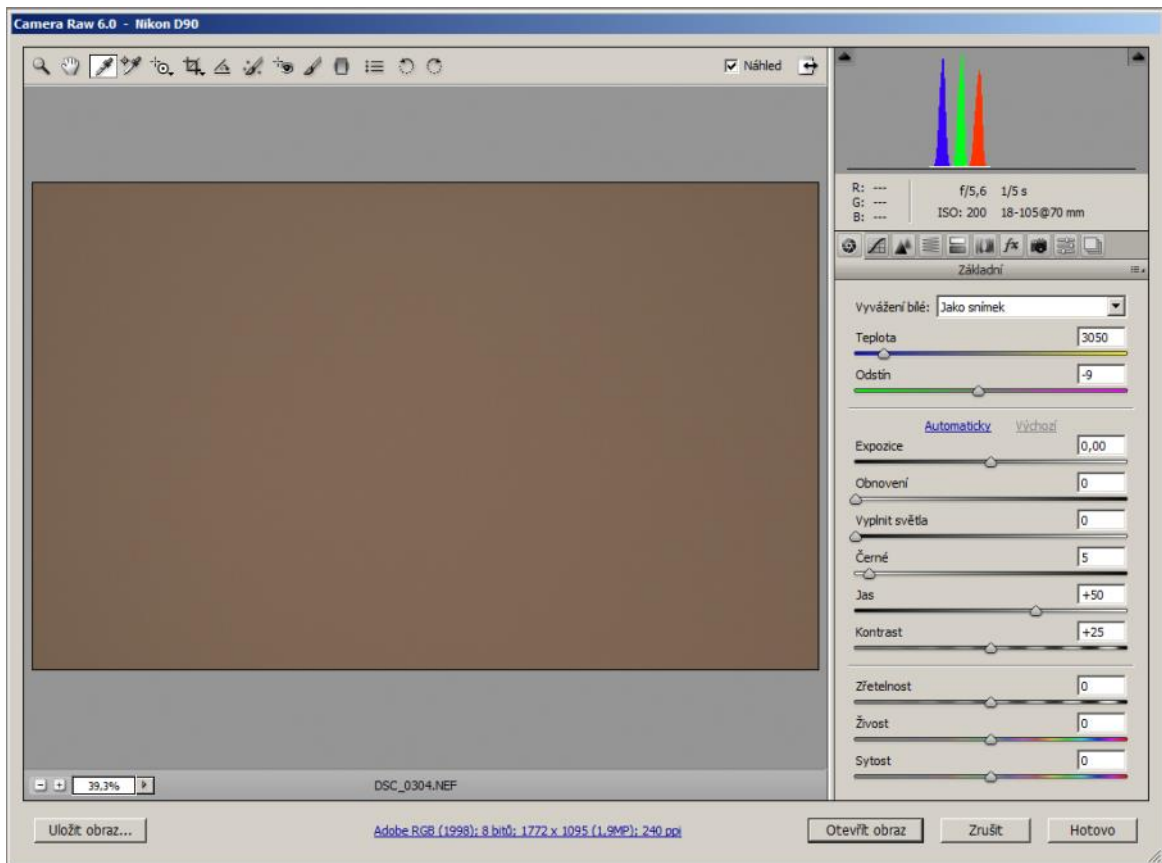
Obr. 7 – Kalibrovaná šedá tabulka, fotometrická pomůcka. (Fotografování.cz, 2013)

Ve Photoshopu se otevře menu pro zpracování RAWu. Na upravovaném snímku je už vidět, že zkoumané světlo nemohlo být zcela bílé, protože odstín nasvícené tabulky přechází spíše do nažloutlých tónů. Na Obr. 9 se ještě s žádným parametrem nepohnulo.

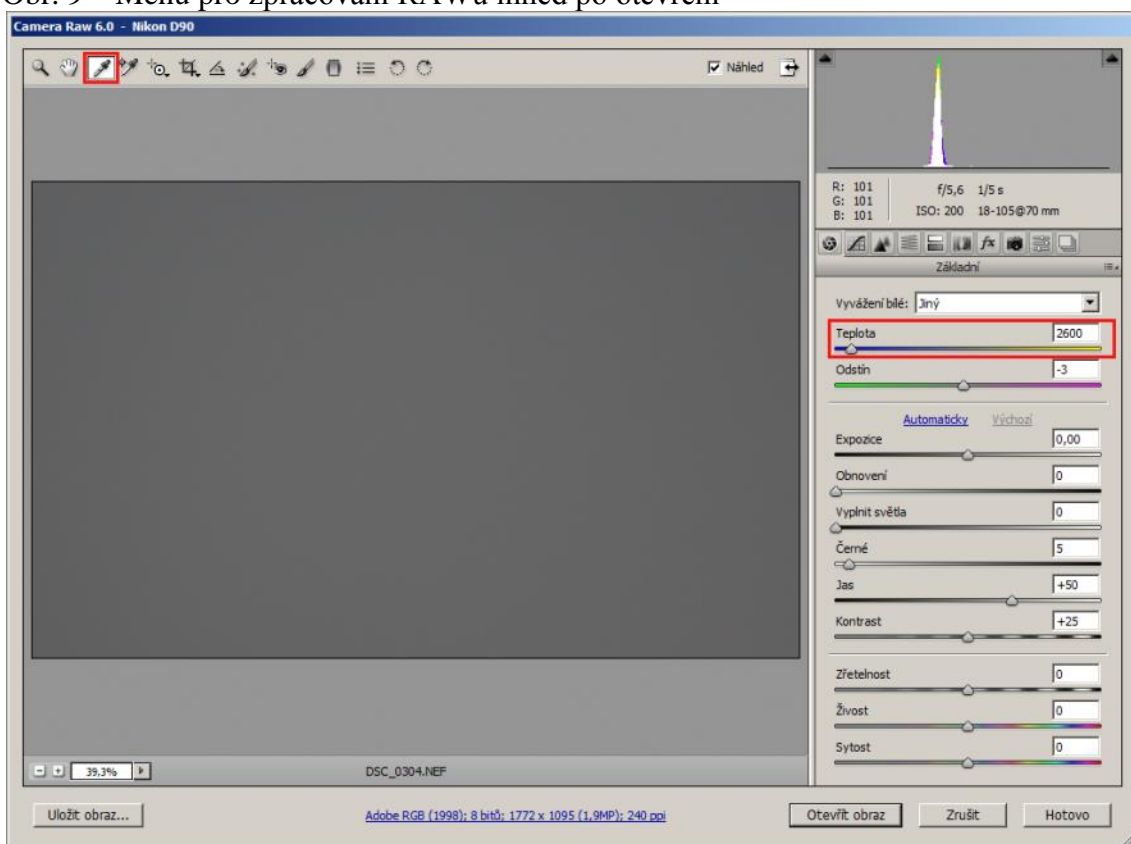
Pomocí nástroje kapátko (zvýrazněno na Obr. 10) přejde snímek do stupňů šedi a tato změna se ukáže na parametru teplota. Zvýrazněné pole ukazuje číslo 2600, což už je hodnota barevné teploty zkoumaného světla v Kelvinech. Podíváme-li se na stupnici barevné teploty, je vidět, že dojem nažloutlého nádechu světla byl správný.



