

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ – KATEDRA ELEKTROENERGETIKY

Energetická bilance světelných zdrojů

Energy Balance of Light Sources

Bakalářská práce

Autor: Jakub Pelinka

Vedoucí práce: Ing. Marek Bálský

Rok vytvoření práce: 2014

Studijní obor a program: Elektrotechnika energetika a management – Aplikovaná elektrotechnika

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

katedra elektroenergetiky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Jakub Pelinka**

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management
Obor: Aplikovaná elektrotechnika

Název tématu: **Energetická bilance světelných zdrojů**

Pokyny pro vypracování:

- 1) Analyzujte možnosti vyhodnocení energetické bilance světelných zdrojů
- 2) Provedte měření zářivého toku vybraných světelných zdrojů v závislosti na vlnové délce
- 3) Zhodnoťte energetickou bilanci měřených světelných zdrojů

Seznam odborné literatury:

- [1] HABEL, Jiří. Světlo a osvětlování. Praha: FCC Public, 2013, 622 s. ISBN 978-80-86534-21-3.
- [2] ČSN EN 13032 Světlo a osvětlení - Měření a uvádění fotometrických údajů světelných zdrojů a svítidel
- [3] Směrnice Komise Evropských Společenství 98/11/ES

Vedoucí: Ing. Marek Bálský

Platnost zadání: do konce letního semestru 2014/2015



prof. Ing. Josef Tlustý CSc.
vedoucí katedry

prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.
děkan

V Praze dne 12. 2. 2014

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vyhotovil zcela samostatně s použitím literatury a dalšími podklady, které řádně uvádím v seznamu použité literatury.

V Praze dne 23. 5. 2014

.....
Jakub Pelinka

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat Ing. Marku Bálskému za cenné informace a připomínky, které mi byly pomocí při psaní této práce a dále za jeho ochotu a vstřícný přístup. Také bych chtěl poděkovat celé rodině, za podporu během studia.

Anotace

Moderní doba neustále zvyšuje požadavky na ochranu životního prostředí, což velmi úzce souvisí s nejrůznějšími energetickými aspekty, jako jsou elektrické ztráty. S tímto trendem se také stále rychleji vyvíjejí nové technologie, které jsou schopny lepší účinnosti za stejného či nižšího energetického příkonu. Aby se širší veřejnost dozvěděla o těchto energetických faktech, musí být vypracovávány zprávy, které jsou schopny poučít laickou veřejnost nejen o důležitosti snižování ztrát v elektroenergetických odvětvích, ale také o nových výrobcích na trhu. To je také důvod, proč se v tomto dokumentu budu zabývat energetickými parametry světelné techniky současné doby. Práce bude zaměřena mimo jiné na elektrickou efektivitu moderních světelných zdrojů, ale také na vyhodnocení změřených či vypočtených hodnot několika svítidel moderní doby, které se budou týkat především jejich světelné účinnosti. Dokument se bude snažit o to, aby mu porozuměla i širší veřejnost a mohla z něj vyčíst energetické nároky jednotlivých zdrojů světla používaných především v běžných domácnostech.

Abstrakt

In modern times the requirements for the protection of the environment are increasing which is very closely related to various energetic aspects such as electrical shrinkage. The development of new technologies which are capable of greater efficiency by the same or lower input of energy goes hand in hand with this particular trend. New reports which would be able to inform the general public not only about the importance of data decrease but also about new products on the market have to be prepared for the wider audience to learn about these energetic facts. This is why in this document I will inquire into energetic parameters of today's light technique. The work will focus on the electrical affectivity of modern light sources as well as on the evaluation of measured and calculated figures of several modern light fittings which will mainly apply to their luminous efficiency. The document will endeavor to be understandable for the wider public to be able to ascertain the energetic requirements of the particular sources used mainly in common household.

Obsah

1. Úvod	7
2. Historie	7
3. Úvod do problematiky	10
3.1. Důležité parametry	10
3.1.1. Světelný tok	10
3.1.2. Měrný výkon.....	10
3.1.3. Index podání barev	10
3.1.4. Teplota chromatičnosti	11
3.1.5. Doba života.....	11
3.1.6. $V(\lambda)$ křivka	11
3.1.7. Barevné spektrum	12
3.2. Žárovka, halogenová žárovka	13
3.2.1. Princip funkce, konstrukce	13
3.2.2. Halogenový cyklus	14
3.2.3. Výhody halogenových žárovek.....	15
3.2.4. Nevýhody halogenových žárovek.....	15
3.3. Kompaktní zářivky	16
3.3.1. Princip funkce, konstrukce	16
3.3.2. Výhody kompaktních zářivek.....	17
3.3.3. Nevýhody kompaktních zářivek	17
3.4. Indukční výbojky	18
3.4.1. Princip funkce, konstrukce	18
3.4.2. Výhody indukčních výbojek.....	18
3.4.3. Nevýhody indukčních výbojek.....	18
3.5. Světelné diody – LED	19
3.5.1. Princip funkce, konstrukce	19
3.5.2. Výhody LED.....	20
3.5.3. Nevýhody LED.....	20
4. Vlastní měření	21
4.1. Spektrofotometr	21
4.1.1. Postup při měření – spektrofotometr	21
4.1.2. Blokové schéma pracoviště	22

4.2. Kulový integrátor	22
4.2.1. Postup při měření – kulový integrátor	22
4.2.2. Blokové schéma pracoviště	23
4.3. Měření zdroje světla	23
5. Zpracování naměřených hodnot	24
5.1. Změřené hodnoty	24
5.1.1. Chyba spektrofotometru	24
5.1.2. Korekce dat spektrofotometru	24
5.1.3. Vyhodnocení dat spektrofotometru	26
5.1.4. Vyhodnocení dat kulového integrátoru	27
5.1.5. Zhodnocení vypočtených hodnot	27
6. Závěr	31
Citovaná literatura	32
Příloha 1	33
Příloha 2	34
Příloha 3	35
Příloha 4	36
Příloha 5 – HALOLUX CERAM	37
Příloha 6 – LED PARATHOM	41
Příloha 7 – DULUX INTELLIGENT	45
Příloha 8 – LVD-JX-23W	49
Příloha 9 – korekční funkce	53

1. Úvod

Světlo a světelné zdroje, ať už to jsou svíčky, petrolejové, plynové či elektrické lampy, používá lidstvo již od dob, které si dnes připomínáme v učebnicích dějepisu. Od doby vyvinutí první žárovky udělaly světelné zdroje značný pokrok ve všech směrech své vlastní činnosti. Nejedná se již pouze o klasické žárovky, ale už mezi světelné zdroje neodmyslitelně patří také kompaktní zářivky, halogenové žárovky a nízkotlaké výbojky a mnoho dalších typů. K vývoji jiných druhů nebo zlepšování starých nás vedla spousta parametrů jako například doba života, údržba či náklady na provoz, které nás v nynější době zajímají ve velmi kritických měřítkách. Náklady na provoz se snaží být v moderní době co nejvíce minimalizovány, což svým způsobem pomáhá jak v ochraně matky přírody, ale také k šetření finančních prostředků. Cílem této práce bude porovnání několika různých světelných zdrojů mezi sebou a jejich vyhodnocení v rámci světelné účinnosti, ale i porovnání jejich spekter, která vyznačují. Zaměřím se také na nejnovější technologii LED, která v posledních pár letech zažívá obrovský „boom“ a budu ji porovnávat s ostatními světelnými zdroji.

2. Historie

Nepočítáme-li slunce, tak pravděpodobně prvním světelným zdrojem lidstva byl již v pravěku oheň, to tedy znamená louče a svíčky. Tyto nestabilní světelné zdroje, které měly mihotavé světlo a hrozily vzplanutím, však s postupem času nebyly dostačující na stále se zvyšující požadavky našich předků i nás samotných. To samozřejmě vedlo k vývoji dalších světelných zařízení. Velký rozvoj přišel na přelomu 18. a 19. století, když se začalo používat plynové osvětlení, jehož vynálezcem byl William Murdoch. V následujících několika desetiletích se ve větších městech (Londýn, Paříž, Berlín, Praha aj.) začal používat svítiplyn.

Dalším velkým úspěchem ve vývoji světla bylo také elektrické světlo, jež vzniklo hořícím obloukem mezi uhlíkovými elektrodami. První použitelnou lampu zajistil francouzský fyzik Léon Foucault roku 1844. Zdokonalení provedl ruský vynálezce Pavel Nikolajevič Jabločkov a následně technologii ještě více zdokonalil český vynálezce František Křížík kolem roku 1880. Problémem v tomto zařízení bylo neustálé uhořívání uhlíkových elektrod a také tedy nestabilita oblouku v lampě. Společně s vývojem svítiplynu a obloukových lamp se ve stínu rýsovala další možnost elektrického světla – žárovka. Je důležité si uvědomit, že prvním výrobcem žárovky nebyl Thomas Alva Edison, ale na jejím vzniku se podílelo hned několik vědců, z nichž jediný „nezapomenutý“ zůstal právě Edison. V roce 1881 se konečně dostala na trh žárovka vyrobená T. A. Edisonem, jejíž technologickou výrobu zvládl již o 2 roky dříve.

Jeho výrobku předcházela žárovka od Heinricha Göbela, který jako první zkoumal světlo vzniklé žhavením materiálu průchodem proudu (1854). Mimo jiné se ze žárovky později také vyvinula elektronka.

První žárovky to neměly v konkurenci s plynem příliš lehké. Plynárny se totiž bály o možnost ztráty svých zisků z prodeje svítivplynu a podnikaly tedy proti elektrickému světlu různé „anti-propagandy“. Snažily se útočit na možnost ohrožení lidského zdraví například pomluvami o tom, že elektrické světlo způsobuje oční vady. Badatelé v oblasti elektrotechniky však se zaujetím dál zkoumali a zdokonalovali žárovky a nenechali se odradit prvotními odpory způsobenými, jak už to velmi často bývalo a někdy také stále bývá, strachem z něčeho nového. Žárovka měla během své cesty průmyslem mnoho podob (vývoj je přehledně uveden v Tab1), nejprve byly pokusy s platinou, která však byla drahá, a tak se nahradila vhodnějším uhlíkem. Dále poté byla nahrazena wolframem kolem roku 1910 a byla plněna inertním plynem, často argonem.

Následně se přidaly další zdroje a to první křemíková zářivka v roce 1935 a 1938 první zářivkové trubice, ovšem stejně jako u žárovek předcházelo vývoji zářivek mnoho experimentů v několika desetiletích před výrobou výše zmíněné výbojky (vývoj nízkotlakých výbojek v Tab2). A na konci 50. let 20. století se přidaly ještě halogenové žárovky. Jelikož se v žárovkách mění přibližně 95% elektrické energie na teplo a pouze 5% na světlo, čímž jsou tyto zdroje dosti neúčinné, a výbojky obsahují jedovaté chemické prvky, byli vědci nuceni k vývoji dalších zdrojů, jako jsou technologie LED (Light Emitting Diode). Jev, na kterém pracují světelné diody, zvaný elektroluminescence (odtud elektroluminescenční zdroje) objevil v roce 1907 Angličan Henry Joseph Round. S dalším vývojem elektroniky a polovodičových systémů získávaly diody emitující světlo více na významu. Podrobná historie LED je uvedena v Tab3.

Typ žárovky	Rok	Měrný výkon [lm/W]	Doba života [h]
Uhlíkové, osmiové, tantalové vlákno ve vakuu	1879	2	600
Rovné wolframové vlákno ve vakuu	1906	6 - 8	1000
Svinuté wolframové vlákno ve vakuu	1913	9	1000
Dvojitě vinuté wolframové vlákno v plynu	1934	12 - 14	1000
Halogenový cyklus	1959	20	2000
	1962	35	5 - 15

Tab. 1. Vývoj žárovky [1]

Typ nízkotlaké výbojky	Rok	Měrný výkon [lm/W]	Doba života [h]
Zářivka – luminofory křemičitany	1935	40	2000
Zářivka – luminofory halofosfáty	1948	60 - 80	8000
Zářivka – luminofory pásmové	1977	100	8000
Sodíková výbojka – vakuový obal	1938	60 - 70	2000 - 4000
Sodíková výbojka – reflexní vrstvy	1965	155	6000
	1972	170	6000

Tab. 2. Vývoj nízkotlakých výbojek [1]

1907	H. J. Round objevil, že látky po excitaci elektrickým proudem vydávají světlo
1921	Ruský fyzik Oleg Losev následně důkladně popsal a prozkoumal objevený jev
1935	Francouzský fyzik George Destriau objevil světelné emise v sulfidu zinečnatém
1951	Vývoj tranzistoru přináší významný pokrok v polovodičové technice
1962	První luminiscenční dioda (červená – GaAsP), zahájení průmyslové výroby
1971	Další barvy LED
1993	Shuji Nakamura vyvinul první modrou LED
1995	Bílá LED transformací pomocí luminoforu uvedena na trh
2006	Dioda s účinností 100lm/W
2010	V laboratorních podmínkách vyvíjeny LED s účinností 250 lm/W

Tab. 3. Vývoj LED [2]

3. Úvod do problematiky

V této kapitole se budu zabývat světelnými a technickými parametry, které budou potřeba při vyhodnocování mé práce. Bude se jednat o některé fotometrické veličiny, ale také o použité nástroje a přístroje.

3.1. Důležité parametry

3.1.1. Světelný tok

„Světelný tok vyjadřuje schopnost zářivého toku způsobit zrakový vjem.“ [3] Značíme jej řeckým Φ a jeho jednotkou je lm neboli lumen, matematicky je tedy definice:

$$\Phi = K_m V(\lambda) \Phi_e(\lambda) \quad [lm; lm/W; -; W] \quad (1)$$

Světelný tok měříme nejčastěji nepřímou metodou v kulovém integrátoru, kde je osvětlení vnitřního povrchu integrátoru přímo úměrné světelnému toku. Výpočty a měřeními je dokázáno, že výkon $1W$ vyzářený na vlnové délce $555nm$ odpovídá světelnému toku $683lm$.

3.1.2. Měrný výkon

Parametr pravděpodobně jeden z nejdůležitějších pro tento dokument. Jedná se v podstatě o účinnost, jinými slovy o vztah mezi příkonem daného světelného zdroje a vyprodukovaným světelným tokem. Lze jej tedy matematicky vyjádřit jako:

$$\eta = \frac{\Phi}{P} \quad (2)$$

Kde η je měrný výkon $[lm/W]$, Φ je světelný tok $[lm]$ a P je elektrický příkon $[W]$. Maximální vypočtený a experimentálně zjištěný měrný výkon odpovídá $683 lm/W$ pro vlnovou délku $\lambda = 555 nm$.

3.1.3. Index podání barev

Jde o index, který určuje, jak věrně jsme schopni vnímat barvy osvětlené daným světelným zdrojem. Index se získává průměrováním z několika určených zkušebních barevných vzorků a značí se R_a . Rozmezí indexu se pohybuje v intervalu $0 - 100$, kde 0 znamená nulovou rozeznatelnost barev a 100 označuje nejlepší rozeznatelnost. V celkovém hodnocení svítidla má tento parametr pro lidské oko značný význam, protože poté můžeme rozlišovat a lépe vnímat barvy okolo nás.

3.1.4. Teplota chromatičnosti

„Charakterizuje spektrum bílého světla. Světlo určité teploty chromatičnosti má barvu tepelného záření vydávaného černým tělesem zahřátým na tuto teplotu. Teplota chromatičnosti se měří v Kelvinech“ [4]

3.1.5. Doba života

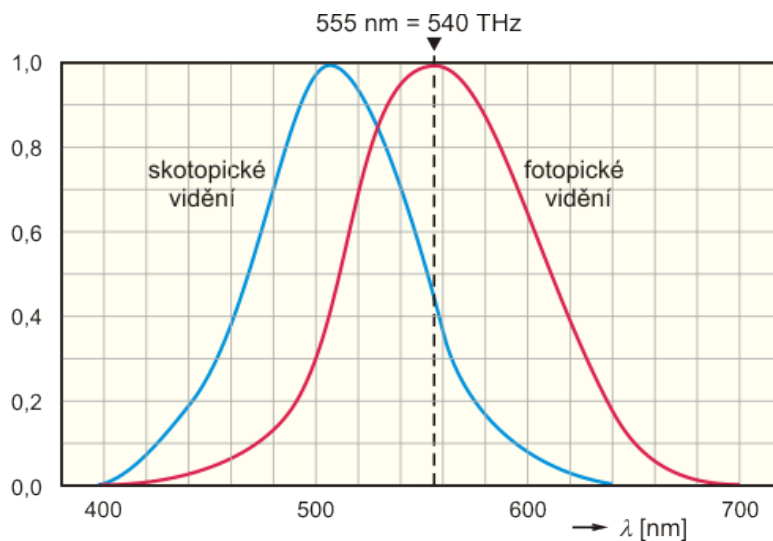
Další důležitý parametr tentokrát z pohledu finančních prostředků. Doba života nám říká, jak dlouho vydrží světelný zdroj hospodárně svítit, což je jeden z klíčových parametrů dostat se na trh. Doba života určuje čas, po kterém by se měl zdroj vyměnit za nový, ačkoliv může být stále funkční, avšak nesvítí již hospodárně, což je způsobeno opotřebením. Dobu života světelného zdroje můžeme dělit na průměrnou a užitečnou. Pro účely této práce nás zajímá užitečná doba života. Je to čas, za který se světelný tok zdroje sníží o 20%, což neplatí u žárovek, jelikož se u nich světelný tok během stárnutí mění jen minimálně a zanikne až s přepálením vlákna.

3.1.6. $V(\lambda)$ křivka

Protože lidské oko není citlivé na všechny vlnové délky stejně, zavádíme tzv. „ V lambda křivku“, která popisuje závislost citlivosti oka na vlnové délky ve viditelném spektru záření. V praxi uvádíme většinou dva druhy vidění a to [5]:

- a) fotopické vidění – denní neboli barevné, adaptační jasy se uvažují od 3 cd/m^2
- b) skotopické vidění – noční neboli černobílé, adaptační jasy do setin cd/m^2

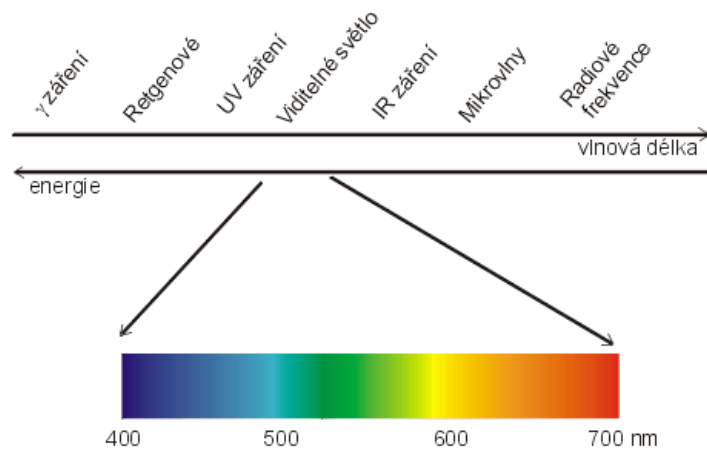
Průběh těchto citlivostí je uveden na obrázku 1.