Obr. 8 – Barevná teplota – (Wikipedie, 2013)



Obr. 9 – Menu pro zpracování RAWu ihned po otevření



Obr. 10 – Barevná teplota je naměřena.

Tímto způsobem byly měřeny všechny vzorky svítidel a výsledky zapsány do tabulky. Správnost tohoto měření je možno dokázat. Jasně polední světlo má barevnou teplotu

přesně 6000 K. Bylo změřeno touto metodou s totožným výsledkem 6000 K. Tato metoda je tedy použitelná a značně přesná.

Tabulka č.3 :barevná teplota

Jméno	Nádech	Barevná teplota (K)	Napsaná b. t. (K)
Led star classic A 40		6250	6500
Kompaktní úsporná zářivka		3300	4100
Concentra Spot R50 (Osram)		4350	/
Classic eco superstar		2550	2700
Fluorescent lamp		2600	4200
Classic P (Osram)		4100	/
Ledare 130 lm		2750	2700
Halogen		2700	2800
Ledare 90 lm		2750	2700
Ledare 400 lm		2650	2700
Classic A (Osram)		2550	/
Ledare (1205G8)		2650	2700
Flair LED		2900	2800
NBB bohemia lamp		2600	/
Sparsam		2750	2700
Osram Duluxstar (Osram)		2800	/

Nádechem je míněno, na jakou stranu stupnice barevné teploty hodnota přesáhla 6000 K, bílé denní světlo. Pokud je hodnota vyšší než 6000 K, má namodralý odstín, pokud menší, výsledný odstín je načervenalý nebo oranžový.

Napsaná b. t. značí údaj barevné teploty napsaný na obalu zdroje. Odchylna 100 K není zase tak příliš, ale některé zdroje mají barevnou teplotu dosti rozdílnou, jmenovitě Kompaktní úsporná zářivka a Fluorescent lamp, které mají obě mnohem červenější odstín, než by měly mít.

Příkon

Elektrický příkon je součinem napájecího napětí a odběru proudu daného spotřebiče.

Na měření tedy byl použit voltmetr a ampérmetr. Následující tabulka obsahuje naměřené hodnoty a z nich spočítaný příkon. Napsaným příkonem je míněn údaj, který je možno nalézt na obalu spotřebičů.

U zářivek bylo před měřením potřeba počkat asi pět minut, aby se nahřály a jejich naměřený příkon nebyl zkreslený.

Tabulka č.4 :příkon

Jméno	Napětí (V)	Odběr (mA)	Napsaný příkon (W)	Příkon naměřený (W)
Led star classic A 40	228	41	8	9,348
Kompaktní úsporná zářivka	228	57	7	12,996
Concentra Spot R50 (Osram)	227	177	40	40,179
Classic eco superstar	226	141	30	31,866
Fluorescent lamp	226	64	9	14,464
Classic P (Osram)	227	174	40	39,498
Ledare 130 lm	228	18	5	4,104
Halogen	227	196	42	44,492

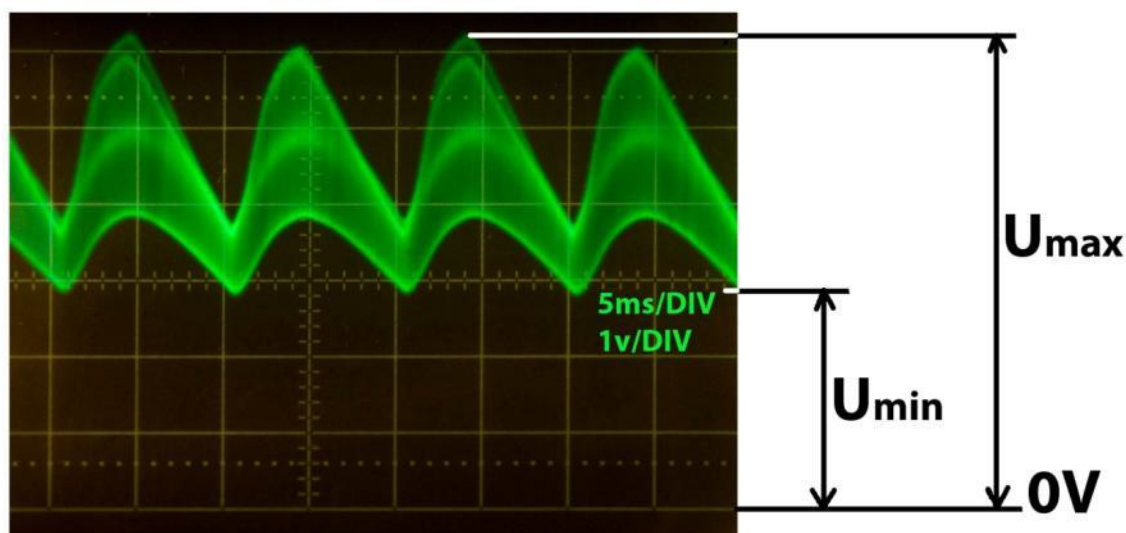
Ledare 90 lm	228	18	2,3	4,104
Ledare 400 lm	228	38	6,3	8,664
Classic A (Osram)	227	176	40	39,952
Ledare (1205G8)	229	43	7,5	9,847
Flair LED	226	81	9,5	18,306
NBB bohemia lamp	226	309	75	69,834
Sparsam	226	140	20	31,64
Osram Duluxstar (Osram)	226	153	24	34,578

Blikavost

Za výpočet blikavosti považujeme procentuálně změny jasu světelného zdroje v čase. Nevypočítáváme činitele zvlnění ze střední hodnoty jasu, protože některé průběhy bychom nedokázali snadno matematicky popsat.

Výpočet procentuálního obsahu střídavé složky, kde výsledek B je blikavost v procentech:

$$B = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_{max}} \times 100 [\%]$$



Obr. 11 – Ukázka displeje osciloskopu

Obrázek ukazuje displej osciloskopu, přístroje, na němž byla blikavost měřena. DIV značí jeden dílek – čtvereček na displeji. Jasně je vidět, že blikání je způsobeno napájením střídavým proudem, jehož napětí není konstantní.

Možné výsledky B:

0 % → Jas se vůbec nemění v čase – např. žárovka napájená ideální baterií.

100 % → Jas kolísá od nuly do plného jasu – světelný zdroj je v podstatě stroboskop.

Osciloskop

Měření bylo provedeno s analogovým servisním osciloskopem typu TESLA BM 566 výrobní číslo 404334. Vstup osciloskopu je stejnosměrně vázán na měřicí přípravek. Před měřením

každého vzorku byla nastavena nula osy napětí tak, aby byla na spodní lince mřížky obrazovky osciloskopu. Příklad tohoto nastavení je vidět na obrázku 11.

Příklad výpočtu obsahu střídavé složky jasu světelného zdroje:

$$U_{max} = 5,7 V \quad U_{min} = 5,4 V$$

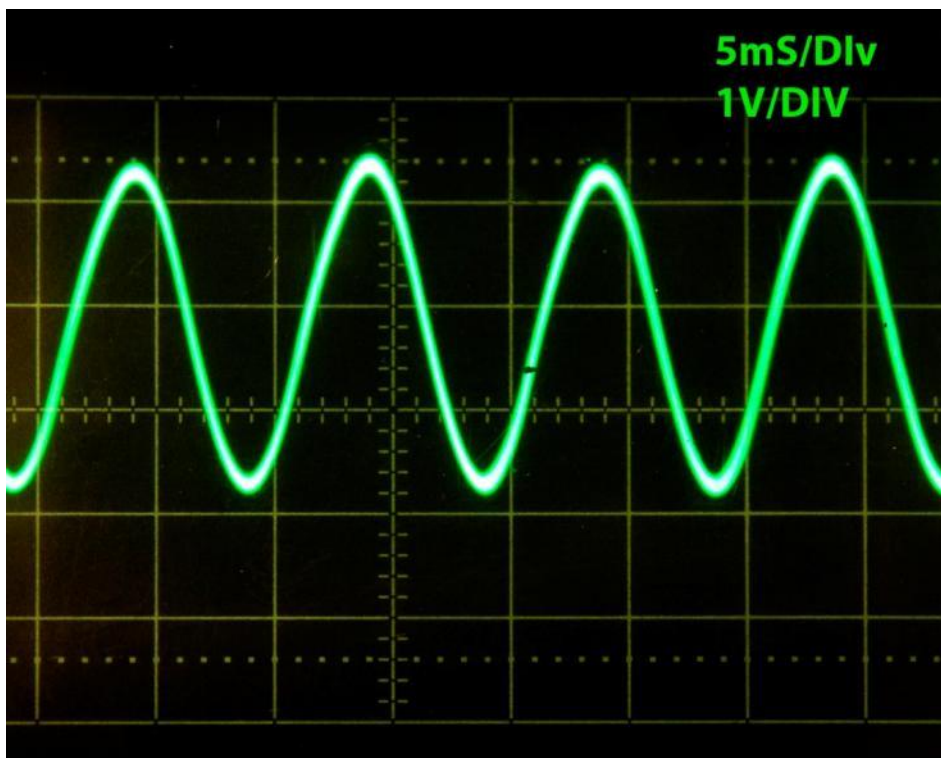
$$B = \frac{5,7 - 5,4}{5,7} \times 100 = 5,2 \%$$

Výsledek 5,2 % se velmi blíží nule, což znamená, že jas se málo mění v čase. To znamená kvalitnější zdroj, předávající konstantní jas. Stejně bylo postupováno i s dalšími zdroji.

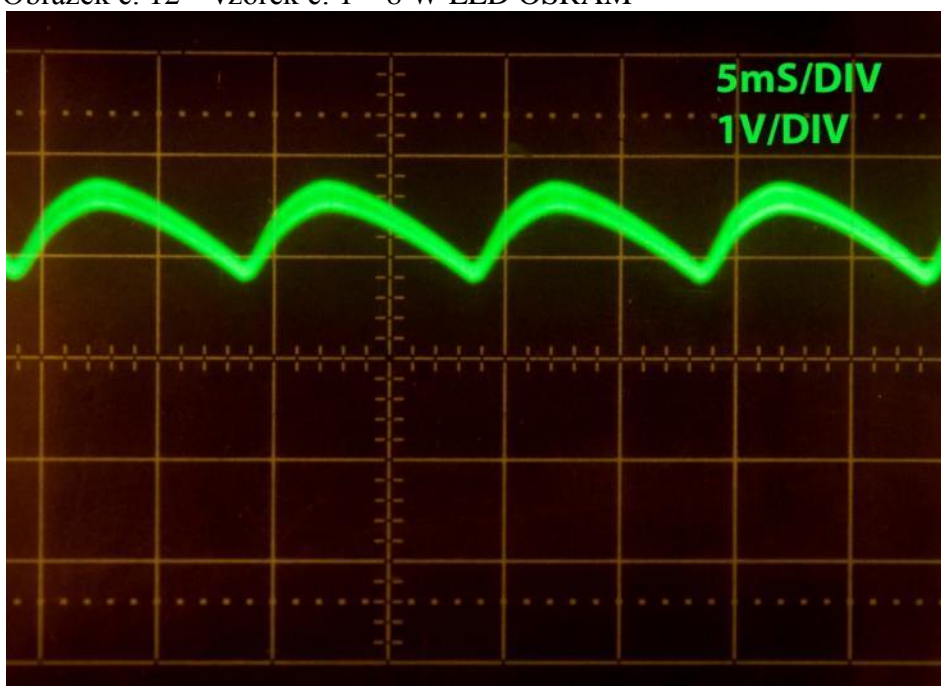
Výsledky měření jsou srovnány v tabulce.