Obr. 1. Normalizovaná křivka citlivosti lidského oka [6]

3.1.7. Barevné spektrum

Pro pozdější použití u vyhodnocování parametrů jednotlivých zdrojů je také zapotřebí uvést spektrum světla a pro lepší orientaci i rozložení barev ve spektrální části viditelného záření viz obr. 2.

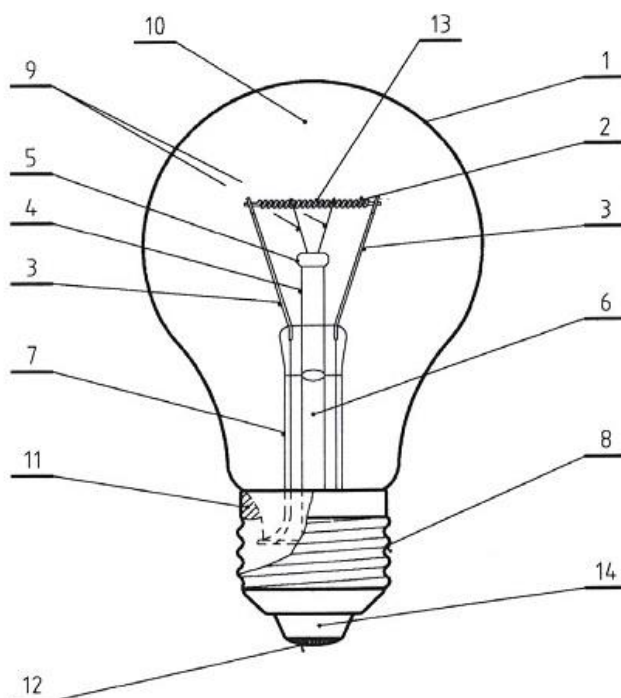


Obr. 2. Spektrum světla [7]

3.2. Žárovka, halogenová žárovka

3.2.1. Princip funkce, konstrukce

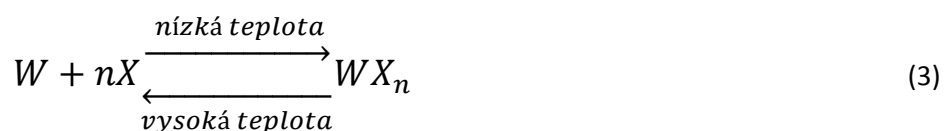
Průchodem elektrického proudu vláknem žárovky vzniká teplo. Tento proces ohřívá vlákno, které díky vysoké teplotě začíná zářit. Z toho vyplývá, že se většina příkonu žárovky mění v teplo a není tak příliš ekonomicky výhodná. Konstrukce klasické žárovky s wolframovým vláknem je uvedena na následujícím obrázku. Vlákno bývá zpravidla tvořeno dvojitou spirálou z wolframu u moderních žárovek. Tloušťka tohoto vlákna se mění v závislosti na příkonu žárovky od 10 do 120 μm . Vlákno je v baňce fixováno podpěrnými molybdenovými háčky zapíchnutými do skleněného talířku, který tvoří spolu s dalšími částmi tzv. nožičku. Nožka je společně s vláknem zatavena do vnější baňky, která je vyrobena ze sodno-vápenatého skla. Baňka může mít spousty různých vlastností, může být čirá, barvená, chemicky upravená nebo matovaná. Přívody jsou obvykle složeny z několika částí a je jimi přivedeno napětí a proud na wolframové vlákno. Pro zajištění správné tepelné roztažnosti přívodů je prostřední část vyrobena z pláštěvého drátu, který zajistí odpovídající roztažnost. To zajistí těsné spojení kovových a skleněných součástí žárovky, aby bylo udrženo vakuum nebo potřebné inertní prostředí. Další článek bývá zhotoven ze slitiny niklu a mědi, tzv. monelu, který také působí jako ochrana v případě přerušení vlákna a následně vzniklého výboje pokud je žárovka plněná plynem. Tato část také zajišťuje kontakt s paticí světelného zdroje. Na patici jsou přívody připevněny buď pájením běžnými pájkami, které se však dnes kvůli olovu omezují, anebo ekologicky šetrnějším svařením. Prostor baňky je odčerpán a poté je naplněna některým z netečných plynů, jako je argon či krypton s příměsí dusíku, který zabrání výbojům mezi závity vlákna. Přítomnost těchto plynů je důležitá, neboť zabraňují, respektive omezují, odpařování wolframového vlákna žárovky a je tedy dokonce možné zvýšit jeho teplotu s měrným výkonem bez vlivu na dobu života a stabilitu světelného toku. Tyto netečné plyny jsou samy o sobě drahé, ale zavedením sériové výroby se žárovka podstatně zlevnila. Nežádoucí plyny, které ve zbytkové míře v baňce zůstávají, jsou pohlceny tzv. getrem (červený fosfor nebo nitrid fosforu), který je nanesen na vlákno či konce přívodů. Abychom dosáhli dlouhého života žárovky, je vhodné dosahovat co nejvyšších tlaků plnicího plynu, který by se měl blížit až k tlaku okolní atmosféry. Žárovky mohou být osazeny mnoha různými paticemi, ovšem velmi často to bývá patice s označením E27 vyrobená z hliníku nebo poniklované mosazi. [8]



Obr. 3. Konstrukce obyčejné žárovky [8]: 1 – baňka, 2 – wolframové vlákno, 3 – přívody, 4 – tyčinka, 5 – čočka, 6 – čerpací trubička, 7 – talířek, 8 – patice, 9 – háčky (podpěrky), 10 – plynná náplň, 11 – tmel, 12 – pájka, 13 – getr, 14 – izolace patice

3.2.2. Halogenový cyklus

Objevením tohoto jevu se posunula výkonnost klasických žárovek o trochu dál. Cyklus probíhá na základě různých teplot vlákna a baňky žárovky za pomoci některého halového prvku jako jsou Br, J či Xe. Jev demonstruje následující rovnice [1],



kde n označuje mocenství wolframu a X typ halogenu. Vysvětlení jevu je prosté. U žhaveného wolframového vlákna dochází k odpařování wolframu při teplotách okolo 2800°C. Okolí vlákna je nasycené tímto prvkem a wolfram difunduje směrem k baňce, zde za podstatně nižších teplot okolo (300°C) tvoří sloučeninu s halogenovým prvkem (teplota je pouze orientační, ke slučování dochází u různých prvků při rozdílných teplotách). Tato sloučenina se kvůli vysoké koncentraci u baňky opět dostává k jádru zdroje a zde za vysokých teplot probíhá opačný děj. Tedy oddělení wolframu a halogenového prvku. Tím se částečně zabraňuje odpařování wolframu z vlákna a výsledkem je delší doba života světelného zdroje.

3.2.3. Výhody halogenových žárovek

- stabilní světelný tok (oproti klasickým žárovkám, které „černají“ usazováním W na baňce)
- vyšší doba života přibližně 1500 – 2500h (v závislosti na teplotě chromatičnosti)
- odolnost vůči teplotním změnám
- malé rozměry
- podání barev $R_a \approx 100$

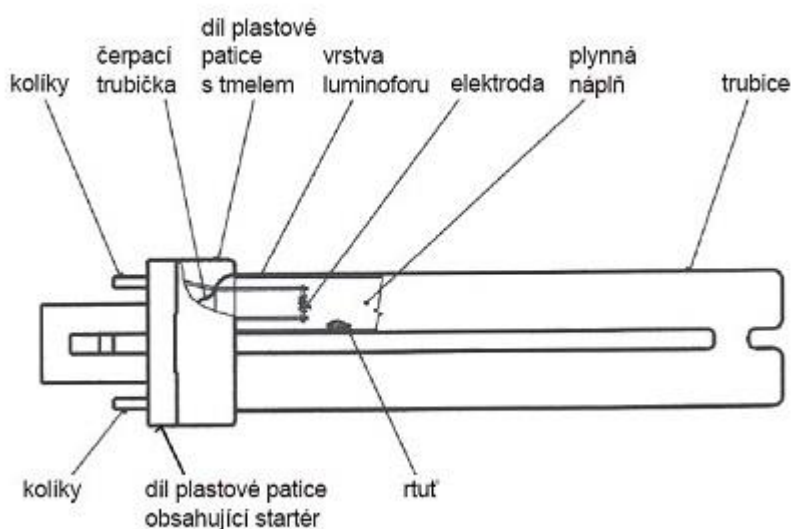
3.2.4. Nevýhody halogenových žárovek

- o něco vyšší cena oproti žárovkám
- náročnější technologie výroby (především u nižších příkonů)

3.3. Kompaktní zářivky

3.3.1. Princip funkce, konstrukce

V zářivkách získáváme světlo vybuzením par rtuti elektrickým polem, tzn. elektrickým výbojem v plynu. Ovšem páry rtuti v kombinaci s elektrickým polem produkují pouze neviditelné UV záření. Proto se používá látka (luminofor), která toto záření převede částečně do viditelného spektra. Luminofor je umístěn na vnitřní straně zářivkové trubice a lze za jeho pomoci ovlivnit výsledné spektrum zdroje. Tlak plynu se pohybuje v řádech maximálně jednotek *kPa*. Kompaktní zářivky obsahují již zabudovaný elektronický předřadník, který umožňuje minimalizaci jejich rozměrů pro použití v běžných svítidlech. Příklad konstrukce je na obrázku 3.



Obr. 4. Konstrukce kompaktní zářivky se zabudovaným doutnavkovým startérem a paticí G24-d [9]

U těchto zdrojů je však nutné brát v úvahu, jejich dobu života v závislosti na počtu zapnutí a vypnutí. To je jeden z důvodů, proč se nehodí pro některé prostory, jako jsou například chodby či schodiště v panelových domech apod. Zářivky mají na trhu široké zastoupení v oblasti teplot chromatičnosti, ale také v indexu podání barev a je tedy důležité vždy zvážit všechny místní parametry, kde mají být tyto zdroje použity.

3.3.2. Výhody kompaktních zářivek

- doba života $\approx 10.000h$
- vysoká účinnost až 80%
- relativně dobré podání barev R_a až 90 u speciálních typů
- vysoké frekvence díky elektronickým předřadníkům zajišťují bezhlučný a neblíkový provoz
- obsahují méně toxické rtuti oproti klasickým trubicovým zářivkám
- vyšší měrný výkon až 100 lm/W

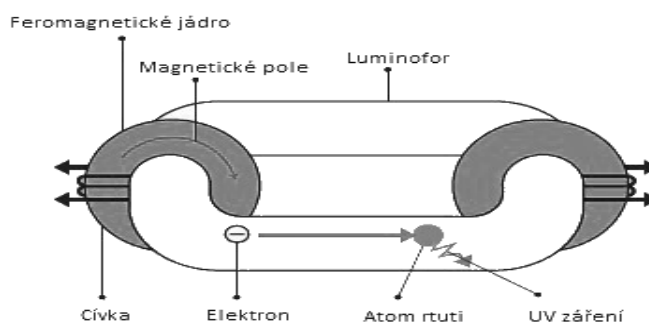
3.3.3. Nevýhody kompaktních zářivek

- závislost na okolní teplotě
- vyšší náklady na pořízení
- zdroj se před plným rozsvícením musí „zahořet“ (do jednotek minut) vliv zapínání a vypínání na dobu života světelného zdroje

3.4. Indukční výbojky

3.4.1. Princip funkce, konstrukce

Smyslem vývoje indukčních výbojek bylo vyrobení světelného zdroje o dlouhé době života. Podařilo se tak docílit tím, že se z klasické nízkotlaké rtuťové výbojky odebraly elektrody a „nahradily“ se cívkou, která svým vysokofrekvenčním magnetickým polem budí páry rtuti. Cívka je většinou na feritovém jádře a je napájena ze speciálního zdroje, kterým je vysokofrekvenční generátor. Jelikož byl tedy odstraněn problém související se slábnutím žhavicích vláken, vznikl zdroj o době života několika desítek tisíc hodin. S rozvojem elektroniky se opět provedení minimalizovalo a dnes jej můžeme vídat například jako klasickou žárovku s patičí E27. Jedna z mnoha možných konstrukcí výbojky je na následujícím obrázku 5.



▲ Princip funkce indukční výbojky

Obr. 5. Indukční výbojka [10]

3.4.2. Výhody indukčních výbojek

- doba života $\approx 60.000h$ i více
- měrný výkon až 100 lm/W
- stabilita světelného toku během života
- podání barev $R_a > 80$
- nízké náklady na provoz
- rychlý start a možnost okamžitého „znovuzápalu“

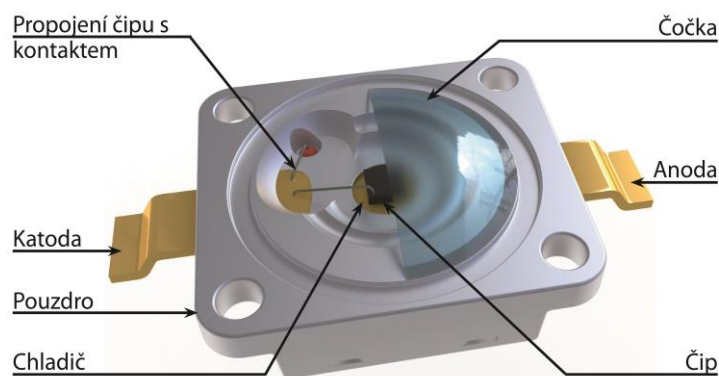
3.4.3. Nevýhody indukčních výbojek

- jsou těžce stmívatelné
- velmi vysoká cena

3.5. Světelné diody – LED

3.5.1. Princip funkce, konstrukce

Světelné diody jsou zdrojem nekoherentního záření. Princip LED je založen na rekombinaci. Dochází-li k rekombinaci mezi elektronem a dírou, odevzdává se energie zhruba rovná šířce zakázaného pásu. Při dotaci majoritních nosičů do polovodiče opačné vodivosti se zvýší pravděpodobnost rekombinace a k jevu dochází častěji. Při každé rekombinaci páru elektron-díra se uvolní kvantum energie. Tato energie je buď vyzářena mimo krystal, nebo je absorbována strukturou polovodiče, což se projevuje teplotním nárůstem. Pravděpodobnost, že dojde k zářivé rekombinaci je několikanásobně větší u polovodičů s přímým přechodem, tato pravděpodobnost se však zvyšuje také s rostoucí šíří zakázaného pásu. U křemíku je uvolňovaná energie, se šířkou pásu $1.1eV$ převážně absorbována v krystalu. Vyrobením diody z jiného materiálu dosáhneme větší šíře zakázaného pásu, například šířka pásu GaAs odpovídá $1.34eV$, tak se zajistí, že část energie rekombinace bude vyzařována ve formě fotonů o dané vlnové délce. Avšak záření výše uvedeného materiálu spadá do oblasti neviditelného záření. Proto se používají další kombinace materiálů jako například GaAsP, GaP, GaAlAs, InGaP a mnoho dalších, které již vyzařují ve viditelném spektru záření.^[10] Jejich velkou budoucnost předpovídají již nyní dosažené laboratorní hodnoty měrných příkonů až 200 lm/W .



Obr. 6. Konstrukce LED čipu [11]

3.5.2. Výhody LED

- vyšší měrný výkon než u žárovek, ale i u zářivek
- extrémní doba života (někteří výrobci uvádějí i 100.000 h)
- okamžité rozsvícení na plný světelný tok
- neobsahují rtuť
- se současnými technologiemi velmi dobré podání barev $R_a > 90$
- jednodušší směřování světelného toku
- doba života nezávisí na spínání a stmívání

3.5.3. Nevýhody LED

- prozatím vyšší cena
- doba života závisí na teplotě – problém s odvodem tepla z oblasti PN přechodu
- nízké příkony (důvod je uveden výše)
- malé napájecí napětí – nutnost použití transformátorů

4. Vlastní měření

Měření energetické bilance, respektive světelného toku svítidel probíhalo v laboratoři elektrotechnické fakulty ČVUT. Používal jsem zde spektrofotometr a kulový integrátor, jejichž parametry a principy budou uvedeny níže. V této kapitole bude uveden postup měření a s tím související problémy. Abych dosáhl energetické bilance světelných zdrojů, je zapotřebí několika kroků. Jedním z nich je měření na spektrofotometru. Tímto přístrojem změřím hodnoty, které následně matematicky upravím společně s naměřenými hodnotami z kulového integrátoru. Neměl bych také opomenout zdůraznit, že spektrofotometrem měřím radiometrické veličiny a kulovým integrátorem veličiny fotometrické.

4.1. Spektrofotometr

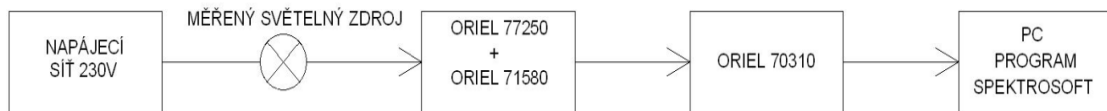
Jedná se o přístroj, který měří optické spektrum záření světelného zdroje. Principem tohoto přístroje mohou být dvě různé metody. Jednou možností je rozklad světla pomocí hranolu. Druhá je založena na principu difrakční mřížky, což je i případ v naší laboratoři, kde je umístěn spektrofotometr ORIEL 77250. Zjednodušeně přístroj pracuje tak, že vstupující paprsek světla, skrz štěrbinu, je kolimován (zaostřen) sférickým zrcadlem na mřížku. Na mřížce dochází k difrakci a světlo je přivedeno zpět na sférické zrcadlo, odkud je odesláno na vyhodnocovací fotočlánek, kterým může být například fotodioda. Odtud jsou získaná data odeslána do PC pomocí A/D převodníku nebo do jiného přístroje. Na fotočlánek umístěný v přístroji jsou kladeny vysoké nároky, aby mohlo být měření co nejpřesnější. Dále by měla platit přímá úměra mezi výstupním proudem fotočlátku a osvětlením. Měl by být nezávislý na okolních veličinách (teplota, tlak aj.) a také v neposlední řadě musí být časově stálý.

4.1.1. Postup při měření – spektrofotometr

Na měřicí lavici jsme umístili do patice E27 světelný zdroj, který jsme připojili na síťové napájení. Pokud to bylo nutné, zdroj světla se musel nechat zahořet několik minut. Jednalo se o kompaktní zářivku a indukční výbojku. Poté jsem zadal do programu „spekrosoft“ v PC, jaké vlnové délky se mají měřit. Vzhledem k tomu, že nás zajímá viditelné spektrum barev, tak jde o hodnoty 380nm – 780nm. Pak zbývalo jen počkat na dokončení měření. Součástí spektrofotometru jsou další dva komponenty. Jedním z nich je ORIEL 70310, což je měřič optického výkonu, který měří, respektive zpracovává hodnoty přijaté od spektrofotometru a odesílá jej programu do PC skrz rozhraní RS-232. Druhým je kalibrovaný detektor ORIEL 71580, což je vlastně fotočlánek osazený filtrem.

4.1.2. Blokové schéma pracoviště

Pro lepší přehled a orientaci přidávám blokové schéma měřicího pracoviště.