Tabulka č.5 :blikavost

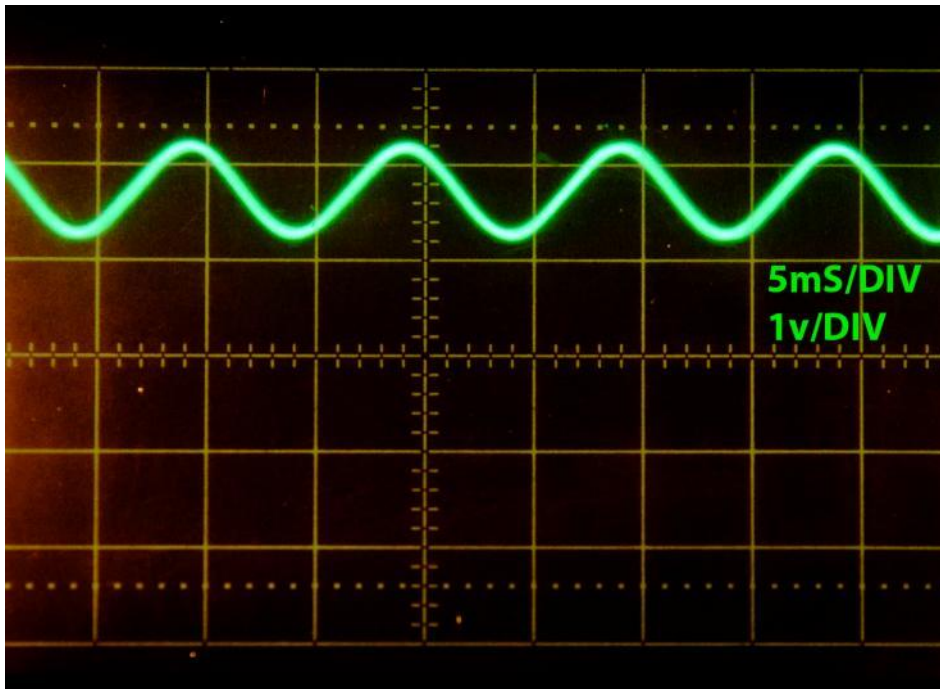
Vzorek č.	U _{max} (V)	U _{min} (V)	B (%)	Poznámka
1	5,5	2,2	60	
2	4,8	3,7	22,9	
3				Zdroj č. 3 měl poruchu.
4	5,5	4	27	
5	4,8	3,7	22,9	Oscilogram je stejný jako u vzorku č. 2.
6	5,5	4	27	Obyčejná žárovka má prakticky stejný oscilogram jako vzorek č. 4.
7	4,6	0	100	Za jednu sekundu se 100× plně rozsvítí a 100× zcela zhasne.
8	5,3	4,2	20	Oscilogram velmi podobný vzorku č. 4.
9	5	0	100	Tento zdroj světla se také 100× plně rozsvítí a 100× zcela zhasne.
10	5	3	40	Stejný výrobce jako vzorky 7 a 9, ale lepší výsledek. Ve větší patici je více místa na kvalitnější řídicí elektroniku.
11	5,8	4,6	20	Obyčejná žárovka – stejný oscilogram jako vzorek č. 4.
12	5,7	5,4	5,2	Tento zdroj světla má stejného výrobce jako Obrázek č. 7, 9, 10. Na rozdíl od nich je jas téměř konstantní.
13	4,3	3,6	16	Další znatelně konstantní výsledek.
14	5,4	3,8	29	Obyčejná žárovka 75 W, nejsilnější v prodeji, má stejný oscilogram jako vzorek č. 4.
15	6	4	33	
16	6	3	50	Značková zářivka. Změny jasu jsou podobné vzorku č. 15.



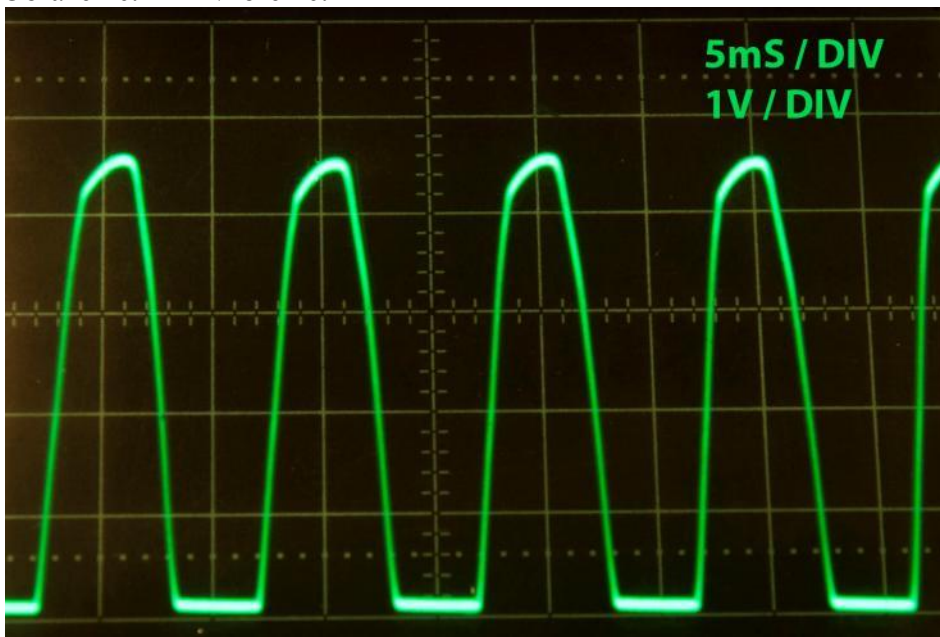
Obrázek č. 12 – vzorek č. 1 – 8 W LED OSRAM



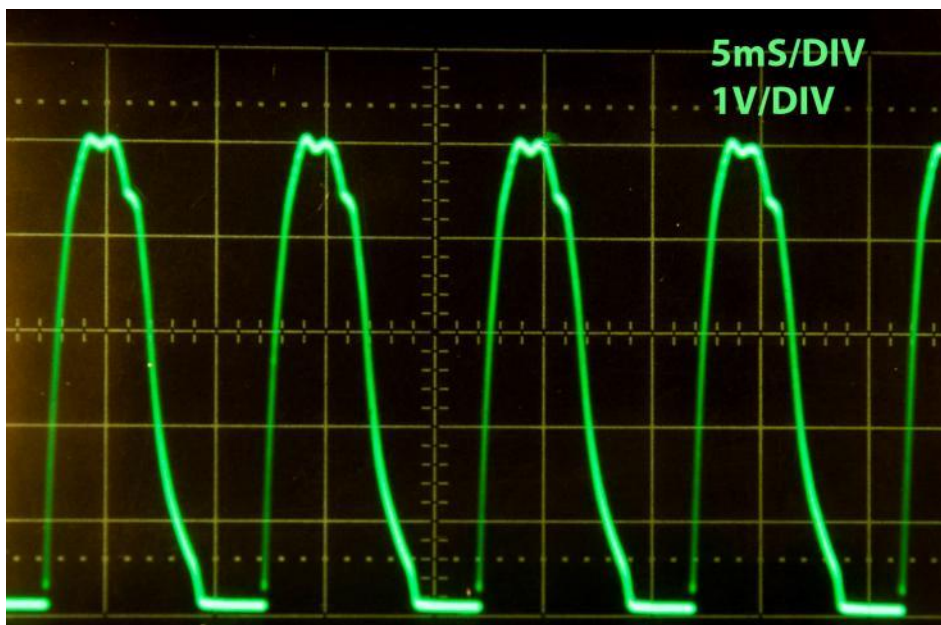
Obrázek č. 13 – vzorek č. 2 – malá kompaktní zářivka.