Obr. 7. Blokové schéma - spektrofotometr

4.2. Kulový integrátor

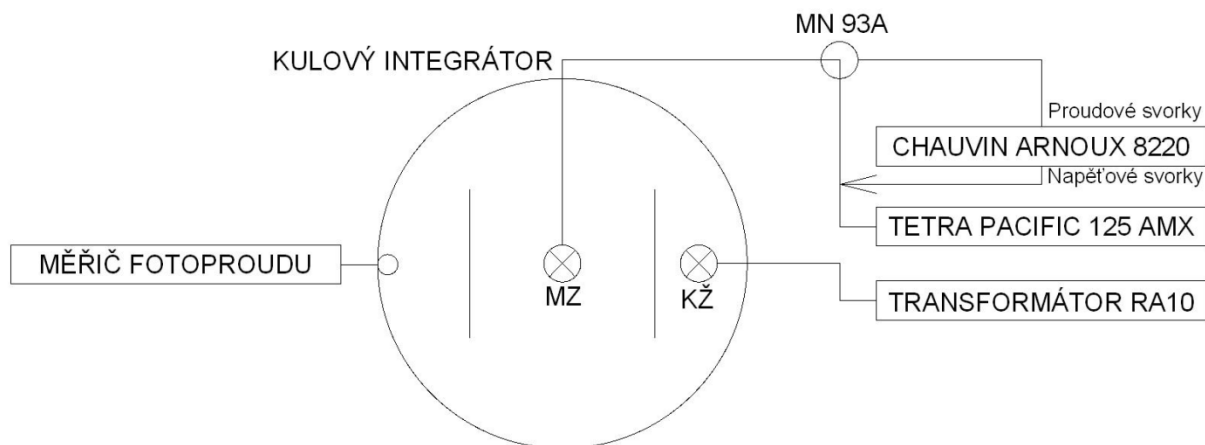
Tento přístroj slouží především k měření světelného toku zdrojů světla, ale lze jej také využít pro kalibraci světelných normálů a měření měrného výkonu. Jde o dutou kouli, složenou z několika podstatných částí. Vnitřní povrch koule musí být natřen normovaným nátěrem či nátěry, kde se jedná hlavně o co nejvyšší odrazivost vrchního nátěru a rozptýlné vlastnosti. Měří se osvětlení vnitřního povrchu E pomocí fotočlánku, umístěného do kulového integrátoru zvenčí malým otvorem. Osvětlení vnitřního povrchu je přímo úměrné světelnému toku měřeného zdroje. Fotočlánek je zakrytý clonou, aby se zamezilo přímému dopadu světla ze svítidla. V integrátoru bývá umístěna také korekční žárovka, kterou eliminujeme chyby měření vznikající nízkou odrazivostí povrchu měřeného svítidla nebo dalších objektů umístěných v přístroji.

4.2.1. Postup při měření – kulový integrátor

Součástí pracoviště kulového integrátoru byl laboratorní transformátor RA10 spolu se stabilizátorem napětí Pacific SmartSource 125-AMX, díky kterým jsem nastavoval napětí měřených zdrojů a korekční žárovky. Dále zde byl multimetr CHAUVIN ARNOUX 8220 s proudovou sondou MN 93A, který mi posloužil pro měření příkonů. Práce spočívala v několika krocích. Nejdříve jsem vložil do integrátoru normálový světelný zdroj se známým světelným tokem Φ_n a při jmenovitých hodnotách jsem odečetl údaj měřiče fotoproudu E_n , který je úměrný světelnému toku normálu. Poté byl normál zhasnut a byla rozsvícena korekční žárovka. Napětí této žárovky jsem nastavil tak, aby údaj měřiče fotoproudu byl roven údaji normálu tedy $E_n = E_{kn}$. Dále jsem demontoval normál a vložil měřený světelný zdroj. Se zhasnutým měřeným zdrojem a rozsvícenou korekční žárovkou jsem odečetl údaj měřiče E_{kz} a poté jsem měřený zdroj rozsvítil na nominálním napětí a korekční žárovku zhasl. Zdroj světelného záření jsem nechal zahořet, pokud to bylo třeba a poté odečetl fotoproud E_z a příkony dodávané do měřeného zdroje P , Q , S .

4.2.2. Blokové schéma pracoviště

Zde uvádím blokové schéma pracoviště kulového integrátoru. Kde „MZ“ je měřený světelný zdroj a KŽ je korekční žárovka.



Obr. 8. Blokové schéma - kulový integrátor

4.3. Měřené zdroje světla

Měřené zdroje jsou celkem 4. Jsou vybrány tak, aby každá skupina používaná běžně v praxi měla své zastoupení a bylo tak tedy možné porovnat, který zdroj je nejvhodnější pro určité objekty. Jsou to tedy:

- Halogenová žárovka OSRAM Halolux Ceram 75W
- LED žárovka OSRAM Parathom Warm White Classic A40 8W
- Indukční výbojka LVD-JX-23W
- Kompaktní zářivka OSRAM Dulux Intelligent Longlife 14W

Jejich parametry budou obsaženy v přílohách v katalogových listech.

5. Zpracování naměřených hodnot

V této části se budu zabývat změřenými hodnotami, jejich korekcí a postupným zjištěním energetických bilancí měřených světelných zdrojů. Zajímavou částí je zde právě korekce chyby spektrofotometru, kterou lze následně používat pro další měření.

5.1. Změřené hodnoty

5.1.1. Chyba spektrofotometru

Během měření na spektrofotometru vznikla určitá chyba, která je způsobena samotným přístrojem, tuto chybu jsem se pokusil eliminovat způsobem, který popíši níže. Jde o chybu vzniklou v určitém rozmezí vlnových délek, která zkresluje měření. Chybu jsem určil v rozmezí 574 – 650nm. Spektrofotometr zde uvádí hodnoty odlišné, od teoreticky správných. Je to pravděpodobně způsobeno vlastnostmi světlovodu před fotočlánkem. Vzhledem k tomu, že chyba je na tak velkém rozsahu hodnot, ale může se jednat i o nějakou nečistotu ulpělou na difrakční mřížce spektrofotometru. Ovšem osobně se přikláním spíše k první variantě, jelikož si myslím, že pokud by byla chyba způsobena nečistotou na mřížce, hodnoty by se změnily větším skokem nebo by mřížka nebyla propustná a vysílaná hodnota by se rovnala nulové hranici, což tedy znamená, že by pro určitou vlnovou délku přístroj nic nezměřil.

5.1.2. Korekce dat spektrofotometru

Program „Spektrosoft“ v PC dodává data, která je nutno převést do relativních jednotek v intervalu <0;1>, čehož docílíme použitím následující rovnice:

$$U_{rel\lambda} = \frac{U_{\lambda} - MAX(U)}{MIN(U) - MAX(U)} \quad [-;mV;mV;mV] \quad (4)$$

$U_{rel\lambda}$ je vypočtená relativní hodnota pro danou vlnovou délku, U_{λ} je změřená hodnota napětí a $MAX(U)$ respektive $MIN(U)$ je maximum a minimum změřených hodnot U . Abych mohl co nejlépe korigovat zjištěnou chybu spektrofotometru, vyhodnocoval jsem nejprve halogenovou žárovku HALOLUX, protože nemá v korigované oblasti maximum a především je nejjednodušší pro grafickou extrapolaci a to proto, že v chybném úseku měření je křivka spektra, halogenové žárovky či obyčejné žárovky, teoreticky přímkou. Vynesl jsem tedy hodnoty pro halogenovou žárovku do grafu v rozmezí 550 – 680nm a chybný úsek údajů jsem nahradil přímkou navazující na hodnoty, které se zdály správné. Z tohoto kroku jsem také určil interval chyby uvedený v 5.1.1. Dále jsem pro každou z chybných hodnot graficky

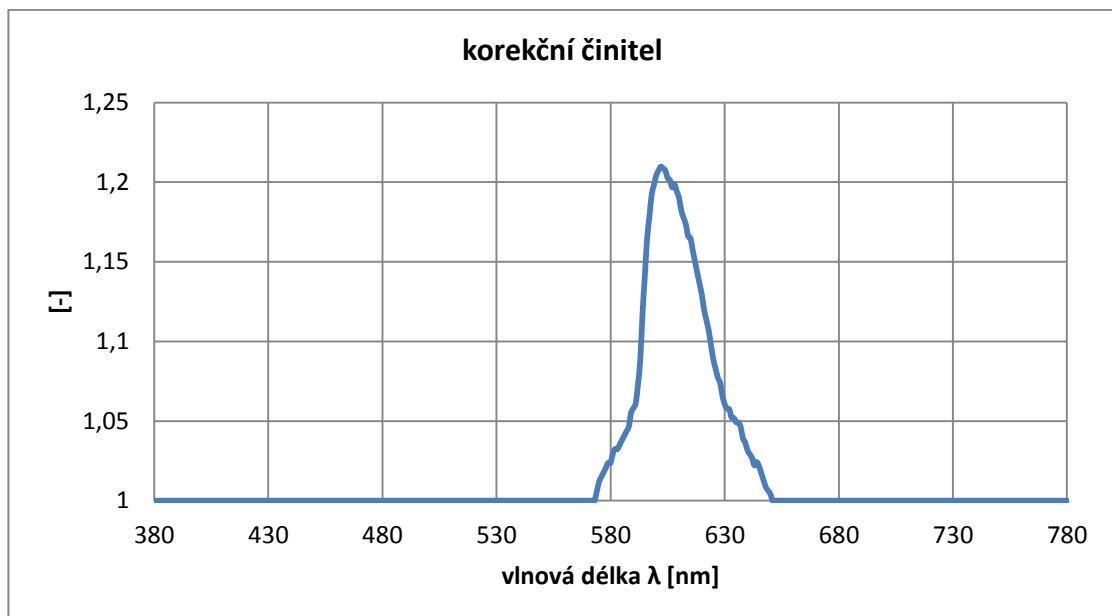
odečetl odchylku O_λ od přímky v mm , kterou jsem proložil chybný interval. Tuto korekci jsem poté pomocí měřítka M přenesl do vypočtených a korigovaných hodnot $U_{relk\lambda}$.

$$U_{relk\lambda} = U_{rel\lambda} + M * O_\lambda \quad [;-;-;/mm;mm] \quad (5)$$

Vytvořením nového diagramu $U_{relk\lambda} = f(\lambda)$, jsem zjistil, že nová křivka odpovídá skutečnému průběhu. Pro možnost použití této korekce s ostatními světelnými zdroji jsem zavedl korekční činitel k_λ , jehož průběh respektive závislost na vlnové délce λ je uvedena v následujícím grafu.

$$k_\lambda = \frac{U_{relk\lambda}}{U_{rel\lambda}} \quad [;-;-;-] \quad (6)$$

jehož průběh respektive závislost na vlnové délce λ je uvedena v následujícím grafu.

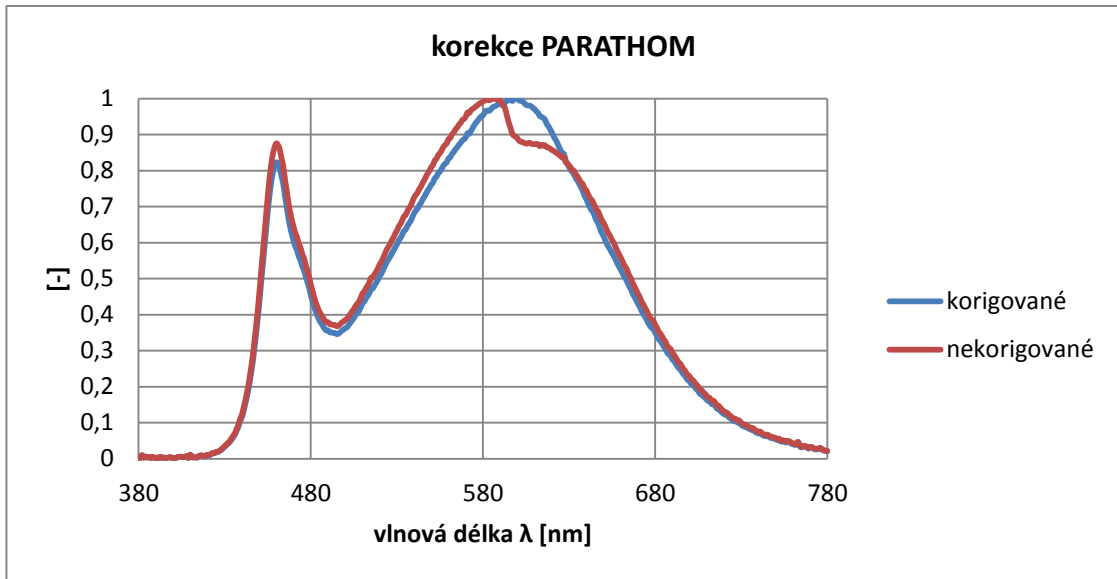


Graf 1. Funkce korekčního činitele k_λ

Touto funkcí jsem následně vynásobil změřené hodnoty ostatních světelných zdrojů a

$$U_{relk\lambda} = U_\lambda * k_\lambda \quad [;-;-;/mm;mm] \quad (7)$$

následnou aplikací rovnice (4) na zkorigované hodnoty byly vypočteny opravené údaje. Hodnoty odpovídající korekční funkci jsou uvedeny v příloze. Na grafu 2, který jsem vytvořil z nekorigovaných a korigovaných hodnot je vidět, že korekční funkce plní svoji roli i v dalších případech. Posun mezi opravenými a původními hodnotami je způsoben právě novým maximem v naměřených hodnotách.



Graf 2. Ukázka použití a funkce korekce

5.1.3. Vyhodnocení dat spektrofotometru

Teď již nic nebrání výpočtu celkového zářivého toku a energetické bilanci jednotlivých světelných zdrojů. Použitím rovnice (8) získáme relativní zářivé toky, které potřebujeme k dalším výpočtům.

$$x_{k\lambda} = U_{relk\lambda} * V(\lambda) * 683 \quad [-; -; -; lm/W] \quad (8)$$

Nyní za pomoci vypočteného světelného toku z údajů kulového integrátoru vypočtu konstantu multimetru k_U , která mi pomůže při výpočtu spektrálních hustot zářivých toků z naměřených hodnot a zároveň se jedná o konstantu, která „spojuje“ v mém případě radiometrické a fotometrické veličiny:

$$k_U = \frac{\sum_{\lambda=380}^{780} x_{k\lambda}}{\Phi_z} \quad [-; -; lm] \quad (9)$$

kde Φ_z je vypočtený světelný tok z dat kulového integrátoru (viz rovnice 12). Následuje výpočet spektrálních hustot zářivých toků

$$\Phi_e(\lambda) = U_{relk\lambda} * k_U \quad [W/m; -; -] \quad (10)$$

a celkového zářivého toku Φ_e integrací spektrálních hustot zářivých toků $\Phi_e(\lambda)$, což je v našem případě součet všech $\Phi_e(\lambda)$

$$\Phi_e = \int_{380}^{780} \Phi_e(\lambda) d\lambda = \sum_{380}^{780} \Phi_e(\lambda) \quad [W; W/m; m] \quad (11)$$

5.1.4. Vyhodnocení dat kulového integrátoru

Měření v integrátoru proběhlo dle kapitoly 4.2.1. Jako etalon, čili normál byl použit zdroj se světelným tokem $\Phi_n=1838lm$, kterému odpovídala naměřená hodnota fotoproudu $E_n=187\mu m$. Následně jsem změřil další zdroje, díky čemuž bylo možné vypočíst světelný tok pomocí vzorce:

$$\Phi_z = \Phi_n \frac{E_z E_{kn}}{E_n E_{kz}} \quad [lm; lm; \mu m; \mu m; \mu m; \mu m] \quad (12)$$

, kde E_{kn} je fotoproud s vypnutým vloženým normálem a zapnutou korekční žárovkou a E_{kz} je fotoproud vypnutým měřeným zdrojem a zapnutou korekční žárovkou.

5.1.5. Zhodnocení vypočtených hodnot

Vypočtením světelných toků z dat získaných v kulovém integrátoru můžu prohlásit měření za správné, jelikož se vypočtená data přibližně shodovala s údaji uváděnými výrobcí na obalech a v katalogových listech jednotlivých světelných zdrojů. Porovnání těchto hodnot je uvedeno v tabulce 4. Odchytky mohou být způsobeny stářím zdroje a v případě LED světelného zdroje je vyšší odchylka způsobena tím, že konstrukce umožňuje svítit respektive vyzařovat pouze jedním směrem, což v kulovém integrátoru není zcela optimální a způsobuje o něco méně odrazů. Tím pádem i nižší změřený světelný tok.

Zdroj světla	Vypočtený světelný tok [lm]	Udávaný světelný tok [lm]	Změřený příkon [W]	Udávaný příkon [W]
HALOLUX Ceram 75W	1062	1100	76,4	75
PARATHOM 8W	364	470	8,62	8
DULUX LL 14W	885	820	15,86	14
LVD 23W	1248	1200 - 1400	24	23

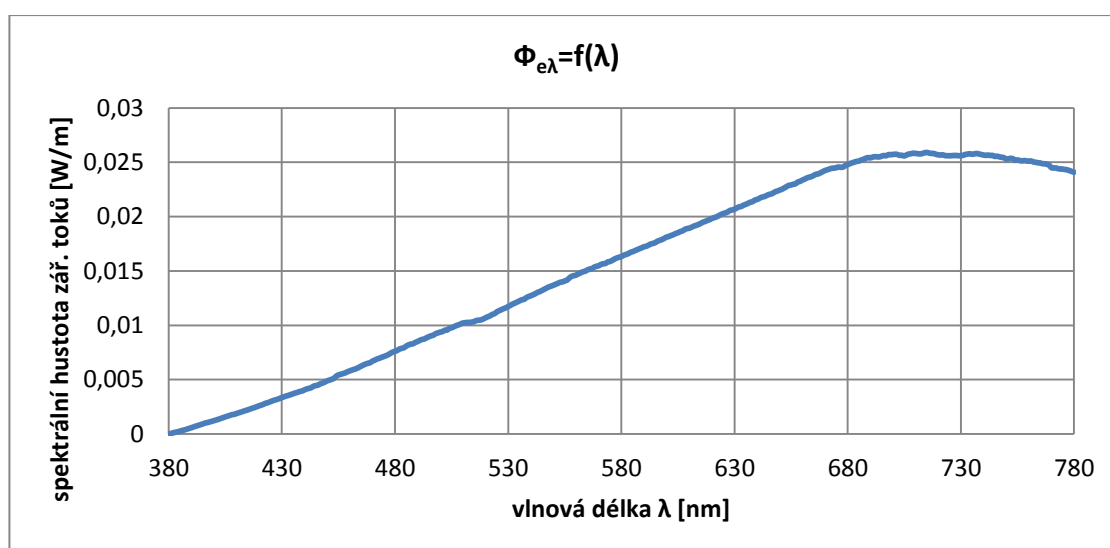
Tab. 4. Srovnání světelných toků a příkonů

Dalšími srovnatelnými parametry je energetická bilance jednotlivých zdrojů, jinými slovy se jedná o porovnání příkonů, měrných výkonů, v našem případě zářivého toku viditelného spektra záření a procentuálního podílu zářivého výkonu v příkonu daného světelného zdroje, jak uvádím v následující tabulce.

Zdroj světla	Činný příkon P [W]	Zdánlivý příkon S [VA]	Měrný výkon η [lm/W]	Zářivý tok Φ_e [W]	Φ_e/P [%]	Φ_e/S [%]
HALOLUX Ceram 75W	76,4	76,4	13,9	6,15	8,05	8,05
PARATHOM 8W	8,62	9,84	42,2	1,14	13,23	11,59
DULUX LL 14W	15,86	25,12	55,8	2,4	15,13	9,55
LVD 23W	24	87	52	4,2	17,5	4,83

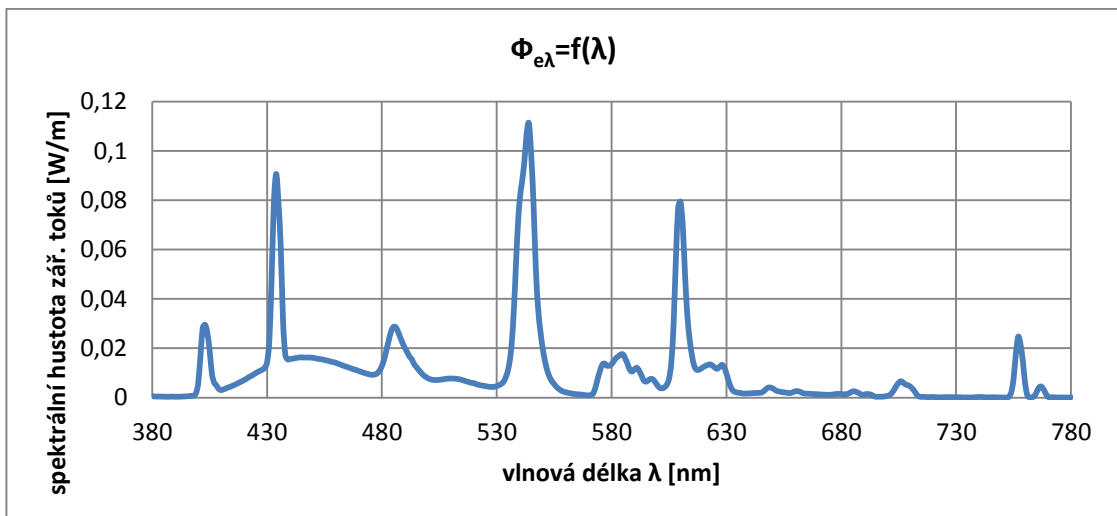
Tab. 5. Energetická bilance (vysvětlení rozdělení 3. řádku je uvedeno níže)

Z uvedených hodnot mohou vyvodit závěry o celkové účinnosti či kvalitě přeměny elektrické energie na světelnou. Ve srovnání, měrných výkonů světelných zdrojů, jasně prohrává halogenová žárovka HALOLUX Ceram 75W s několikanásobně nižším výsledkem, než u ostatních svítidel. Z hlediska procentuálního podílu celkového zářivého toku na příkonu se do viditelného spektra záření přemění pouze cca 8%, což je v porovnání s dalšími světelnými zdroji nižší bilance. Jejím kladem se může zdát spotřeba pouze činného příkonu a žádné „jaloviny“, avšak špatná přeměna elektrického příkonu na světelnou energii tento druh žárovek z trhu odepisuje. Halogenové žárovky však mají ve světě stále své uplatnění a i přes své nedostatky jsou stále velmi využívány. Jedním z nedostatků může být vysoká přeměna elektrické energie na teplo, která je zřejmá z následujícího grafu 3, kde záření přechází do oblasti infračervených vlnových délek ve vysokých hodnotách.



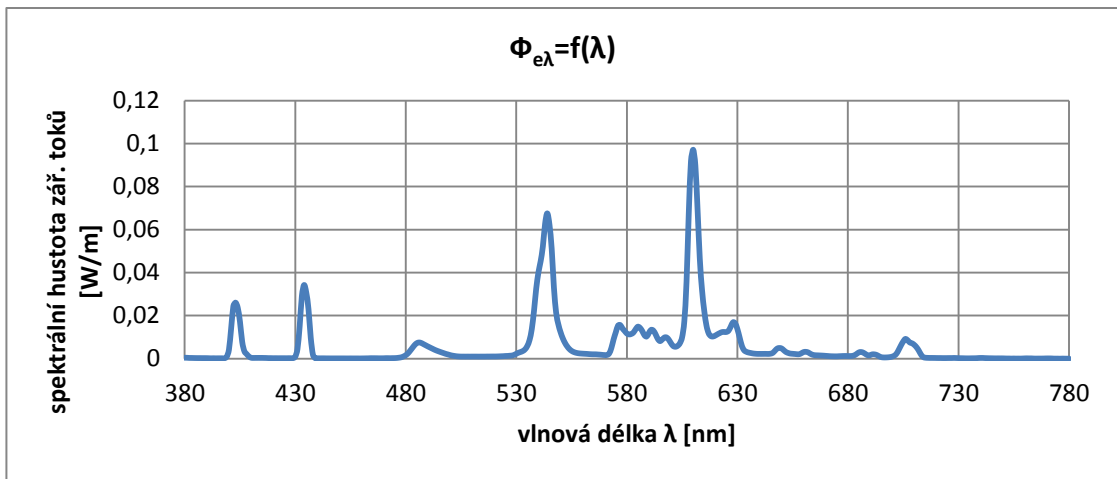
Graf 3. Spektrum záření HALOLUX CERAM 75W

Další tři měřené zdroje světla mají již podobné parametry, ale značně se liší svým účíníkem. Nejhůře vychází indukční výbojka LVD 23W. Pokud budu brát v úvahu poslední sloupec tabulky 5 čili podíl zářivého toku ke zdánlivému výkonu, dostává se indukční výbojka na poslední místo měřených zdrojů. Otázkou zůstává, zda je důležitějším parametrem pro vyhodnocení měrný výkon nebo zmíněná přeměna z elektrické energie na světelnou. Klady tohoto zdroje však spočívají v dlouhé době života. Nevýhodou může být naopak vysoká spotřeba jalové energie, či nespojité spektrum záření výboje rtuti, jak je vidět v grafu 4, které ovlivňuje výsledné podání barev R_a .



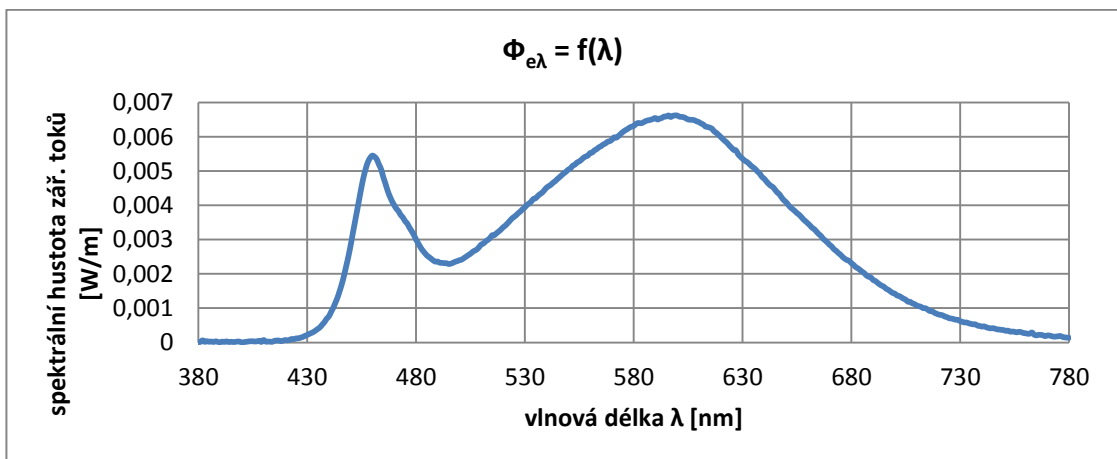
Graf 4. Spektrum záření LVD 23W

Měřená kompaktní zářivka DULUX Longlife je na tom se spotřebou jalové energie již podstatně lépe. Měrný výkon je také srovnatelný s indukční výbojkou a podstatně vyšší oproti halogenové žárovce. Přeměna energie okolo 15% zaručuje již ekonomickou přijatelnost. Její velkou nevýhodou je však omezení doby života počtem spínacích cyklů a je tedy vhodné umísťovat tyto zdroje do míst, kde nedochází k častým opakovaným spínáním. Nevýhodou může být opět nespojité spektrum, jelikož stejně jako indukční výbojka pracuje na principu výboje rtuti. Viz graf 5.



Graf 5. Spektrum záření DULUX LONGLIFE 14W

Poslední hodnocený světelný zdroj pracuje na principu nejvíce vyvíjené technologie v moderní době (LED) a je to PARATHOM 8W. Jak je vidět, tento zdroj svým měrným výkonem lehce zaostává za kompaktními zářivkami či indukčními výbojkami. Jinak tomu však může být u poměru zářivého toku ke zdánlivému výkonu, protože díky nízké spotřebě jalového příkonu vychází ze všech zdrojů nejlépe. Je nutné podotknout, že vypočtená hodnota světelného toku však neodpovídá ani v nejmenším údaji udávanému výrobcem svítidla. Možná se tímto tahem snaží výrobce zvýšit prodejnost svého výrobku, avšak je možné, že měření v tomto případě z nějakého důvodu bylo nepřesné nebo byla chyba způsobena stářím zdroje či rozdílnou teplotou čipu, než při měření světelného toku výrobcem. (s vyšší teplotou čipu klesá světelný tok). Protože je však tento typ nyní v obrovském vývoji, lze čekat dosažení podstatně lepších měrných výkonů, tedy i světelného toku, v brzké době. Výhodou je také spojité spektrum záření v oblasti viditelných vlnových délek jak pozorujeme z grafu 6. Tyto výhody jej předpovídají jako nový světelný zdroj, který v budoucnu nahradí díky svým kvalitám zdroje současné nebo bude minimálně schopen velké konkurence.



Graf 6. Spektrum záření PARATHOM CLASSIC A40 8W

6. Závěr

Závěrem snad mohu říci, že nejnovější technologické vývoje zdrojů světla zaručují lepší či minimálně zajímavou budoucnost ve svém oboru. Velice perspektivním zdrojem se i dle mého měření stávají LED zdroje, které neobsahují rtuť na rozdíl od výbojek a jsou tedy i zároveň ekologičtějšími, ovšem naskytá se otázka, jak moc ekologii ovlivňuje výroba LED čipů a jejich následná likvidace, popřípadě recyklace. Větším problémem těchto zdrojů je již zmíněný odvod tepla z prostoru PN přechodu a tedy použití pouze nízkých výkonů. Měření však dokazuje jednu z lepších přeměn elektrické energie na světelnou a dalším rozvojem se pravděpodobně tato účinnost bude ještě zvyšovat a problémy budou ubývat. Z vypočtených hodnot lze také vyzorovat, že klasickým žárovkám, či halogenovým žárovkám zasadila LED technologie smrtící ránu.

Pokud se podíváme na tyto zdroje z hlediska finančních prostředků, můžeme zjistit, že LED světelné zdroje jsou v porovnání s kompaktními zářivkami či indukčními výbojkami na stejné či podobné cenové relaci. Například měřenou kompaktní zářivku lze pořídit přibližně do 300Kč, kdybychom chtěli velmi podobné parametry (světelný tok, příkon, podání barev – pokud budou správně uvedeny), vybereme asi PARATHOM CLASSIC A60(viz příloha), kterou lze pořídit také od 300Kč [12]. To jim zajišťuje již teď velikou oblibu v široké veřejnosti pro běžné použití v domácnostech. Kvůli prozatímním nízkým příkonům však ještě nedosahují tak vysokých světelných toků, jako například indukční výbojky a nelze je tedy používat ve všech aplikacích. Odstraněním tohoto problému však pravděpodobně nebude bránit nic v nástupu nového úsporného svítidla, s lepšími či minimálně stejnými parametry jako doposud užívané zdroje světla, využitelného ve všech odvětvích světelné techniky.

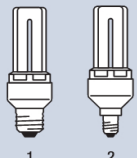

Citovaná literatura






- [1] S. Miškařík, Moderní zdroje světla, Praha: SNTL, 1979.
- [2] [Online]. Available: http://www.osram.cz/osram_cz/novinky-a-znalosti/led-domov/technicke-informace/zakladni-prehled-led/historie-led/index.jsp.
- [3] J. HABEL a kolektiv, Světelná technika a osvětlování, Praha: FCC PUBLIC, 1995.
- [4] [Online]. Available: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=38557.
- [5] K. SOKANSKÝ, T. NOVÁK, M. BÁSLKÝ, Z. BLÁHA, Z. CARBOL, D. DIVIŠ, B. SOCHA, J. ŠNOBL, J. ŠUMPICH a P. ZÁVADA, Světelná technika, Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011.
- [6] [Online]. Available: http://www.aldebaran.cz/bulletin/2005_s1_uni.php.
- [7] [Online]. Available: <http://www.paladix.cz/clanky/co-to-je-a-jak-se-chova-infracervene-zareni.html>.
- [8] [Online]. Available: <http://www.earch.cz/cs/svetelne-zdroje-obycejne-zarovky>.
- [9] [Online]. Available: <http://www.earch.cz/cs/svetelne-zdroje-kompaktni-zarivky>.
- [10] [Online]. Available: <http://www.mlbtech.cz/index.php?page=technologie>.
- [11] [Online]. Available: <http://eshop.elkolighting.cz/dokument/co-je-LED>.
- [12] [Online]. Available: <http://www.zbozi.cz>.

Příloha 1

TECHNICKÉ ÚDAJE PRO OSRAM DULUX® INTELLIGENT

OSRAM DULUX® INTELLIGENT Longlife

	<table border="0"> <tr> <td>Konvenční žárovka (E27)</td> <td>→</td> <td>OSRAM DINT LL</td> <td>Konvenční žárovka (E14)</td> <td>→</td> <td>OSRAM DINT LL</td> </tr> <tr> <td>36W</td> <td></td> <td>7W</td> <td>36W</td> <td></td> <td>7W</td> </tr> <tr> <td>54W</td> <td></td> <td>11W</td> <td>54W</td> <td></td> <td>11W</td> </tr> <tr> <td>65W</td> <td></td> <td>14W</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>85W</td> <td></td> <td>18W</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>103W</td> <td></td> <td>22W</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>132W</td> <td></td> <td>30W</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Konvenční žárovka (E27)	→	OSRAM DINT LL	Konvenční žárovka (E14)	→	OSRAM DINT LL	36W		7W	36W		7W	54W		11W	54W		11W	65W		14W				85W		18W				103W		22W				132W		30W				
Konvenční žárovka (E27)	→	OSRAM DINT LL	Konvenční žárovka (E14)	→	OSRAM DINT LL																																							
36W		7W	36W		7W																																							
54W		11W	54W		11W																																							
65W		14W																																										
85W		18W																																										
103W		22W																																										
132W		30W																																										

Typ Objednací číslo	Obr. č.	Číslo výrobku (EAN kód)	W	 W	lm			 (mm)	 (mm)	Průměrná životnost
DINT LL 7W/840 220-240V E14	2	4008321395498	7	36	380	E14	Studená bílá	122	36	20000
DINT LL 7W/827 220-240V E14	2	4008321986528	7	36	380	E14	Teplá bílá	122	36	20000
DINT LL 7W/827 220-240V E27	1	4008321986535	7	36	380	E27	Teplá bílá	116	36	20000
DINT LL 7W/825 220-240V E27	1	4050300288819	7	36	380	E27	Teplé komfortní světlo	116	36	20000
DINT LL 7W/840 220-240V E27	1	4050300292373	7	36	380	E27	Studená bílá	116	36	20000
DINT LL 7W/825 220-240V E14	2	4050300315157	7	36	380	E14	Teplé komfortní světlo	122	36	20000
DINT LL 11W/840 220-240V E14	2	4008321395535	11	54	640	E14	Studená bílá	129	45	20000
DINT LL 11W/827 220-240V E27	1	4008321986764	11	54	640	E27	Teplá bílá	120	45	20000
DINT LL 11W/825 220-240V E14	2	4050300811451	11	54	640	E14	Teplé komfortní světlo	129	45	20000
DINT LL 11W/825 220-240V E27	1	4050300811598	11	54	640	E27	Teplé komfortní světlo	120	45	20000
DINT LL 11W/840 220-240V E27	1	4050300811727	11	54	640	E27	Studená bílá	120	45	20000
DINT LL 14W/840 220-240V E27	1	4008321394200	14	65	820	E27	Studená bílá	131	45	20000
DINT LL 14W/825 220-240V E27	1	4008321394965	14	65	820	E27	Teplé komfortní světlo	131	45	20000
DINT LL 14W/827 220-240V E27	1	4008321986542	14	65	820	E27	Teplá bílá	131	45	20000
DINT LL 18W/840 220-240V E27	1	4008321394224	18	85	1140	E27	Studená bílá	148	45	20000
DINT LL 18W/825 220-240V E27	1	4008321394989	18	85	1140	E27	Teplé komfortní světlo	148	45	20000
DINT LL 18W/827 220-240V E27	1	4008321986559	18	85	1140	E27	Teplá bílá	148	45	20000
DINT LL 22W/825 220-240V E27	1	4008321953469	22	102	1440	E27	Teplé komfortní světlo	176	58	20000
DINT LL 22W/840 220-240V E27	1	4008321953476	22	102	1440	E27	Studená bílá	176	58	20000
DINT LL 22W/827 220-240V E27	1	4008321986566	22	102	1440	E27	Teplá bílá	176	58	20000
DINT LL 30W/825 220-240V E27	1	4008321935939	30	132	1940	E27	Teplé komfortní světlo	195	58	20000
DINT LL 30W/827 220-240V E27	1	4008321986771	30	132	1940	E27	Teplá bílá	195	58	20000
DINT LL 30W/840 220-240V E27	1	4050300856841	30	132	1940	E27	Studená bílá	195	58	20000

- Vysoce kvalitní výrobky pro profesionální použití
- Spolehlivé rozsvícení při až -20 °C⁴
- Průměrná životnost až 20.000 hodin²
- Až 500.000 spínacích cyklů³



¹ Ve srovnání s odpovídajícími konvenčními žárovkami.

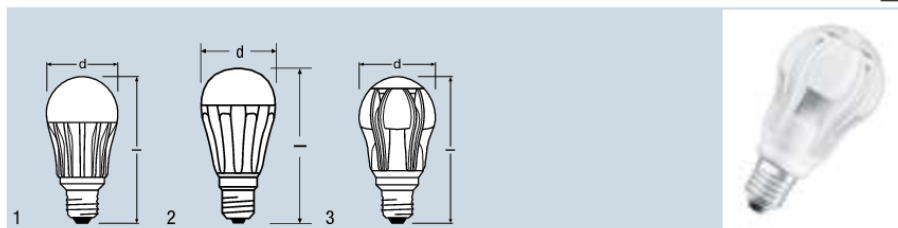
² Cyklus spínání 165 min zap., 15 min vyp.

³ Cyklus spínání 60 s zap., 180 s vyp.

⁴ OSRAM DULUX® INTELLIGENT Longlife: spolehlivé rozsvícení při až -20 °C.