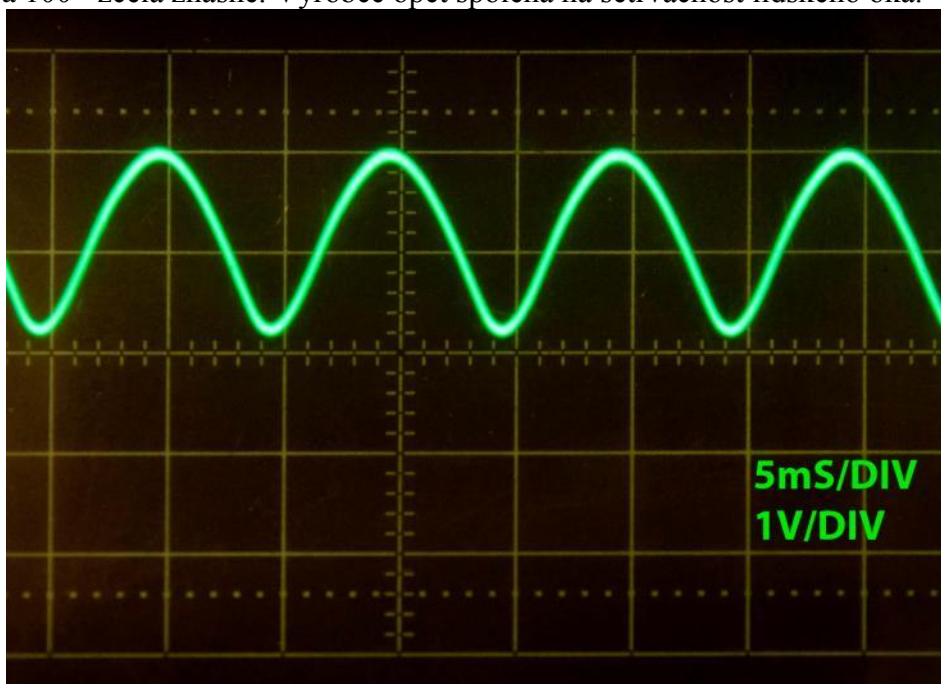
Obrázek č. 14 – vzorek č. 4



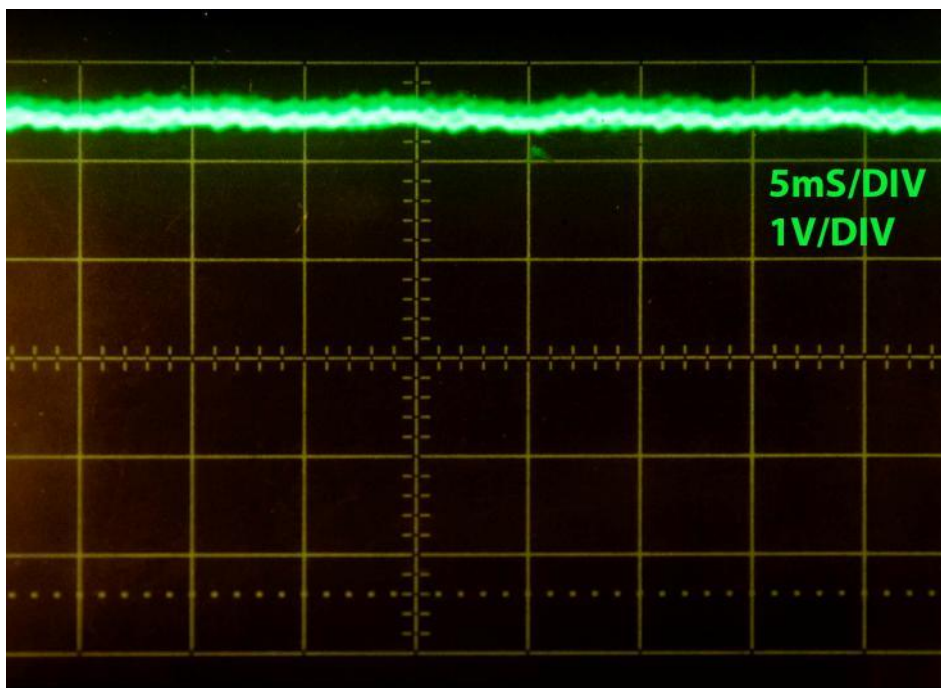
Obrázek č. 15 – vzorek č. 7 – LED – tento zdroj světla se za jednu sekundu 100× plně rozsvítí a 100× zcela zhasne. Výrobce zřejmě spoléhá na setrvačnost lidského oka.



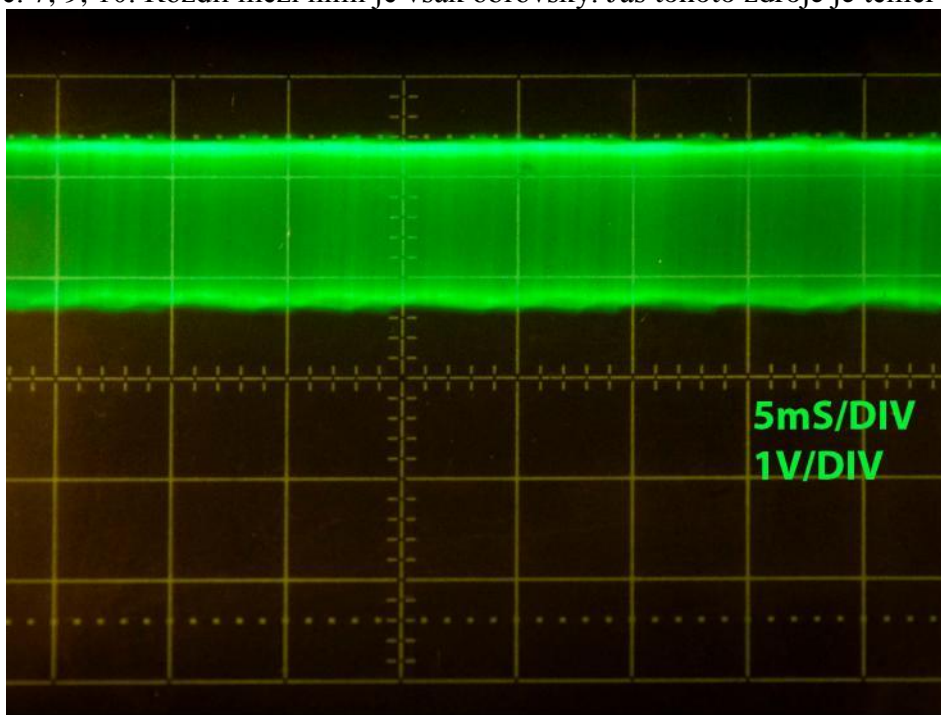
Obrázek č. 16 – vzorek č. 9 – LED – tento zdroj světla také za jednu sekundu 100× plně svítí a 100× zcela zhasne. Výrobce opět spoléhá na setrvačnost lidského oka.