Příloha 2

PARATHOM® CLASSIC A



Označení výrobku	Číslo výrobku	W	V	lm	K	Ra
CL A 40 adv FR WW ¹⁾	4008321960610	8,5	220-240	470	2700	80
CL A 60 adv FR WW ¹⁾	4008321960658	12	220-240	810	2700	90
NOVÉ CL A 40 340° adv FR WW ¹⁾	4008321979124	8	220-240	470	2700	80
NOVÉ CL A 60 340° adv FR WW ²⁾	4008321973498	12	220-240	810	2700	80
NOVÉ CL A 75 340° adv FR WW ²⁾	4008321973511	14,5	220-240	1055	2700	80
NOVÉ CL A 60 adv FR WW LEDOTRON ²⁾	4008321988553	12	220-240	³⁾	2700	80

Označení výrobku						obr. č.
CL A 40 adv FR WW ¹⁾	E27	57	115	ano	10	1
CL A 60 adv FR WW ¹⁾	E27	62	126	ano	10	2
CL A 40 340° adv FR WW ¹⁾	E27	62	116	ano	10	3
CL A 60 340° adv FR WW ²⁾	E27	62	116	ano	10	3
CL A 75 340° adv FR WW ²⁾	E27	62	116	ano	10	3
CL A 60 adv FR WW LEDOTRON ²⁾	E27	62	126	ano	10	2

1) Všechny technické parametry platí pro světelný zdroj. V souvislosti s komplexním procesem výroby světelných diod představují uvedené hodnoty technických parametrů LED čistě statistické údaje, jež nemusí nutně odpovídat skutečným technickým parametrům jednotlivých výrobků, které se mohou odchýlit od typické hodnoty.
2) Všechny technické parametry platí pro světelný zdroj. V souvislosti s komplexním procesem výroby světelných diod představují uvedené hodnoty technických parametrů LED čistě statistické údaje, jež nemusí nutně odpovídat skutečným technickým parametrům jednotlivých výrobků, které se mohou odchýlit od typické hodnoty. | Přípravuje se
3) Přípravuje se



Charakteristika výrobku

- Profesionální LED světelný zdroj na síťové napětí
- Stmívatelný
- Patice E27
- Životnost: až 30 000 hodin
- Neobsahuje rtuť

Výhody výrobku

- Velmi nízká spotřeba energie
- Extrémně dlouhá životnost
- Odolné proti nárazům a vibracím díky LED technologii
- Vyzářované světlo neobsahuje UV ani IR blízké záření
- Ihned dosáhne 100% světelného výkonu, nepotřebuje čas na náběh
- Jednoduchá náhrada za klasické žárovky
- Vydává malé množství tepla (v porovnání se standardními produkty)
- Spolehlivě funguje i při nízkých teplotách

Využití

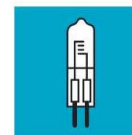
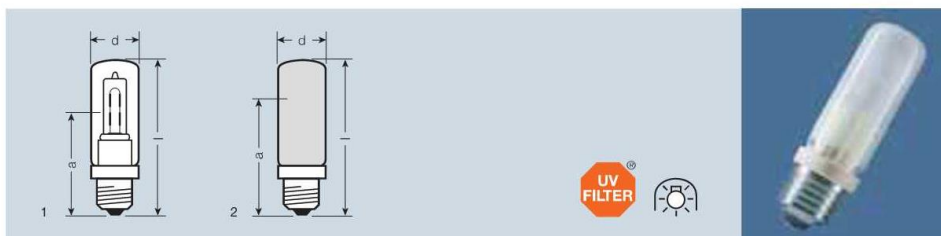
- Použití v domácnosti
- Všeobecné osvětlení
- Vhodné pro vnitřní i venkovní využití (min. IP65)

Odkazy

Další informace o stmívání najdete na www.osram.com/DIM
 Další výrobky a aktuální informace o LED zdrojích najdete na www.osram.com/ledlamps
 Informace o zárukách najdete na www.osram.com/guarantee

Příloha 3

HALOLUX CERAM® s patičí E27 na síťové napětí



Označení výrobku	EAN kód	W	lm	t [h]		d max. [mm]	l max. [mm]	a [mm]	Obr. č.	
HALOLUX CERAM® s patičí E27										
čirá										
64472	4008321035318	60	820	2000	E27	32	105	75	1	12
64474	4008321035530	75	1100	2000	E27	32	105	75	1	12
64476	4008321035837	100	1500	2000	E27	32	105	75	1	12
64478	4008321035974	150	2500	2000	E27	32	105	75	1	12
64480	4008321036155	230	4350	2000	E27	32	105	75	1	12
vnitřně matovaná										
64472 IM	4008321035431	60	790	2000	E27	32	105	75	2	12
64474 IM	4008321035554	75	1050	2000	E27	32	105	75	2	12
64476 IM	4008321035714	100	1470	2000	E27	32	105	75	2	12
64478 IM	4008321035998	150	2400	2000	E27	32	105	75	2	12
64480 IM	4008321036179	230	4210	2000	E27	32	105	75	2	12



- Kompaktnější rozměry než standardní žárovky.
- Až o 20 % více světla ve srovnání s běžnou žárovkou.
- Dvojnásobná životnost¹⁾.
- K dispozici též s vyššími hodnotami výkonu do 230 W.
- Hořák v inovační novové technologii.
- S integrovanou pojistnou funkcí, splňuje požadavky normy IEC 60432-2.
- Schváleno pro provoz v otevřených svítidlech, podle IEC 60598-1.
- UV FILTR.
- Teplota chromatičnosti cca 2900 K.
- Stmívatelná.



OSRAM HALOLUX CERAM® s patičí E27 je štíhlá náhrada za běžné žárovky se všemi přednostmi halogenové technologie. K dispozici také s vyššími hodnotami výkonu pro všestranné využití.

1) ve srovnání s běžnými žárovkami

Příloha 4

The Induction Source



Green Earth™
Lighting Technology



Venus™ Series

Venus™ Series Lamp

Venus series has a unique mushroom-shaped bulb to enhance light output. It comes in both compact attached ballast with medium screw or mogul screw base, and separate ballast configurations. We are currently extending research in this series into lower residential wattages that will be available soon. Future releases will also have a unique shape to increase and maintain even light output.

Model #	Warrantee	Voltage	Traditional Lumens	Color Temperature	Dimensions
LVD-JX-15W	5/10 YR	120/220/277,12/24DC	750~900	3500/4100	W58 x H149
LVD-JX-23W	5/10 YR	120/220/277,12/24DC	1200~1400	3500/4100	W79 x H178
LVD-JX-40W	5/10 YR	120/220/277,12/24DC	2400~2800	2700/3500/4100	W183 x H235

VENUS™ SERIES LAMPS ARE AVAILABLE IN SELF BALLASTED (60,000 Hrs) AND SEPARATE BALLAST (100,000Hrs).
15W=100W INCANDESCENT; 23W=150W INCANDESCENT; 40W=300W INCANDESCENT.



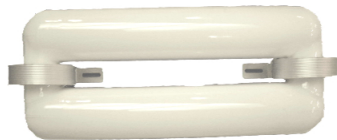
Saturn™ Series

Saturn™ Series Lamp

Saturn series lamp is donut-shaped; well-suited for round fixtures such as low/high bay industrial lighting, retail and general outdoor lighting. Our Saturn series lamps have even been installed in recessed can fixtures for use in general office lighting projects. It is available in 40-200W.

Model #	Warrantee	Voltage	Traditional Lumens	Color Temperature	Dimensions
LVD-GY-TX-40W	5 YR	120/220/277	2400~2800	2700/3500/4100	D152 x H40
LVD-GY-TX-80W	10 YR	120/220/277	5200~7140	3500/4100/5000	D214 x H50
LVD-GY-TX-120W	10 YR	120/220/277	9400~11700	3500/4100/5000/6500	D274 X H50
LVD-GY-TX-200W	10 YR	120/220/277	17000~19400	3500/4100/5000/6500	D314 x H50

SATURN™ and SMART DRAGON™ SERIES (100,000 Hrs)



Smart Dragon™ Series

Smart Dragon™ Series Lamp

Rectangular in shape, the Smart Dragon series lamp is better suited for square or rectangular fixtures. The Smart Dragon series fits well in road, tunnel and building flood light fixtures. It is available in wattages ranging from 40-200W.

Model #	Warrantee	Voltage	Traditional Lumens	Color Temperature	Dimensions
LVD-GY-LL-40W	5 YR	120/220/277	2400~2800	2700/3500/4100	270x114x42
LVD-GY-LL-80W	10 YR	120/220/277	5200~7140	3500/4100/5000	376x138x54
LVD-GY-LL-120W	10 YR	120/220/277	9400~11700	3500/4100/5000/6500	446x138x54
LVD-GY-LL-200W	10 YR	120/220/277	17000~19400	3500/4100/5000/6500	520x148x58

www.LVDInductionLamps.com

Příloha 5 – HALOLUX CERAM

HALOLUX CERAM 75W							
λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}	λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}
380	-0,00206	0	0	428	-0,008015	0,0031916	0,0212877
381	-0,002158	5,252E-05	1,539E-06	429	-0,008168	0,0032736	0,0238316
382	-0,002278	0,0001168	3,739E-06	430	-0,00832	0,003355	0,0265718
383	-0,002366	0,000164	5,773E-06	431	-0,00847	0,0034354	0,0295103
384	-0,002453	0,0002106	8,236E-06	432	-0,008596	0,003503	0,0325074
385	-0,002556	0,0002658	1,162E-05	433	-0,00871	0,003564	0,0356049
386	-0,002679	0,0003318	1,639E-05	434	-0,008843	0,0036353	0,038898
387	-0,00277	0,0003805	2,139E-05	435	-0,008981	0,0037093	0,0426568
388	-0,002897	0,0004486	2,866E-05	436	-0,009113	0,00378	0,0464944
389	-0,003022	0,0005156	3,738E-05	437	-0,009234	0,0038449	0,050368
390	-0,003142	0,0005799	4,755E-05	438	-0,009369	0,0039172	0,0548413
391	-0,003281	0,0006544	6,033E-05	439	-0,009456	0,0039639	0,0586652
392	-0,003418	0,0007278	7,497E-05	440	-0,009639	0,0040619	0,0637725
393	-0,003532	0,0007889	9,151E-05	441	-0,0098	0,0041482	0,0688607
394	-0,003655	0,0008548	0,000112	442	-0,009901	0,0042024	0,0735413
395	-0,003786	0,000925	0,0001369	443	-0,010027	0,0042699	0,078566
396	-0,003929	0,0010017	0,0001693	444	-0,010263	0,0043964	0,0852897
397	-0,004023	0,0010521	0,000202	445	-0,010378	0,004458	0,0909434
398	-0,004128	0,0011083	0,0002416	446	-0,010472	0,0045084	0,0964795
399	-0,004242	0,0011694	0,0002853	447	-0,01068	0,0046199	0,103947
400	-0,004356	0,0012305	0,0003322	448	-0,010814	0,0046917	0,1107237
401	-0,004474	0,0012938	0,000383	449	-0,010985	0,0047833	0,1181482
402	-0,004595	0,0013586	0,0004388	450	-0,011186	0,0048911	0,1271674
403	-0,004736	0,0014342	0,0005077	451	-0,011314	0,0049597	0,1349027
404	-0,004869	0,0015055	0,0005886	452	-0,011457	0,0050363	0,1435345
405	-0,005008	0,00158	0,0006904	453	-0,011632	0,0051301	0,1533896
406	-0,005135	0,001648	0,0008158	454	-0,011979	0,0053161	0,1663927
407	-0,005253	0,0017113	0,0009652	455	-0,012201	0,005435	0,1782694
408	-0,005387	0,0017831	0,0011465	456	-0,012318	0,0054977	0,1885727
409	-0,005452	0,0018179	0,0013289	457	-0,012434	0,0055599	0,199601
410	-0,005585	0,0018892	0,0015605	458	-0,012555	0,0056248	0,2114912
411	-0,005719	0,001961	0,0018238	459	-0,012758	0,0057336	0,2247557
412	-0,005837	0,0020243	0,0021255	460	-0,012893	0,0058059	0,2380426
413	-0,00597	0,0020956	0,0024728	461	-0,013047	0,0058885	0,2520258
414	-0,006099	0,0021647	0,0028574	462	-0,013172	0,0059554	0,2656129
415	-0,006215	0,0022269	0,003318	463	-0,013311	0,0060299	0,2803924
416	-0,006362	0,0023056	0,0038735	464	-0,013497	0,0061296	0,2966741
417	-0,006496	0,0023775	0,0044934	465	-0,013713	0,0062454	0,3153924
418	-0,006624	0,0024461	0,0052101	466	-0,013902	0,0063467	0,3338358
419	-0,006763	0,0025206	0,0060745	467	-0,014072	0,0064378	0,3527914
420	-0,006916	0,0026026	0,007105	468	-0,014203	0,006508	0,3716073
421	-0,007039	0,0026685	0,008299	469	-0,014309	0,0065648	0,3912632
422	-0,007197	0,0027532	0,0096911	470	-0,014562	0,0067004	0,4160957
423	-0,007363	0,0028421	0,0113117	471	-0,014742	0,0067969	0,4404381
424	-0,007465	0,0028968	0,0129487	472	-0,014923	0,0068939	0,466027
425	-0,007634	0,0029874	0,014907	473	-0,015054	0,0069641	0,4916654
426	-0,00778	0,0030656	0,0169222	474	-0,015218	0,007052	0,519732
427	-0,007908	0,0031342	0,0190561	475	-0,015359	0,0071276	0,5481096

HALOLUX CERAM 75W							
λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}	λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}
476	-0,015509	0,007208	0,5787988	526	-0,02323	0,011346	6,2629944
477	-0,015678	0,0072985	0,6116168	527	-0,02341	0,0114425	6,4306709
478	-0,015923	0,0074298	0,6493678	528	-0,02358	0,0115336	6,5856776
479	-0,01613	0,0075408	0,6869649	529	-0,02373	0,011614	6,7361073
480	-0,016251	0,0076056	0,7225347	530	-0,02395	0,0117319	6,9100811
481	-0,016426	0,0076994	0,7607026	531	-0,02415	0,0118391	7,0679283
482	-0,016651	0,00782	0,8054607	532	-0,02437	0,011957	7,2220185
483	-0,016772	0,0078849	0,8436797	533	-0,02454	0,0120481	7,3734344
484	-0,016889	0,0079476	0,8821794	534	-0,02473	0,0121499	7,5086539
485	-0,017167	0,0080966	0,9392005	535	-0,02491	0,0122464	7,6539974
486	-0,017364	0,0082021	0,9842565	536	-0,02511	0,0123536	7,7951123
487	-0,0175	0,008275	1,0343783	537	-0,02518	0,0123911	7,8931317
488	-0,017561	0,0083077	1,0883112	538	-0,02547	0,0125465	8,0548699
489	-0,017794	0,0084326	1,1468329	539	-0,02566	0,0126484	8,1834866
490	-0,017943	0,0085125	1,208768	540	-0,0258	0,0127234	8,2956496
491	-0,018151	0,0086239	1,2763414	541	-0,02598	0,0128199	8,4098278
492	-0,018297	0,0087022	1,3488373	542	-0,02615	0,012911	8,5212405
493	-0,018386	0,0087499	1,4174799	543	-0,02638	0,0130342	8,6417001
494	-0,018601	0,0088651	1,4982026	544	-0,02652	0,0131093	8,7438838
495	-0,018777	0,0089594	1,5858193	545	-0,02672	0,0132165	8,8550285
496	-0,018929	0,0090409	1,6725656	546	-0,02692	0,0133236	8,9534928
497	-0,019044	0,0091025	1,7567881	547	-0,02713	0,0134362	9,055998
498	-0,019303	0,0092413	1,8667505	548	-0,02732	0,013538	9,1517075
499	-0,019432	0,0093105	1,9645106	549	-0,02745	0,0136077	9,226022
500	-0,019564	0,0093812	2,07325	550	-0,02761	0,0136935	9,3115484
501	-0,019648	0,0094262	2,1774617	551	-0,02777	0,0137792	9,3836387
502	-0,019887	0,0095543	2,3121485	552	-0,02794	0,0138703	9,4595556
503	-0,019905	0,009564	2,4292508	553	-0,02811	0,0139614	9,5216934
504	-0,0202	0,0097221	2,5860744	554	-0,02818	0,0139989	9,5612784
505	-0,0203	0,0097757	2,7176387	555	-0,02834	0,0140847	9,6198468
506	-0,02047	0,0098668	2,8712358	556	-0,02849	0,0141651	9,6747546
507	-0,02066	0,0099686	3,0204918	557	-0,02884	0,0143527	9,8028728
508	-0,02079	0,0100383	3,1721006	558	-0,02912	0,0145027	9,8908646
509	-0,02096	0,0101294	3,3427033	559	-0,02925	0,0145724	9,9238093
510	-0,02111	0,0102098	3,5121699	560	-0,02935	0,014626	9,9456813
511	-0,02116	0,0102366	3,6647005	561	-0,02956	0,0147386	9,9927375
512	-0,02122	0,0102688	3,8199751	562	-0,02972	0,0148243	10,021228
513	-0,02122	0,0102688	3,9637376	563	-0,02991	0,0149261	10,060213
514	-0,02128	0,0103009	4,1306638	564	-0,03001	0,0149797	10,051397
515	-0,02138	0,0103545	4,2971183	565	-0,03022	0,0150923	10,08164
516	-0,02155	0,0104456	4,4916136	566	-0,03038	0,015178	10,093388
517	-0,0216	0,0104724	4,6497502	567	-0,03046	0,0152209	10,076238
518	-0,02166	0,0105046	4,8110917	568	-0,03071	0,0153549	10,103518
519	-0,02181	0,010585	4,9961008	569	-0,03085	0,0154299	10,09117
520	-0,02201	0,0106921	5,1856921	570	-0,03095	0,0154835	10,064286
521	-0,02219	0,0107886	5,3619437	571	-0,03117	0,0156014	10,078521
522	-0,02235	0,0108744	5,5350547	572	-0,03128	0,0156604	10,038304
523	-0,02259	0,011003	5,721559	573	-0,03135	0,0156979	9,9838622
524	-0,02273	0,011078	5,8824343	574	-0,03142	0,01583	9,9887024
525	-0,02303	0,0112388	6,0914377	575	-0,03133	0,0158763	9,9226654

HALOLUX CERAM 75W							
λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}	λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}
576	-0,03143	0,0159771	9,8898441	626	-0,03712	0,0203503	4,2939092
577	-0,03157	0,0160994	9,8850534	627	-0,03745	0,0204326	4,1478177
578	-0,03166	0,0161949	9,8303301	628	-0,0378	0,0205729	4,0322902
579	-0,0317	0,0162637	9,7744549	629	-0,03814	0,0206133	3,8753034
580	-0,03181	0,0163226	9,6956282	630	-0,03844	0,0206796	3,7429998
581	-0,03185	0,0164386	9,649451	631	-0,03875	0,0207984	3,6189266
582	-0,03191	0,016518	9,5804495	632	-0,03893	0,0208949	3,4894482
583	-0,03204	0,0165877	9,5047461	633	-0,03919	0,0209397	3,371292
584	-0,03218	0,01671	9,4411465	634	-0,0394	0,0210523	3,2420466
585	-0,03222	0,0167787	9,3625166	635	-0,03964	0,0211336	3,1277738
586	-0,0323	0,0168689	9,2778681	636	-0,03981	0,0212247	3,0139099
587	-0,03238	0,016959	9,1917772	637	-0,04009	0,0213275	2,9005415
588	-0,03246	0,0170491	9,104244	638	-0,04045	0,0213786	2,8006014
589	-0,03235	0,017132	8,9943038	639	-0,04081	0,0215243	2,6905383
590	-0,03244	0,0172275	8,9066249	640	-0,04109	0,0215798	2,5895793
591	-0,03244	0,0172748	8,7928661	641	-0,04137	0,0216826	2,4718188
592	-0,03227	0,0173728	8,686381	642	-0,04165	0,0217854	2,3746102
593	-0,03203	0,0174805	8,6004028	643	-0,04192	0,0218356	2,2709
594	-0,03134	0,0175361	8,4699535	644	-0,04199	0,0219204	2,1723082
595	-0,03087	0,0176151	8,3671928	645	-0,04227	0,0220232	2,0789862
596	-0,03049	0,0177424	8,2679514	646	-0,04254	0,0220733	1,9821842
597	-0,03028	0,0178189	8,1432479	647	-0,04288	0,022161	1,8925494
598	-0,03007	0,0178955	8,0350621	648	-0,0433	0,0222916	1,807845
599	-0,0301	0,0180061	7,9226766	649	-0,04351	0,0223568	1,721476
600	-0,03013	0,0181167	7,8082999	650	-0,04376	0,0224435	1,6406232
601	-0,03016	0,0181801	7,6719833	651	-0,04409	0,0225259	1,5610425
602	-0,03023	0,0182648	7,5433803	652	-0,0443	0,0226384	1,4873438
603	-0,03038	0,0183452	7,4298203	653	-0,04453	0,0227617	1,4157766
604	-0,03057	0,0184471	7,3050379	654	-0,04474	0,0228742	1,3472922
605	-0,03079	0,0185177	7,1663507	655	-0,04481	0,0229117	1,2761843
606	-0,03098	0,0186195	7,0381831	656	-0,04494	0,0229814	1,2111209
607	-0,0312	0,0186902	6,9153624	657	-0,04503	0,0230297	1,1445739
608	-0,03135	0,0188178	6,7932375	658	-0,04533	0,0231904	1,0876316
609	-0,03159	0,0188992	6,6525142	659	-0,04544	0,0232494	1,0276232
610	-0,03175	0,0189377	6,5145578	660	-0,04565	0,0233619	0,974193
611	-0,03209	0,0190253	6,3734911	661	-0,04582	0,0234531	0,9193597
612	-0,03236	0,0191228	6,2340264	662	-0,04602	0,0235602	0,869373
613	-0,03258	0,0191934	6,1035067	663	-0,04615	0,0236299	0,8175951
614	-0,0329	0,0192704	5,9738168	664	-0,04625	0,0236835	0,7697141
615	-0,03308	0,0193668	5,829421	665	-0,04645	0,0237907	0,7232373
616	-0,03348	0,0194867	5,709598	666	-0,04664	0,0238925	0,6809371
617	-0,03378	0,0195529	5,5725832	667	-0,04672	0,0239354	0,6390754
618	-0,03414	0,0196513	5,4434159	668	-0,0469	0,0240319	0,6007969
619	-0,03445	0,0197229	5,2857428	669	-0,04711	0,0241444	0,5649796
620	-0,03483	0,019832	5,1563298	670	-0,04729	0,0242409	0,5308756
621	-0,03523	0,0199046	5,0159595	671	-0,04742	0,0243106	0,4983667
622	-0,03554	0,0199762	4,8741931	672	-0,04756	0,0243856	0,4682036
623	-0,03591	0,02008	4,7187902	673	-0,04767	0,0244446	0,440002
624	-0,03639	0,0201954	4,5843553	674	-0,04771	0,024466	0,4134753
625	-0,03681	0,0202787	4,441031	675	-0,04779	0,0245089	0,3872401

HALOLUX CERAM 75W							
λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}	λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}
676	-0,04789	0,0245625	0,3659807	728	-0,04987	0,0256236	0,0104801
677	-0,04785	0,024541	0,3435744	729	-0,04983	0,0256022	0,0097544
678	-0,04789	0,0245625	0,3242245	730	-0,04985	0,0256129	0,0090926
679	-0,04815	0,0247018	0,3063025	731	-0,04991	0,0256451	0,0084885
680	-0,0483	0,0247822	0,2874736	732	-0,05005	0,0257201	0,0078961
681	-0,04849	0,024884	0,271236	733	-0,05011	0,0257523	0,0073651
682	-0,04861	0,0249483	0,2519783	734	-0,05016	0,0257791	0,0068315
683	-0,04875	0,0250234	0,2359705	735	-0,05009	0,0257415	0,0063582
684	-0,04886	0,0250823	0,2199721	736	-0,05015	0,0257737	0,0059022
685	-0,04893	0,0251199	0,2044756	737	-0,05021	0,0258059	0,0054966
686	-0,0491	0,025211	0,1905949	738	-0,05014	0,0257683	0,0051021
687	-0,04922	0,0252753	0,1774324	739	-0,05004	0,0257148	0,0047058
688	-0,0494	0,0253717	0,1651701	740	-0,04996	0,0256719	0,0043642
689	-0,0495	0,0254253	0,1535691	741	-0,0499	0,0256397	0,0040511
690	-0,04947	0,0254093	0,142546	742	-0,04994	0,0256612	0,0037722
691	-0,04959	0,0254736	0,1327173	743	-0,04988	0,025629	0,0034855
692	-0,04966	0,0255111	0,1234737	744	-0,04988	0,025629	0,0032293
693	-0,04965	0,0255057	0,1147758	745	-0,04972	0,0255432	0,0029886
694	-0,04963	0,025495	0,1068241	746	-0,04975	0,0255593	0,002786
695	-0,04976	0,0255647	0,0999579	747	-0,04965	0,0255057	0,0025761
696	-0,04986	0,0256183	0,0935067	748	-0,04956	0,0254575	0,0024057
697	-0,04982	0,0255968	0,0872852	749	-0,04951	0,0254307	0,0022379
698	-0,05002	0,025704	0,0819959	750	-0,04927	0,0253021	0,0020748
699	-0,05001	0,0256987	0,076839	751	-0,0493	0,0253182	0,0019343
700	-0,05005	0,0257201	0,0720163	752	-0,04938	0,025361	0,0018082
701	-0,05009	0,0257415	0,0674429	753	-0,04931	0,0253235	0,001684
702	-0,05005	0,0257201	0,0630143	754	-0,04906	0,0251895	0,0015618
703	-0,0499	0,0256397	0,058715	755	-0,04911	0,0252163	0,00146
704	-0,04991	0,0256451	0,0548805	756	-0,04901	0,0251627	0,0013613
705	-0,0498	0,0255861	0,0511722	757	-0,04894	0,0251252	0,0012663
706	-0,04997	0,0256772	0,0480164	758	-0,049	0,0251574	0,0011849
707	-0,05012	0,0257576	0,0450758	759	-0,04894	0,0251252	0,001103
708	-0,05018	0,0257898	0,0420373	760	-0,04891	0,0251091	0,0010295
709	-0,05026	0,0258327	0,039524	761	-0,04893	0,0251199	0,0009596
710	-0,05023	0,0258166	0,0369177	762	-0,04878	0,0250395	0,0008939
711	-0,05018	0,0257898	0,0343004	763	-0,04871	0,0250019	0,0008326
712	-0,05014	0,0257683	0,0322104	764	-0,04863	0,0249591	0,0007737
713	-0,05022	0,0258112	0,029941	765	-0,04859	0,0249376	0,0007232
714	-0,05034	0,0258755	0,0282043	766	-0,04848	0,0248787	0,0006717
715	-0,05039	0,0259023	0,0261614	767	-0,04844	0,0248572	0,0006264
716	-0,0503	0,0258541	0,024458	768	-0,04837	0,0248197	0,0005833
717	-0,05022	0,0258112	0,0227655	769	-0,04822	0,0247393	0,0005443
718	-0,05022	0,0258112	0,0212168	770	-0,04779	0,0245089	0,0005024
719	-0,05008	0,0257362	0,0197397	771	-0,04773	0,0244767	0,0004675
720	-0,04999	0,025688	0,0183669	772	-0,04773	0,0244767	0,0004357
721	-0,04995	0,0256665	0,0171196	773	-0,04761	0,0244124	0,0004052
722	-0,04999	0,025688	0,0159779	774	-0,04756	0,0243856	0,000378
723	-0,04986	0,0256183	0,0148842	775	-0,04754	0,0243749	0,0003534
724	-0,04984	0,0256076	0,0138793	776	-0,04747	0,0243374	0,0003286
725	-0,04982	0,0255968	0,0129264	777	-0,04741	0,0243052	0,0003062
726	-0,04985	0,0256129	0,0120637	778	-0,04728	0,0242355	0,000286
727	-0,04987	0,0256236	0,0112488	779	-0,04714	0,0241605	0,0002658
				780	-0,047	0,0240855	0,0002457

Příloha 6 – LED PARATHOM

LED PARATHOM 8W							
λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}	λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}
380	0,000149	1,194E-05	3,176E-07	428	0,0000476	0,0001596	0,0010644
381	0,0001465	1,558E-05	4,565E-07	429	0,0000258	0,0001913	0,0013928
382	0,0001149	6,159E-05	1,971E-06	430	0,0000075	0,000218	0,0017263
383	0,0001448	1,805E-05	6,355E-07	431	-0,0000134	0,0002484	0,0021337
384	0,0001313	3,771E-05	1,474E-06	432	-0,0000334	0,0002775	0,0025753
385	0,0001436	1,98E-05	8,653E-07	433	-0,0000548	0,0003087	0,0030836
386	0,0001381	2,781E-05	1,374E-06	434	-0,0000844	0,0003518	0,0037639
387	0,0001477	1,383E-05	7,774E-07	435	-0,0001164	0,0003984	0,0045812
388	0,0001338	3,407E-05	2,177E-06	436	-0,0001494	0,0004464	0,0054908
389	0,000146	1,631E-05	1,182E-06	437	-0,0002013	0,000522	0,0068379
390	0,0001532	5,824E-06	4,776E-07	438	-0,0002509	0,0005942	0,0083187
391	0,0001406	2,417E-05	2,228E-06	439	-0,0003182	0,0006922	0,0102443
392	0,0001471	1,471E-05	1,515E-06	440	-0,0003647	0,0007599	0,0119302
393	0,0001354	3,174E-05	3,682E-06	441	-0,0004511	0,0008857	0,0147024
394	0,0001492	1,165E-05	1,526E-06	442	-0,0005362	0,0010096	0,0176678
395	0,0001434	2,009E-05	2,974E-06	443	-0,0006378	0,0011575	0,0212984
396	0,0001485	1,267E-05	2,141E-06	444	-0,0007444	0,0013127	0,025467
397	0,0001458	1,66E-05	3,187E-06	445	-0,0008775	0,0015065	0,0307331
398	0,0001392	2,621E-05	5,713E-06	446	-0,0010187	0,0017121	0,0366392
399	0,0001411	2,344E-05	5,72E-06	447	-0,001187	0,0019572	0,044036
400	0,0001572	0	0	448	-0,0013757	0,0022319	0,0526729
401	0,0001501	1,034E-05	3,06E-06	449	-0,0015694	0,0025139	0,0620941
402	0,0001454	1,718E-05	5,549E-06	450	-0,0017868	0,0028305	0,0735921
403	0,0001376	2,854E-05	1,01E-05	451	-0,002025	0,0031773	0,0864222
404	0,0001337	3,422E-05	1,338E-05	452	-0,002258	0,0035165	0,1002212
405	0,0001337	3,422E-05	1,495E-05	453	-0,00249	0,0038543	0,1152444
406	0,0001376	2,854E-05	1,413E-05	454	-0,002723	0,0041936	0,1312589
407	0,0001345	3,305E-05	1,864E-05	455	-0,002957	0,0045343	0,1487244
408	0,0001241	4,819E-05	3,099E-05	456	-0,003165	0,0048371	0,1659135
409	0,0001474	1,427E-05	1,043E-05	457	-0,003331	0,0050788	0,1823298
410	0,0001081	7,149E-05	5,905E-05	458	-0,003461	0,0052681	0,1980807
411	0,0001403	2,461E-05	2,288E-05	459	-0,003541	0,0053846	0,2110757
412	0,00014	2,504E-05	2,63E-05	460	-0,003585	0,0054486	0,2233946
413	0,0001411	2,344E-05	2,766E-05	461	-0,003561	0,0054137	0,2317065
414	0,0001442	1,893E-05	2,498E-05	462	-0,003511	0,0053409	0,2382043
415	0,0001252	4,659E-05	6,942E-05	463	-0,003407	0,0051895	0,2413108
416	0,0001197	5,46E-05	9,173E-05	464	-0,003313	0,0050526	0,2445466
417	0,0001184	5,649E-05	0,0001068	465	-0,003156	0,004824	0,2436132
418	0,0001296	4,019E-05	8,56E-05	466	-0,003024	0,0046318	0,2436343
419	0,000121	5,271E-05	0,000127	467	-0,002884	0,004428	0,2426539
420	0,0001096	6,931E-05	0,0001892	468	-0,002769	0,0042606	0,2432775
421	0,0001145	6,217E-05	0,0001934	469	-0,002674	0,0041222	0,245685
422	0,0001033	7,848E-05	0,0002762	470	-0,002593	0,0040043	0,2486667
423	0,0000871	0,0001021	0,0004062	471	-0,002522	0,0039009	0,2527795
424	0,0000904	9,726E-05	0,0004348	472	-0,002472	0,0038281	0,2587808
425	0,0000757	0,0001187	0,0005921	473	-0,002396	0,0037175	0,2624529
426	0,0000734	0,000122	0,0006735	474	-0,002347	0,0036461	0,2687189
427	0,0000613	0,0001396	0,000849	475	-0,002273	0,0035384	0,272101

LED PARATHOM 8W							
λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}	λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}
476	-0,002224	0,003467	0,2784025	526	-0,002389	0,0037073	2,0464134
477	-0,002145	0,003352	0,2808981	527	-0,002432	0,0037699	2,1186719
478	-0,002075	0,0032501	0,2840575	528	-0,002467	0,0038208	2,181699
479	-0,002001	0,0031423	0,2862674	529	-0,002512	0,0038864	2,2540881
480	-0,001909	0,0030084	0,2857971	530	-0,002547	0,0039373	2,3190808
481	-0,001832	0,0028963	0,2861523	531	-0,002596	0,0040087	2,3931718
482	-0,001756	0,0027856	0,286919	532	-0,002626	0,0040523	2,4476152
483	-0,001691	0,002691	0,287935	533	-0,002666	0,0041106	2,5156768
484	-0,001638	0,0026138	0,2901333	534	-0,002717	0,0041848	2,5862306
485	-0,001587	0,0025396	0,2945887	535	-0,002732	0,0042067	2,6291745
486	-0,001553	0,0024901	0,2988064	536	-0,002776	0,0042707	2,694839
487	-0,001519	0,0024405	0,3050687	537	-0,002813	0,0043246	2,7547799
488	-0,001484	0,0023896	0,3130362	538	-0,002844	0,0043698	2,8053804
489	-0,001461	0,0023561	0,3204298	539	-0,002893	0,0044411	2,8733887
490	-0,0014635	0,0023597	0,3350833	540	-0,002942	0,0045124	2,9421105
491	-0,0014387	0,0023236	0,3438976	541	-0,002973	0,0045576	2,9897695
492	-0,0014374	0,0023217	0,3598697	542	-0,003001	0,0045983	3,0349067
493	-0,0014296	0,0023104	0,374282	543	-0,003042	0,004658	3,0882803
494	-0,0014307	0,002312	0,3907254	544	-0,003074	0,0047046	3,1379893
495	-0,0014144	0,0022883	0,4050206	545	-0,003116	0,0047658	3,1930751
496	-0,0014213	0,0022983	0,4251852	546	-0,003153	0,0048197	3,2388087
497	-0,0014376	0,002322	0,448152	547	-0,003194	0,0048794	3,2886831
498	-0,0014586	0,0023526	0,4752266	548	-0,003231	0,0049332	3,3348593
499	-0,001472	0,0023721	0,5005168	549	-0,003264	0,0049813	3,3773024
500	-0,0014897	0,0023979	0,5299334	550	-0,003305	0,005041	3,4278582
501	-0,0015016	0,0024152	0,5579147	551	-0,003329	0,0050759	3,4566961
502	-0,0015313	0,0024585	0,5949469	552	-0,003382	0,0051531	3,5144006
503	-0,001559	0,0024988	0,6346925	553	-0,003403	0,0051837	3,5352535
504	-0,0015909	0,0025452	0,6770328	554	-0,003446	0,0052463	3,5831984
505	-0,0016177	0,0025843	0,7184234	555	-0,003468	0,0052783	3,6050763
506	-0,0016553	0,002639	0,7679497	556	-0,003502	0,0053278	3,6388876
507	-0,0016818	0,0026776	0,8113087	557	-0,003542	0,005386	3,6786655
508	-0,0017059	0,0027127	0,8572057	558	-0,003567	0,0054224	3,6981043
509	-0,0017524	0,0027804	0,9175255	559	-0,003586	0,0054501	3,7115211
510	-0,0018032	0,0028543	0,9818947	560	-0,003635	0,0055214	3,7545849
511	-0,0018245	0,0028854	1,0329581	561	-0,003648	0,0055404	3,7563752
512	-0,0018655	0,0029451	1,0955601	562	-0,00369	0,0056015	3,7866333
513	-0,0018966	0,0029903	1,1542696	563	-0,003713	0,005635	3,7980011
514	-0,001932	0,0030419	1,2197931	564	-0,00375	0,0056889	3,8172442
515	-0,00199	0,0031263	1,2974254	565	-0,003772	0,0057209	3,821575
516	-0,001991	0,0031278	1,3449463	566	-0,003806	0,0057704	3,8373324
517	-0,00203	0,0031846	1,4139474	567	-0,003827	0,005801	3,8402625
518	-0,002064	0,0032341	1,4812042	568	-0,003862	0,005852	3,8505902
519	-0,002102	0,0032894	1,552596	569	-0,003874	0,0058694	3,838609
520	-0,002147	0,0033549	1,6271354	570	-0,003902	0,0059102	3,8416305
521	-0,00218	0,003403	1,6912743	571	-0,003951	0,0059815	3,864078
522	-0,002225	0,0034685	1,7654596	572	-0,003943	0,0059699	3,8267039
523	-0,002271	0,0035355	1,8384405	573	-0,003976	0,0060179	3,827413
524	-0,002321	0,0036083	1,9159874	574	-0,003993	0,0060776	3,8349834
525	-0,002355	0,0036578	1,9825095	575	-0,004007	0,0061334	3,8333775