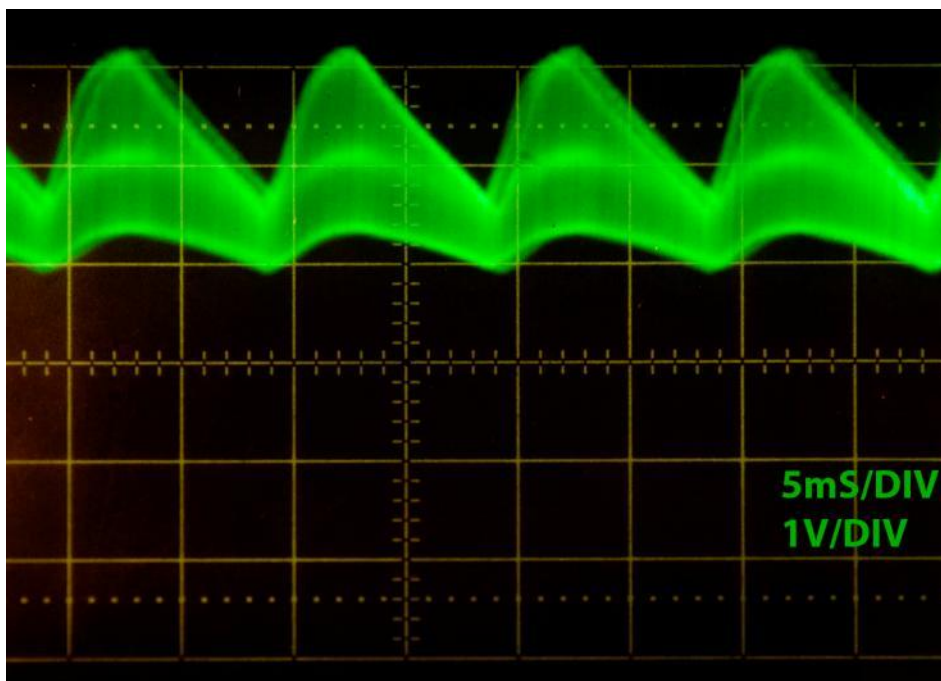
Obrázek č. 17 – vzorek č. 10 – LED – tento zdroj světla má stejného výrobce jako Obrázek č. 7 a 9. Ve srovnání s nimi se zde značně polepšil. Důvodem bude více místa na součástky v patici E 27 oproti miniaturní E 14.



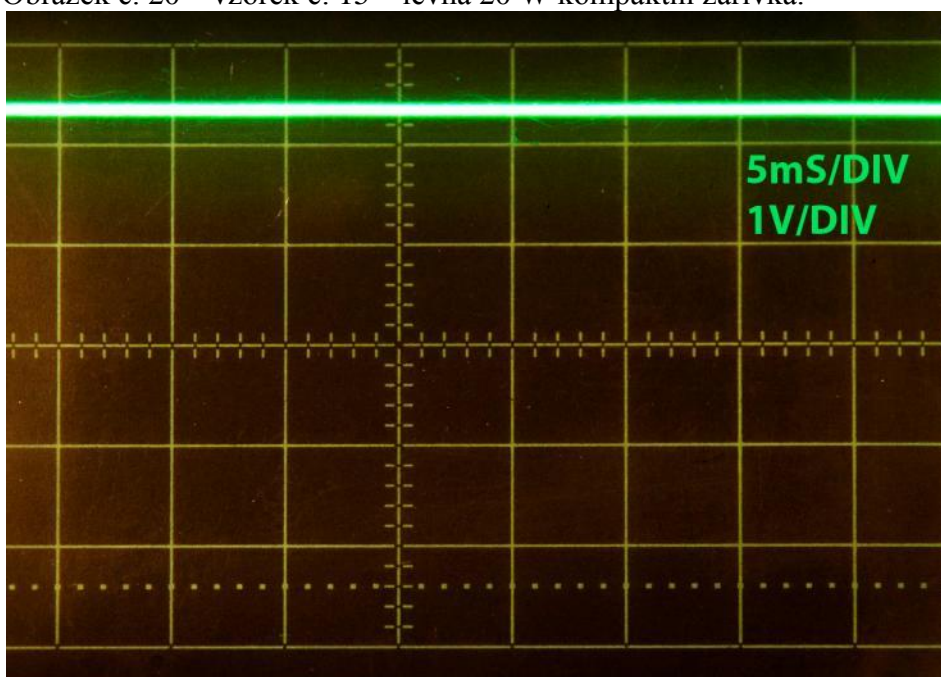
Obrázek č. 18 – vzorek č. 12 – LED – tento zdroj světla má stejného výrobce jako vzorky č. 7, 9, 10. Rozdíl mezi nimi je však obrovský. Jas tohoto zdroje je téměř konstantní.



Obrázek č. 19 – vzorek č. 13 – LED světelný zdroj, velmi konstantní jas.



Obrázek č. 20 – vzorek č. 15 – levná 20 W kompaktní žárovka.



Mimo měření: 20 W automobilová žárovka napájená stejnosměrným zdrojem proudu. Jas žárovky se nemění. Její vlastnosti jsou nejbližší podobné přírodním podmínkám – svitu Slunce.

Výsledky a diskuse

.Hodnoty tří druhů měření byly naměřeny, vypočteny a zpracovány, nyní je třeba posoudit jejich význam.

Výsledky měření

Barevná teplota

Všechny měřené zdroje (až na jeden, LED žárovku) dosahují spíše červených, teplých odstínů. Myslím si, že z hlediska užívání tento efekt není až tolik na škodu. Lidé opravdu dávají spíše přednost teplým barvám v domácím osvětlení i volení barev interiéru. Barva

by však neměla přecházet příliš do červena, protože pak ztrácí na kvalitě z hlediska domácího užívání. Při čtení knihy s kvalitními fotografiemi jsou jejich barvy pod tímto osvětlením nutně zkreslené.

Tento fenomén je nejspíše způsoben tím, že pravěký člověk byl zvyklý na jeskyni ozářenou ohněm a od té doby se s naší volbou pro osvětlení domova zřejmě nic moc nezměnilo. Modrá barva se nám zdá nezdravá a studená a pro domácí osvětlení se tudíž nehodí. To může znamenat znevýhodnění pro LED zdroje, které mají tendenci blížit se spíše modré straně spektra.

V následující tabulce jsem srovnala zdroje podle jejich barevné teploty od největší hodnoty po nejmenší, tedy od „nejmodřejší“ po „nejčervenější“. Barvy bílého poledního světla o barevné teplotě 6000 K nedosáhl ani jeden ze vzorků.

Z výsledků mých měření není zřejmé, že by typ světelného zdroje měl zvláštní vliv na jeho barevnou teplotu.

Tabulka č.6 :výsledky – barevná teplota

Jméno	Typ	Nádech	Barevná teplota (K)
Led star classic A 40	LED žárovka		6250
Concentra Spot R50 (Osram)	žárovka		4350
Classic P (Osram)	halogenová žárovka		4100
Kompaktní úsporná zářivka	zářivka		3300
Flair LED	LED žárovka		2900
Osram Duluxstar (Osram)	halogenová zářivka		2800
Ledare 130 lm	LED žárovka		2750
Ledare 90 lm	LED žárovka		2750
Sparsam	zářivka		2750
Halogen	halogenová žárovka		2700
Ledare 400 lm	zářivka		2650
Ledare (1205G8)	LED žárovka		2650
Fluorescent lamp	halogenová zářivka		2600
NBB bohemia lamp	žárovka		2600
Classic eco superstar	halogenová žárovka		2550
Classic A (Osram)	halogenová žárovka		2550

Příkon

Měření příkonu ukázalo, že se údaje naměřené a přiznané na obalu zdroje dosti liší. Většina zdrojů spotřebuje více energie, než by měla, zvláště výrobky typu Ledare jsou v tomto ohledu pochybné.

V následující tabulce jsou zdroje srovnány od těch s nejmenším příkonem po největší.

Při měření příkonu už lze sledovat u různých typů svítidel jisté tendence. LED žárovky mají příkon zdaleka nejmenší a mohou tedy představovat výhodnou koupí, co se šetření energie týče. Zářivky se zdají být rovněž úsporným zdrojem. Zdaleka nejnevhodnějším zdrojem jsou pak obyčejné žárovky, které spotřebují zdaleka nejvíc energie – většina z ní se však přemění na tepelnou. Ostatně po každém měření bylo nutno chvíli počkat, než se dalo s horkou žárovkou vůbec manipulovat.

Tabulka č. 7 :výsledky – příkon

Jméno	Typ	Příkon (W)
-------	-----	------------

Ledare 130 lm	LED žárovka	4,104
Sparsam	LED žárovka	4,104
Halogen	zářivka	8,664
Led star classic A 40	LED žárovka	9,348
Ledare (1205G8)	LED žárovka	9,847
Concentra Spot R50 (Osram)	zářivka	12,996
Flair LED	halogenová zářivka	14,464
Fluorescent lamp	LED žárovka	18,306
Classic eco superstar	zářivka	31,64
Kompaktní úsporná zářivka	halogenová žárovka	31,866
Classic A (Osram)	halogenová zářivka	34,578
Osram Duluxstar (Osram)	halogenová žárovka	39,498
Ledare 400 lm	halogenová žárovka	39,952
Classic P (Osram)	žárovka	40,179
Ledare 90 lm	halogenová žárovka	44,492
NBB bohemia lamp	žárovka	69,834

Blikavost

Pro blikavost lze jednoznačně říci, že čím menší, tím lepší. Zdroje s konstantním jasem jsou příjemnější pro užívání. Zdroje s maximální blikavostí jsou pro domácí užití prakticky nepoužitelné. V tabulce níže jsou tedy zdroje srovnané od nejnižší hodnoty po nejvyšší, jednoznačně od nejlepšího po nejhorší.

Našly se dva zdroje s 100% blikavostí, které dosahovaly efektu stroboskopu. Výsledek je patrný pouhým okem, pokud se pod nimi mává rukou, není vidět celistvý pohyb.

Z měřených zdrojů byly nejhorším i nejlepším kandidátem LED žárovky, dokonce od stejné firmy. Dá se však říct, že halogenové žárovky mají spíše lepší výsledky než LED zdroje.

Ze dvou účastněných obyčejných žárovek jedna dosáhla průměrné až lepší hodnoty a druhá měla poruchu.

Tabulka č. 8 :výsledky – blikavost

Jméno	Typ	B (%)
Ledare (1205G8)	LED žárovka	5,2
Fluorescent lamp	LED žárovka	16
Ledare 90 lm	halogenová žárovka	20
Ledare 400 lm	halogenová žárovka	20
Concentra Spot R50 (Osram)	zářivka	22,9
Flair LED	halogenová zářivka	22,9
Kompaktní úsporná zářivka	halogenová žárovka	27
Osram Duluxstar (Osram)	halogenová žárovka	27
NBB bohemia lamp	žárovka	29
Classic eco superstar	zářivka	33
Halogen	zářivka	40
Classic A (Osram)	halogenová zářivka	50
Led star classic A 40	LED žárovka	60

Ledare 130 lm	LED žárovka	100
Sparsam	LED žárovka	100
Classic P (Osram)	žárovka	/

Závěr

Závěrem této práce může být představa nejlepšího domácího světelného zdroje. Z hlediska barevné teploty by měl být buď bílý, nebo načervenalý, tedy v hodnotách 6000 K a méně, ale čím bližší bílému světlu, tím lépe. Příkon by měl být co nejmenší. Blikavost by měla být minimální a co nejpodobnější napojení na stejnosměrný zdroj, jas konstantní.

Pokud budeme postupovat podle těchto zjištění, pak lze teoreticky srovnat všechny měřené zdroje do tabulky **od nejlepšího po nejhorší z hlediska příjemnosti užívání**.

Tabulka č. 9 :výsledky – závěrečná tabulka

Jméno	Typ	Nádech	Barevná teplota (K)	Příkon (W)	B (%)
Ledare (1205G8)	LED žárovka		2650	9,847	5,2
Flair LED	LED žárovka		2900	18,306	16
Halogen	halogenová žárovka		2700	44,492	20
Classic A (Osram)	halogenová žárovka		2550	39,952	20
Kompaktní úsporná zářivka	zářivka		3300	12,996	22,9
Fluorescent lamp	halogenová zářivka		2600	14,464	22,9
Classic eco superstar	halogenová žárovka		2550	31,866	27
Classic P (Osram)	halogenová žárovka		4100	39,498	27
NBB bohemia lamp	žárovka		2600	69,834	29
Sparsam	zářivka		2750	31,64	33
Ledare 400 lm	zářivka		2650	8,664	40
Osram Duluxstar (Osram)	halogenová zářivka		2800	34,578	50
Led star classic A 40	LED žárovka		6250	9,348	60
Ledare 130 lm	LED žárovka		2750	4,104	100
Ledare 90 lm	LED žárovka		2750	4,104	100
Concentra Spot R50 (Osram)	žárovka		4350	40,179	/

Zdroje jsem srovnala výhradně podle blikavosti. Je to nejpodstatnější veličina pro každodenní užívání. Pokud má zdroj velký příkon, ale dobře pracuje, smíříme se s tím. Barevná teplota proti blikavosti též není důležitá, protože u ní záleží jen na tom, jakým způsobem chceme zdroj používat. Pro světlo do obývacího se načervenalším světlem není třeba zabývat. Příliš vysoká blikavost může až poškozovat zrak.