LED PARATHOM 8W							
λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}	λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}
576	-0,004026	0,0061788	3,8246555	626	-0,003415	0,0056139	1,1845377
577	-0,004039	0,0062151	3,8160931	627	-0,003426	0,0056025	1,1373161
578	-0,004057	0,0062591	3,7992694	628	-0,003364	0,0054895	1,0759425
579	-0,004067	0,0062914	3,7811382	629	-0,003344	0,0054191	1,0187949
580	-0,00408	0,0063103	3,7482986	630	-0,003323	0,0053604	0,9702385
581	-0,004093	0,0063647	3,7361044	631	-0,003295	0,0053032	0,9227576
582	-0,004105	0,0064	3,7120219	632	-0,003272	0,0052664	0,8794959
583	-0,0041	0,0063917	3,6624325	633	-0,003254	0,0052143	0,8395048
584	-0,004096	0,0064022	3,6172624	634	-0,003212	0,0051486	0,7928833
585	-0,004108	0,0064375	3,5921438	635	-0,00319	0,0051025	0,7551631
586	-0,004116	0,0064665	3,5565758	636	-0,003154	0,0050464	0,7165937
587	-0,004113	0,0064787	3,5114721	637	-0,003118	0,0049793	0,6771818
588	-0,004114	0,0064969	3,4693669	638	-0,0031	0,0049188	0,6443602
589	-0,004093	0,006518	3,4219559	639	-0,003046	0,0048254	0,6031726
590	-0,004101	0,0065467	3,3846236	640	-0,003026	0,0047741	0,5728963
591	-0,004059	0,0064991	3,3080501	641	-0,002981	0,0046958	0,5353242
592	-0,004033	0,0065295	3,2647718	642	-0,002941	0,0046255	0,5041756
593	-0,003987	0,0065465	3,2208752	643	-0,002916	0,0045685	0,4751274
594	-0,003908	0,0065874	3,1817231	644	-0,002884	0,00453	0,4489252
595	-0,003828	0,0065874	3,1290061	645	-0,002837	0,0044502	0,4200958
596	-0,003769	0,0066189	3,0844005	646	-0,002798	0,0043738	0,3927662
597	-0,003699	0,0065741	3,0043772	647	-0,002773	0,0043187	0,3688187
598	-0,003675	0,0066075	2,9667697	648	-0,002722	0,004226	0,3427306
599	-0,003663	0,0066191	2,9124187	649	-0,002675	0,0041486	0,3194384
600	-0,003644	0,0066182	2,8524471	650	-0,002643	0,0040934	0,2992257
601	-0,003616	0,0065845	2,7786547	651	-0,002601	0,0040159	0,2783048
602	-0,003604	0,0065771	2,7163534	652	-0,00255	0,0039417	0,2589688
603	-0,003601	0,006566	2,6592369	653	-0,002514	0,0038893	0,2419126
604	-0,003588	0,0065359	2,5882062	654	-0,002478	0,0038369	0,2259907
605	-0,003583	0,0065028	2,5165793	655	-0,002435	0,0037742	0,2102255
606	-0,003582	0,0064941	2,454768	656	-0,002402	0,0037262	0,1963707
607	-0,003593	0,0064896	2,4011336	657	-0,002357	0,0036607	0,1819357
608	-0,00358	0,0064773	2,3383207	658	-0,002308	0,0035893	0,1683398
609	-0,003576	0,0064464	2,2691326	659	-0,002269	0,0035326	0,1561387
610	-0,003576	0,0064255	2,2103665	660	-0,002229	0,0034743	0,1448787
611	-0,003576	0,0063837	2,1385363	661	-0,002187	0,0034132	0,1337958
612	-0,003574	0,0063567	2,0722699	662	-0,00214	0,0033447	0,1234204
613	-0,003551	0,0062957	2,0020205	663	-0,00211	0,003301	0,1142162
614	-0,003567	0,0062839	1,9480233	664	-0,002064	0,0032341	0,1051073
615	-0,003557	0,006262	1,8848577	665	-0,002015	0,0031627	0,0961469
616	-0,003563	0,0062321	1,8260184	666	-0,001979	0,0031103	0,0886438
617	-0,003539	0,0061554	1,7542862	667	-0,001923	0,0030288	0,0808683
618	-0,003535	0,0061117	1,6929454	668	-0,001886	0,0029749	0,0743726
619	-0,003521	0,0060535	1,6223332	669	-0,001845	0,0029152	0,0682158
620	-0,003507	0,0059948	1,5586411	670	-0,0018	0,0028497	0,0624081
621	-0,003496	0,0059282	1,4938943	671	-0,001764	0,0027973	0,057344
622	-0,003481	0,0058714	1,4326163	672	-0,001712	0,0027216	0,0522539
623	-0,003467	0,0058161	1,36679	673	-0,001679	0,0026735	0,0481232
624	-0,00345	0,0057425	1,3035499	674	-0,001637	0,0026124	0,0441488
625	-0,003437	0,0056777	1,2434216	675	-0,001601	0,0025599	0,0404471

LED PARATHOM 8W							
λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}	λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}
676	-0,001556	0,0024944	0,0371669	728	-0,0002977	0,0006623	0,0002709
677	-0,00152	0,002442	0,0341881	729	-0,0002955	0,0006591	0,0002511
678	-0,001493	0,0024027	0,0317156	730	-0,0002696	0,0006214	0,0002206
679	-0,0014778	0,0023806	0,029519	731	-0,0002553	0,0006006	0,0001988
680	-0,0014321	0,002314	0,0268427	732	-0,0002439	0,000584	0,0001793
681	-0,0013978	0,0022641	0,0246785	733	-0,0002423	0,0005817	0,0001664
682	-0,0013539	0,0022002	0,0222217	734	-0,0002258	0,0005576	0,0001478
683	-0,0013277	0,002162	0,0203878	735	-0,0002156	0,0005428	0,0001341
684	-0,0012948	0,0021141	0,0185408	736	-0,0002058	0,0005285	0,000121
685	-0,0012598	0,0020632	0,0167941	737	-0,0002062	0,0005291	0,0001127
686	-0,0012289	0,0020182	0,0152573	738	-0,0001797	0,0004905	9,712E-05
687	-0,0011835	0,0019521	0,0137035	739	-0,0001732	0,0004811	8,803E-05
688	-0,0011581	0,0019151	0,0124672	740	-0,0001605	0,0004626	7,864E-05
689	-0,0011446	0,0018954	0,0114484	741	-0,0001658	0,0004703	7,431E-05
690	-0,0010955	0,0018239	0,0102323	742	-0,0001471	0,0004431	6,513E-05
691	-0,0010756	0,001795	0,0093517	743	-0,0001337	0,0004236	5,76E-05
692	-0,0010404	0,0017437	0,0084395	744	-0,0001262	0,0004126	5,199E-05
693	-0,001006	0,0016936	0,0076213	745	-0,0001288	0,0004164	4,872E-05
694	-0,0009799	0,0016556	0,006937	746	-0,0001194	0,0004027	4,39E-05
695	-0,0009579	0,0016236	0,0063482	747	-0,0001052	0,0003821	3,859E-05
696	-0,0009191	0,0015671	0,0057199	748	-0,0001018	0,0003771	3,564E-05
697	-0,0008966	0,0015343	0,0052321	749	-0,0000941	0,0003659	3,22E-05
698	-0,0008647	0,0014879	0,0047464	750	-0,0000902	0,0003602	2,954E-05
699	-0,0008341	0,0014433	0,0043156	751	-0,0000753	0,0003385	2,586E-05
700	-0,0008209	0,0014241	0,0039875	752	-0,0000807	0,0003464	2,47E-05
701	-0,000784	0,0013704	0,0035904	753	-0,0000581	0,0003135	2,085E-05
702	-0,000773	0,0013544	0,0033182	754	-0,0000617	0,0003187	1,976E-05
703	-0,0007471	0,0013167	0,0030152	755	-0,0000558	0,0003101	1,796E-05
704	-0,0007199	0,0012771	0,0027329	756	-0,0000457	0,0002954	1,598E-05
705	-0,000699	0,0012466	0,0024933	757	-0,0000549	0,0003088	1,556E-05
706	-0,0006595	0,0011891	0,0022236	758	-0,0000492	0,0003005	1,415E-05
707	-0,0006573	0,0011859	0,0020753	759	-0,0000331	0,0002771	1,216E-05
708	-0,0006268	0,0011415	0,0018607	760	-0,0000274	0,0002688	1,102E-05
709	-0,000613	0,0011214	0,0017158	761	-0,0000177	0,0002547	9,728E-06
710	-0,0005851	0,0010808	0,0015455	762	-0,0000193	0,000257	9,174E-06
711	-0,0005696	0,0010582	0,0014074	763	-0,0000434	0,0002921	9,726E-06
712	-0,0005571	0,00104	0,0013	764	0,0000004	0,0002283	7,077E-06
713	-0,0005296	0,001	0,00116	765	0,0000153	0,0002066	5,992E-06
714	-0,000529	0,0009991	0,001089	766	0,0000039	0,0002232	6,027E-06
715	-0,0005048	0,0009639	0,0009735	767	0,0000066	0,0002193	5,526E-06
716	-0,0004727	0,0009171	0,0008676	768	0,0000126	0,0002105	4,948E-06
717	-0,0004691	0,0009119	0,0008043	769	0,0000312	0,0001835	4,036E-06
718	-0,0004433	0,0008743	0,0007187	770	0,0000174	0,0002035	4,173E-06
719	-0,0004219	0,0008432	0,0006467	771	0,0000182	0,0002024	3,866E-06
720	-0,000404	0,0008171	0,0005842	772	0,0000302	0,0001849	3,291E-06
721	-0,0003951	0,0008041	0,0005364	773	0,0000405	0,0001699	2,821E-06
722	-0,0003849	0,0007893	0,0004909	774	0,0000386	0,0001727	2,677E-06
723	-0,000361	0,0007545	0,0004384	775	0,0000335	0,0001801	2,612E-06
724	-0,0003491	0,0007372	0,0003995	776	0,0000273	0,0001891	2,553E-06
725	-0,0003271	0,0007051	0,0003561	777	0,000046	0,0001619	2,04E-06
726	-0,0003214	0,0006968	0,0003282	778	0,0000549	0,0001489	1,758E-06
727	-0,0003108	0,0006814	0,0002991	779	0,0000597	0,000142	1,562E-06
				780	0,0000639	0,0001358	1,386E-06

Příloha 7 – DULUX INTELLIGENT

DULUX INTELLIGENT LONGLIFE 14W							
λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}	λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}
380	-0,0001389	0,0004322	1,15E-05	428	0,0000326	0,0002126	0,001418
381	-0,0001209	0,0004092	1,199E-05	429	0,0000112	0,00024	0,0017473
382	-0,0000707	0,0003449	1,104E-05	430	-0,0005067	0,0009033	0,0071541
383	-0,0000607	0,0003321	1,169E-05	431	-0,00327	0,0044423	0,0381595
384	-0,0000335	0,0002973	1,162E-05	432	-0,011578	0,0150826	0,1399663
385	-0,0000204	0,0002805	1,226E-05	433	-0,02261	0,0292115	0,2918231
386	-0,0000068	0,0002631	1,3E-05	434	-0,02655	0,0342576	0,366556
387	-0,0000088	0,0002656	1,493E-05	435	-0,02372	0,0306331	0,3522809
388	0,0000034	0,00025	1,597E-05	436	-0,01772	0,0229488	0,28227
389	-0,000002	0,0002569	1,863E-05	437	-0,007479	0,0098329	0,1288108
390	0,0000071	0,0002453	2,011E-05	438	-0,0012311	0,0018311	0,0256347
391	0,0000373	0,0002066	1,905E-05	439	0,0000123	0,0002386	0,0035313
392	0,0000655	0,0001705	1,756E-05	440	0,0000481	0,0001927	0,0030262
393	0,0000401	0,000203	2,355E-05	441	0,000072	0,0001621	0,0026915
394	0,0000706	0,0001639	2,148E-05	442	0,0000694	0,0001655	0,0028957
395	0,000062	0,0001749	2,589E-05	443	0,0000737	0,00016	0,0029433
396	0,0000603	0,0001771	2,993E-05	444	0,0000868	0,0001432	0,0027778
397	0,0000577	0,0001805	3,465E-05	445	0,0000915	0,0001372	0,0027982
398	0,0000479	0,000193	4,208E-05	446	0,0000988	0,0001278	0,0027353
399	-0,0004956	0,0008891	0,0002169	447	0,000099	0,0001276	0,0028701
400	-0,003036	0,0041426	0,0011185	448	0,0000979	0,000129	0,0030437
401	-0,010708	0,0139683	0,0041346	449	0,000097	0,0001301	0,003214
402	-0,018841	0,0243845	0,0078762	450	0,0000954	0,0001322	0,0034364
403	-0,02015	0,0260609	0,0092256	451	0,0000983	0,0001285	0,003494
404	-0,01826	0,0236404	0,0092434	452	0,0000985	0,0001282	0,0036537
405	-0,013189	0,0171458	0,0074927	453	0,0001077	0,0001164	0,0034809
406	-0,005906	0,0078183	0,0038701	454	0,0001044	0,0001206	0,0037762
407	-0,002468	0,0034152	0,0019262	455	0,0001021	0,0001236	0,0040537
408	-0,001483	0,0021537	0,0013848	456	0,0001064	0,0001181	0,0040502
409	-0,0006258	0,0010558	0,0007718	457	0,0001074	0,0001168	0,0041932
410	-0,000146	0,0004413	0,0003645	458	0,0001095	0,0001141	0,0042906
411	-0,0000666	0,0003396	0,0003159	459	0,0001132	0,0001094	0,0042875
412	-0,0000774	0,0003535	0,0003712	460	0,000113	0,0001096	0,0044948
413	-0,0000792	0,0003558	0,0004198	461	0,0000948	0,0001329	0,0056898
414	-0,0000798	0,0003566	0,0004707	462	0,0000832	0,0001478	0,0065917
415	-0,0000743	0,0003495	0,0005208	463	0,0000647	0,0001715	0,0079742
416	-0,0000588	0,0003297	0,0005538	464	0,0000296	0,0002164	0,0104758
417	-0,0000349	0,000299	0,0005652	465	0,0000316	0,0002139	0,010801
418	-0,0000005	0,000255	0,0005431	466	0,0000338	0,0002111	0,0111019
419	0,0000032	0,0002503	0,0006031	467	0,0000431	0,0001992	0,0109136
420	0,0000294	0,0002167	0,0005916	468	0,0000616	0,0001755	0,0100187
421	0,0000245	0,000223	0,0006934	469	0,0000619	0,0001751	0,0104345
422	0,0000346	0,00021	0,0007393	470	0,0000521	0,0001876	0,0116516
423	0,0000317	0,0002138	0,0008507	471	0,0000114	0,0002398	0,0155359
424	0,0000303	0,0002155	0,0009635	472	0,0000125	0,0002383	0,016112
425	0,0000345	0,0002102	0,0010487	473	0,0000264	0,0002205	0,0155702
426	0,0000356	0,0002088	0,0011523	474	0,0000049	0,0002481	0,0182832
427	0,0000255	0,0002217	0,0013479	475	-0,0000063	0,0002624	0,0201801

DULUX INTELLIGENT LONGLIFE 14W							
λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}	λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}
476	-0,0000608	0,0003322	0,0266772	526	-0,0007973	0,0012755	0,7040611
477	-0,0001627	0,0004627	0,0387764	527	-0,0008659	0,0013633	0,7661918
478	-0,0003095	0,0006507	0,0568743	528	-0,0009384	0,0014562	0,8314806
479	-0,0006173	0,0010449	0,0951943	529	-0,0011675	0,0017496	1,0147663
480	-0,0010655	0,001619	0,1538015	530	-0,0015802	0,0022782	1,3418314
481	-0,0017445	0,0024886	0,2458712	531	-0,001958	0,002762	1,6489196
482	-0,002693	0,0037033	0,3814442	532	-0,002234	0,0031155	1,8817554
483	-0,00373	0,0050315	0,5383654	533	-0,002594	0,0035765	2,1888484
484	-0,004732	0,0063147	0,7009359	534	-0,003238	0,0044013	2,7200256
485	-0,005434	0,0072138	0,8368015	535	-0,004464	0,0059715	3,7321897
486	-0,005677	0,007525	0,9030026	536	-0,006612	0,0087225	5,5038966
487	-0,00549	0,0072855	0,9106908	537	-0,010553	0,0137698	8,7713829
488	-0,005076	0,0067553	0,8849452	538	-0,017174	0,0222495	14,284182
489	-0,004655	0,0062161	0,8453926	539	-0,02523	0,032567	21,07086
490	-0,004232	0,0056744	0,8057613	540	-0,03109	0,0400721	26,126983
491	-0,003834	0,0051646	0,7643678	541	-0,03514	0,045259	29,689899
492	-0,003444	0,0046652	0,7231006	542	-0,04048	0,0520981	34,384718
493	-0,003053	0,0041644	0,6746331	543	-0,04867	0,0625872	41,495305
494	-0,002713	0,003729	0,6301935	544	-0,05256	0,0675692	45,068659
495	-0,002409	0,0033396	0,591112	545	-0,04838	0,0622158	41,684571
496	-0,00212	0,0029695	0,549355	546	-0,03967	0,0510607	34,312771
497	-0,001851	0,002625	0,5066196	547	-0,02576	0,0332458	22,40767
498	-0,001568	0,0022625	0,4570304	548	-0,01655	0,0214503	14,500425
499	-0,0013496	0,0019828	0,4183744	549	-0,012306	0,0160149	10,85813
500	-0,0011073	0,0016725	0,3696219	550	-0,009451	0,0123585	8,4037623
501	-0,000923	0,0014365	0,3318223	551	-0,007233	0,0095178	6,481641
502	-0,0007837	0,0012581	0,3044493	552	-0,005536	0,0073444	5,0089079
503	-0,0006656	0,0011068	0,2811276	553	-0,004261	0,0057115	3,8952543
504	-0,0005963	0,001018	0,2708006	554	-0,003291	0,0044692	3,0524734
505	-0,0005606	0,0009723	0,2703065	555	-0,002632	0,0036252	2,4760234
506	-0,0005607	0,0009725	0,282984	556	-0,002203	0,0030758	2,1007623
507	-0,0005481	0,0009563	0,2897639	557	-0,001938	0,0027364	1,8689577
508	-0,0005632	0,0009757	0,3083071	558	-0,001775	0,0025276	1,7238483
509	-0,0005499	0,0009586	0,3163452	559	-0,001678	0,0024034	1,6367199
510	-0,0005607	0,0009725	0,3345241	560	-0,001615	0,0023227	1,5794503
511	-0,00056	0,0009716	0,3478175	561	-0,001571	0,0022664	1,5365983
512	-0,0005597	0,0009712	0,3612764	562	-0,00152	0,0022011	1,4879113
513	-0,0005532	0,0009628	0,3716594	563	-0,001455	0,0021178	1,4274007
514	-0,0005603	0,0009719	0,3897485	564	-0,0013983	0,0020452	1,3723212
515	-0,000559	0,0009703	0,4026647	565	-0,0013816	0,0020238	1,3518984
516	-0,0005633	0,0009758	0,4195869	566	-0,0013741	0,0020142	1,3394394
517	-0,0005778	0,0009944	0,4414932	567	-0,0013028	0,0019229	1,2729459
518	-0,0005751	0,0009909	0,4538304	568	-0,0012516	0,0018573	1,2221073
519	-0,0005925	0,0010132	0,4782213	569	-0,0011612	0,0017415	1,1389596
520	-0,0005922	0,0010128	0,4912063	570	-0,0011093	0,0016751	1,0887883
521	-0,0005994	0,001022	0,5079428	571	-0,0011423	0,0017173	1,1093905
522	-0,0006255	0,0010554	0,5372213	572	-0,0016754	0,0024001	1,5384492
523	-0,0006695	0,0011118	0,5781342	573	-0,00367	0,0049546	3,1511312
524	-0,0006995	0,0011502	0,6107659	574	-0,006736	0,0089331	5,6368126
525	-0,000763	0,0012315	0,6674969	575	-0,009267	0,0122659	7,6661741