Jak si tedy vedly jednotlivé typy svítidel? LED žárovky se mohou pochlubit nízkým příkonem, ale velmi variabilní blikavostí. Zářivky dosahují průměrné blikavosti a různého příkonu. Obvyčejná žárovka se sice pro svou dobrou blikavost a teplý odstín může zdát příjemná na užívání, ale nesmyslně plýtvá energií a její zákaz prodeje se mi zdá plně

oprávněný. Nejlépe se tedy umístily halogenové zdroje. Mají sice různý příkon a různé podání barvy, ale není problém pod nimi číst a neškodí zraku díky své nízké blikavosti. Závěrem práce tedy míním zjištění, že blikavost je nejdůležitějším parametrem pro výběr dobrého zdroje a není vůbec zapsán na obale. Pokud si tedy pořizujeme nový zdroj, radím vybírat tak, že si ho ještě v obchodě rozsvítíme (například IKEA u každého regálu se zdrojem ukazuje jeden rozsvícený) a provedeme tu nejprimitivnější zkoušku ze všech – máváme před ním rukou a sledujeme, zda nedojde k efektu stroboskopu, který jasně indikuje nežádoucí vysokou blikavost.

Seznam literatury

- (1) SEHNALOVÁ, I. *Bakalářská práce: Světlo a osvětlení*. Brno, květen 2009
- (2) BC. ŽÁKOVÁ M. *Diplomová práce: Optimalizace vnitřních prostorů*. Zlín 2011
- (3) Vlnová délka [online]. Wikipedie 29. 10. 2012. [Citace: 9. 11. 2012]. Dostupné na: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Vlnov %C3 %A1 _d %C3 %A9lka](http://cs.wikipedia.org/wiki/Vlnov%C3%A1_d%C3%A9lka)>.
- (4) Frekvence [online]. Wikipedie 4. 12. 2012. [Citace: 9. 11. 2012]. Dostupné na: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Frekvence>>.
- (5) KRBAL, M. *Diplomová práce: Účinnost přeměny elektrické energie na světlo u současných světelných zdrojů*. Brno 2010. Vysoké učení Technické v Brně.
- (6) HOLOUBEK, J. *Světelná technika a osvětlování*, FCC Public 1995, ISBN 80-901985-0-3

Bibliografie

- Bc. Žáková, M. (2011). *Diplomová práce: Optimalizace vnitřních prostorů*. Zlín, Česká republika.
- Červenka, J. (2010). *Bakalářská práce: Interiérové osvětlení*. Zlín, Česká republika.
- Fikar, P. (6. Srpen 2008). *nazeleno.cz - LED diody*. Získáno 1. Leden 2013, z [nazeleno.cz](http://www.nazeleno.cz/bydleni/osvetleni-1/led-diody-levnejsi-provoz-nez-usporne-zarivky.aspx): <http://www.nazeleno.cz/bydleni/osvetleni-1/led-diody-levnejsi-provoz-nez-usporne-zarivky.aspx>
- Fotografování.cz. (2013). *Základní postupy*. Získáno 5. Listopad 2013, z [Fotografování.cz](http://www.fotografovani.cz/fotopraxe/zakladni-postupy1/barva-a-vyvazeni-bile-2-vyvazeni-bile-151819cz?diskuse): <http://www.fotografovani.cz/fotopraxe/zakladni-postupy1/barva-a-vyvazeni-bile-2-vyvazeni-bile-151819cz?diskuse>
- Horčík, J. (5. Březen 2008). *Ekologické bydlení: Průlom v oblasti LED osvětlení?* Získáno 1. Leden 2013, z [Ekologické bydlení](http://www.ekobydleni.eu/spotrebnice/prulom-v-oblasti-led-osvetleni): <http://www.ekobydleni.eu/spotrebnice/prulom-v-oblasti-led-osvetleni>
- Krbal, M. (2010). *Diplomová práce - Účinnost přeměny elektrické energie na světlo u současných světelných zdrojů*. Brno, Česká republika.
- Pelcová, Z. (Duben 2011). *Bakalářská práce: Vliv osvětlení při vyšetření zraku*. Brno, Česká republika.
- REMION. (nedatováno). *Laboratorní průvodce*. Získáno 28. Listopad 2012, z [Laboratorní průvodce](http://www.labo.cz/mft/rad_pasma.htm): http://www.labo.cz/mft/rad_pasma.htm

Sehnalová, I. (Květen 2009). Bakalářská práce: Světlo a osvětlení. Brno, Česká republika.

Wikipedie. (4. Prosinec 2012). *Frekvence: Wikipedie*. Získáno 9. Listopad 2012, z Wikipedie: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Frekvence>

Wikipedie. (27. Říjen 2012). *Nahrazování žárovek: Wikipedie*. Získáno 28. Prosinec 2012, z Wikipedie: http://cs.wikipedia.org/wiki/Nahrazov%C3%A1n%C3%AD_%C5%BE%C3%A1rovek

Wikipedie. (29. Říjen 2012). *Vlnová délka: Wikipedie*. Získáno 28. Listopad 2012, z Wikipedie: http://cs.wikipedia.org/wiki/Vlnov%C3%A1_d%C3%A9lka

Wikipedie. (20. Září 2012). *Wikipedie - Zářivka*. Získáno 1. Leden 2013, z Wikipedie: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Z%C3%A1řivka>

Wikipedie. (5. Srpen 2013). *Wikipedie*. Získáno 29. Říjen 2013, z Barevná teplota: http://cs.wikipedia.org/wiki/Barevn%C3%A1_teploata

Wikipedie. (14. Říjen 2012). *Wikipedie: Halogenová žárovka*. Získáno 1. Leden 2013, z Wikipedie: http://cs.wikipedia.org/wiki/Halogenov%C3%A1_%C5%BE%C3%A1rovka

Wurzlová, D. (31. Květen 2012). *Bioplanet*. Získáno 1. Leden 2013, z Bioplanet - Z žárovky vázička: <http://www.bioplanet.cz/blog/z-zarovky-vazicka/>