DULUX INTELLIGENT LONGLIFE 14W							
λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}	λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}
576	-0,011623	0,0153637	9,5101477	626	-0,009192	0,0130041	2,7438672
577	-0,011794	0,0156301	9,596876	627	-0,010616	0,014901	3,0248973
578	-0,010564	0,0140661	8,5381398	628	-0,012097	0,0168943	3,3112852
579	-0,009634	0,0128866	7,7448346	629	-0,011846	0,0164272	3,0883136
580	-0,00873	0,0117003	6,9499539	630	-0,009958	0,0137808	2,4943266
581	-0,008351	0,0112663	6,6133445	631	-0,007118	0,0098965	1,7219927
582	-0,008485	0,0114745	6,6552138	632	-0,004279	0,0060492	1,0102182
583	-0,009011	0,0121684	6,9725144	633	-0,002735	0,0039402	0,6343707
584	-0,010151	0,0137118	7,7471824	634	-0,002195	0,0032116	0,494591
585	-0,011005	0,0148846	8,3055854	635	-0,001934	0,0028534	0,4222965
586	-0,010503	0,0142551	7,8402923	636	-0,001768	0,0026298	0,3734278
587	-0,009364	0,0127704	6,9215354	637	-0,001615	0,0024187	0,3289382
588	-0,007901	0,0108431	5,7902146	638	-0,001541	0,002305	0,3019592
589	-0,007437	0,0103061	5,4106855	639	-0,00148	0,0022189	0,2773568
590	-0,008672	0,0120057	6,2069451	640	-0,001487	0,002219	0,2662849
591	-0,009689	0,0134199	6,8307038	641	-0,001482	0,0022077	0,2516833
592	-0,009295	0,0130276	6,5137946	642	-0,001502	0,0022294	0,2430076
593	-0,00795	0,0113351	5,5768495	643	-0,001505	0,0022245	0,2313473
594	-0,006239	0,0091835	4,4356426	644	-0,001487	0,0022051	0,2185217
595	-0,00541	0,0081588	3,8754478	645	-0,0015743	0,0023148	0,2185193
596	-0,005797	0,0088995	4,1471618	646	-0,0018579	0,0026753	0,2402407
597	-0,006354	0,0098418	4,4977235	647	-0,002652	0,0036949	0,3155415
598	-0,006282	0,0098453	4,4205359	648	-0,003434	0,00469	0,3803576
599	-0,005548	0,0087679	3,8578807	649	-0,003646	0,0049537	0,3814334
600	-0,004444	0,0071084	3,063701	650	-0,003485	0,0047366	0,3462423
601	-0,003613	0,0058402	2,4645707	651	-0,002852	0,003907	0,2707535
602	-0,003406	0,0055316	2,2845492	652	-0,002211	0,003086	0,2027523
603	-0,003698	0,0059788	2,4213967	653	-0,001866	0,0026442	0,1644682
604	-0,004483	0,0071859	2,8456291	654	-0,001647	0,0023637	0,1392222
605	-0,006293	0,009947	3,8494907	655	-0,001567	0,0022612	0,1259514
606	-0,01116	0,0174243	6,5863724	656	-0,001495	0,002169	0,1143081
607	-0,02326	0,035905	13,284832	657	-0,0014166	0,0020686	0,1028107
608	-0,04378	0,0674683	24,356058	658	-0,0014297	0,0020854	0,0978054
609	-0,05989	0,0918484	32,330652	659	-0,0017889	0,0025454	0,1125084
610	-0,06357	0,0971495	33,419422	660	-0,002203	0,0030758	0,1282603
611	-0,05914	0,0897892	30,079376	661	-0,002276	0,0031693	0,1242358
612	-0,04564	0,0690859	22,522001	662	-0,002077	0,0029144	0,1075419
613	-0,03073	0,0464354	14,766457	663	-0,001589	0,0022894	0,079214
614	-0,02129	0,0320439	9,9336224	664	-0,0012328	0,0018332	0,0595799
615	-0,01481	0,0223499	6,7273331	665	-0,0010653	0,0016187	0,0492087
616	-0,010245	0,015438	4,5233443	666	-0,0010185	0,0015588	0,0444249
617	-0,00784	0,0118029	3,3638313	667	-0,0009805	0,0015101	0,0403197
618	-0,006993	0,0104909	2,9059847	668	-0,0009352	0,0014521	0,0363021
619	-0,006908	0,0103062	2,7620625	669	-0,000888	0,0013916	0,0325643
620	-0,007247	0,0107349	2,7910652	670	-0,0008237	0,0013093	0,0286733
621	-0,007736	0,0113476	2,85959	671	-0,0007607	0,0012286	0,0251863
622	-0,008153	0,011879	2,8984664	672	-0,0006931	0,001142	0,0219268
623	-0,008519	0,0123304	2,8976529	673	-0,0006678	0,0011096	0,0199731
624	-0,00865	0,0124142	2,8180234	674	-0,0006509	0,001088	0,0183868
625	-0,008705	0,0123935	2,7141697	675	-0,0006481	0,0010844	0,0171333

DULUX INTELLIGENT LONGLIFE 14W							
λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}	λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}
676	-0,0006925	0,0011413	0,0170047	728	-0,0000531	0,0003224	0,0001318
677	-0,0007269	0,0011853	0,0165943	729	-0,0000308	0,0002938	0,0001119
678	-0,0007664	0,0012359	0,0163139	730	-0,0000023	0,0002573	9,134E-05
679	-0,0007719	0,0012429	0,0154125	731	0,000027	0,0002198	7,274E-05
680	-0,0007567	0,0012235	0,0141923	732	0,0000401	0,000203	6,232E-05
681	-0,000751	0,0012162	0,0132563	733	0,0000708	0,0001637	4,681E-05
682	-0,0008102	0,001292	0,0130491	734	0,0000768	0,000156	4,134E-05
683	-0,0010599	0,0016118	0,0151992	735	0,0000823	0,0001489	3,679E-05
684	-0,0015589	0,0022509	0,0197402	736	0,0000553	0,0001835	4,203E-05
685	-0,002094	0,0029362	0,0239006	737	0,0000525	0,0001871	3,986E-05
686	-0,002206	0,0030796	0,023282	738	0,000031	0,0002146	4,25E-05
687	-0,001953	0,0027556	0,0193444	739	-0,0000267	0,0002885	5,28E-05
688	-0,0014626	0,0021275	0,0138503	740	-0,0000566	0,0003268	5,556E-05
689	-0,0010296	0,001573	0,0095008	741	-0,0000519	0,0003208	5,069E-05
690	-0,0010758	0,0016322	0,0091564	742	-0,0000099	0,000267	3,925E-05
691	-0,0013598	0,0019959	0,0103985	743	0,0000224	0,0002257	3,069E-05
692	-0,0013499	0,0019832	0,0095987	744	0,0000457	0,0001958	2,467E-05
693	-0,001153	0,001731	0,0077896	745	0,000059	0,0001788	2,092E-05
694	-0,0007211	0,0011779	0,0049353	746	0,0000764	0,0001565	1,706E-05
695	-0,0003623	0,0007184	0,0028088	747	0,00009	0,0001391	1,405E-05
696	-0,0002521	0,0005772	0,0021069	748	0,0000831	0,0001479	1,398E-05
697	-0,0002418	0,000564	0,0019233	749	0,000086	0,0001442	1,269E-05
698	-0,0002834	0,0006173	0,0019692	750	0,0000865	0,0001436	1,177E-05
699	-0,0003654	0,0007223	0,0021598	751	0,0001209	9,951E-05	7,603E-06
700	-0,0005445	0,0009517	0,0026648	752	0,0001381	7,748E-05	5,525E-06
701	-0,0009023	0,0014099	0,0036941	753	0,0001401	7,492E-05	4,982E-06
702	-0,0016355	0,002349	0,005755	754	0,0001652	4,278E-05	2,652E-06
703	-0,003045	0,0041542	0,009513	755	0,0001388	7,659E-05	4,434E-06
704	-0,004632	0,0061867	0,0132395	756	0,0001652	4,278E-05	2,314E-06
705	-0,006012	0,0079541	0,0159081	757	0,0001576	5,251E-05	2,646E-06
706	-0,006974	0,0091861	0,017178	758	0,0001674	3,996E-05	1,882E-06
707	-0,006479	0,0085522	0,0149663	759	0,0001388	7,659E-05	3,362E-06
708	-0,005668	0,0075135	0,012247	760	0,0001027	0,0001228	5,036E-06
709	-0,005384	0,0071498	0,0109391	761	0,0000821	0,0001492	5,7E-06
710	-0,004815	0,006421	0,0091821	762	0,0001024	0,0001232	4,398E-06
711	-0,003969	0,0053375	0,0070989	763	0,0001014	0,0001245	4,145E-06
712	-0,002797	0,0038365	0,0047957	764	0,0001483	6,442E-05	1,997E-06
713	-0,0013603	0,0019965	0,002316	765	0,0001639	4,444E-05	1,289E-06
714	-0,0003913	0,0007555	0,0008235	766	0,000158	5,2E-05	1,404E-06
715	-0,0001524	0,0004495	0,000454	767	0,0001553	5,546E-05	1,397E-06
716	-0,0000997	0,000382	0,0003614	768	0,0001479	6,493E-05	1,526E-06
717	-0,0000679	0,0003413	0,000301	769	0,0001268	9,196E-05	2,023E-06
718	-0,0000652	0,0003379	0,0002777	770	0,0001068	0,0001176	2,41E-06
719	-0,0000559	0,0003259	0,00025	771	0,0001062	0,0001183	2,26E-06
720	-0,00004	0,0003056	0,0002185	772	0,0001171	0,0001044	1,858E-06
721	-0,0000267	0,0002885	0,0001925	773	0,0001621	4,675E-05	7,76E-07
722	-0,0000242	0,0002853	0,0001775	774	0,0001802	2,357E-05	3,653E-07
723	-0,0000097	0,0002668	0,000155	775	0,0001807	2,292E-05	3,324E-07
724	-0,0000054	0,0002613	0,0001416	776	0,0001986	0	0
725	-0,0000165	0,0002755	0,0001391	777	0,0001706	3,586E-05	4,518E-07
726	-0,0000296	0,0002923	0,0001377	778	0,0001809	2,267E-05	2,675E-07
727	-0,0000319	0,0002952	0,0001296	779	0,0001937	6,276E-06	6,903E-08
				780	0,0001847	1,78E-05	1,816E-07

Příloha 8 – LVD-JX-23W

LVD-JX-23W							
λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}	λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}
380	-0,0000482	0,0006012	1,599E-05	428	-0,0029	0,0113301	0,0755716
381	-0,0000167	0,0004827	1,414E-05	429	-0,003093	0,0120562	0,0877689
382	0,0000011	0,0004157	1,33E-05	430	-0,003661	0,0141931	0,1124091
383	-0,0000069	0,0004458	1,569E-05	431	-0,005947	0,0227933	0,1957948
384	0,0000068	0,0003943	1,542E-05	432	-0,012705	0,0482179	0,4474623
385	0,0000057	0,0003984	1,741E-05	433	-0,02098	0,0793497	0,7927032
386	0,0000163	0,0003585	1,771E-05	434	-0,02399	0,0906737	0,9702089
387	0,000025	0,0003258	1,831E-05	435	-0,02083	0,0787853	0,9060315
388	0,0000091	0,0003856	2,464E-05	436	-0,01601	0,0606518	0,7460172
389	0,0000092	0,0003852	2,793E-05	437	-0,007986	0,0304644	0,399083
390	0,0000151	0,000363	2,977E-05	438	-0,004441	0,0171275	0,2397856
391	0,0000125	0,0003728	3,437E-05	439	-0,004007	0,0154948	0,2293226
392	0,0000187	0,0003495	3,6E-05	440	-0,004042	0,0156264	0,2453352
393	0,000001	0,0004161	4,827E-05	441	-0,004073	0,0157431	0,261335
394	-0,0000077	0,0004488	5,88E-05	442	-0,004128	0,01595	0,2791249
395	-0,0000256	0,0005162	7,639E-05	443	-0,004165	0,0160892	0,2960411
396	-0,0000482	0,0006012	0,0001016	444	-0,004211	0,0162623	0,3154877
397	-0,0000768	0,0007088	0,0001361	445	-0,004223	0,0163074	0,3326709
398	-0,0000895	0,0007566	0,0001649	446	-0,004203	0,0162322	0,3473681
399	-0,000312	0,0015936	0,0003888	447	-0,004203	0,0162322	0,3652235
400	-0,0013382	0,0054544	0,0014727	448	-0,00421	0,0162585	0,3837003
401	-0,004282	0,0165294	0,0048927	449	-0,004196	0,0162058	0,4002837
402	-0,007384	0,0281995	0,0091085	450	-0,004174	0,0161231	0,4191993
403	-0,007739	0,0295351	0,0104554	451	-0,00413	0,0159575	0,4340445
404	-0,006895	0,0263598	0,0103067	452	-0,004074	0,0157468	0,4487848
405	-0,005049	0,0194149	0,0084843	453	-0,004038	0,0156114	0,4667808
406	-0,002472	0,0097199	0,0048113	454	-0,004005	0,0154872	0,4847509
407	-0,001489	0,0060217	0,0033962	455	-0,003942	0,0152502	0,5002077
408	-0,0012029	0,0049453	0,0031799	456	-0,003891	0,0150584	0,5165019
409	-0,0008138	0,0034815	0,002545	457	-0,003826	0,0148138	0,5318163
410	-0,0006962	0,0030391	0,0025103	458	-0,003753	0,0145392	0,5466735
411	-0,0007715	0,0033224	0,0030898	459	-0,003706	0,0143624	0,5630048
412	-0,0008647	0,003673	0,0038566	460	-0,003628	0,0140689	0,5768257
413	-0,0009813	0,0041116	0,0048517	461	-0,003535	0,013719	0,5871749
414	-0,0010601	0,0044081	0,0058187	462	-0,00344	0,0133616	0,595929
415	-0,0011628	0,0047945	0,0071438	463	-0,003348	0,0130155	0,6052216
416	-0,0012705	0,0051997	0,0087354	464	-0,003251	0,0126506	0,6122886
417	-0,0013955	0,0056699	0,0107162	465	-0,003176	0,0123684	0,6246057
418	-0,0015223	0,006147	0,013093	466	-0,003091	0,0120486	0,6337589
419	-0,0016283	0,0065458	0,0157753	467	-0,003003	0,0117176	0,6421233
420	-0,0017779	0,0071086	0,0194064	468	-0,002916	0,0113903	0,6503845
421	-0,0019063	0,0075916	0,02361	469	-0,002848	0,0111344	0,663613
422	-0,00208	0,0082451	0,0290228	470	-0,002743	0,0107394	0,666918
423	-0,002199	0,0086928	0,0345974	471	-0,002666	0,0104497	0,6771429
424	-0,002353	0,0092722	0,0414467	472	-0,002574	0,0101036	0,6830046
425	-0,002508	0,0098553	0,049178	473	-0,0025	0,0098252	0,6936605
426	-0,002646	0,0103745	0,0572672	474	-0,002429	0,0095581	0,7044325
427	-0,002784	0,0108937	0,0662335	475	-0,002365	0,0093173	0,7165027

LVD-JX-23W							
λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}	λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}
476	-0,002348	0,0092534	0,7430459	526	-0,0010784	0,004477	2,4712782
477	-0,00238	0,0093738	0,7855213	527	-0,0010483	0,0043637	2,4524066
478	-0,00251	0,0098628	0,8620123	528	-0,00104	0,0043325	2,47385
479	-0,002796	0,0109388	0,996526	529	-0,0010505	0,004372	2,5357539
480	-0,003278	0,0127522	1,211456	530	-0,0011276	0,0046621	2,745948
481	-0,00402	0,0155437	1,5357157	531	-0,0012312	0,0050518	3,0159301
482	-0,005007	0,0192569	1,9834626	532	-0,0013614	0,0055416	3,3471509
483	-0,006057	0,0232072	2,4831674	533	-0,0016025	0,0064487	3,9466006
484	-0,007002	0,0267624	2,9706263	534	-0,002121	0,0083994	5,1908084
485	-0,007491	0,0286021	3,3178423	535	-0,002945	0,0114994	7,187109
486	-0,007475	0,0285419	3,4250273	536	-0,004458	0,0171915	10,847837
487	-0,007012	0,0268	3,3500026	537	-0,007323	0,02797	17,816921
488	-0,006372	0,0243922	3,1953844	538	-0,012077	0,0458553	29,439095
489	-0,005772	0,022135	3,0103546	539	-0,017533	0,0663816	42,948866
490	-0,005241	0,0201373	2,859491	540	-0,02118	0,0801021	52,226569
491	-0,00478	0,0184029	2,7236309	541	-0,02309	0,0872878	57,260796
492	-0,004312	0,0166422	2,5795453	542	-0,0252	0,0952259	62,849111
493	-0,004028	0,0155738	2,5229521	543	-0,02823	0,1066252	70,692525
494	-0,003512	0,0136325	2,3038943	544	-0,02945	0,111215	74,180435
495	-0,003191	0,0124249	2,1992006	545	-0,02609	0,0985742	66,044738
496	-0,002883	0,0112661	2,0842324	546	-0,02092	0,0791239	53,171289
497	-0,002592	0,0101713	1,963068	547	-0,013931	0,0528303	35,607626
498	-0,002328	0,0091781	1,8539824	548	-0,009545	0,0363295	24,558766
499	-0,002139	0,0084671	1,7865549	549	-0,007079	0,0270521	18,341313
500	-0,001983	0,0078802	1,741522	550	-0,005225	0,0200771	13,652405
501	-0,001878	0,0074852	1,7290731	551	-0,003836	0,0148514	10,113835
502	-0,00181	0,0072293	1,7495001	552	-0,002819	0,0110253	7,5192846
503	-0,001791	0,0071579	1,818096	553	-0,002127	0,0084219	5,7437626
504	-0,001782	0,007124	1,8949837	554	-0,001658	0,0066575	4,5470677
505	-0,001806	0,0072143	2,0055728	555	-0,0013522	0,005507	3,7613007
506	-0,001838	0,0073347	2,1343916	556	-0,0010465	0,0043569	2,9757906
507	-0,001872	0,0074626	2,2611654	557	-0,0008319	0,0035496	2,4243662
508	-0,001918	0,0076357	2,4128657	558	-0,0006565	0,0028897	1,9707782
509	-0,001936	0,0077034	2,5421119	559	-0,0005387	0,0024465	1,6660824
510	-0,001947	0,0077448	2,664195	560	-0,0004656	0,0021715	1,4766271
511	-0,001942	0,0077259	2,7658873	561	-0,0004061	0,0019477	1,3205154
512	-0,001925	0,007662	2,8502587	562	-0,0003576	0,0017652	1,1932743
513	-0,001889	0,0075265	2,9052477	563	-0,0003119	0,0015933	1,0738631
514	-0,001846	0,0073648	2,9532753	564	-0,0002753	0,0014556	0,9766903
515	-0,001776	0,0071014	2,9470918	565	-0,0002479	0,0013525	0,9034642
516	-0,001704	0,0068306	2,9371372	566	-0,0002291	0,0012818	0,8523724
517	-0,001622	0,0065221	2,8957927	567	-0,0002053	0,0011922	0,7892523
518	-0,001547	0,0062399	2,8578718	568	-0,0001644	0,0010384	0,6832357
519	-0,001471	0,005954	2,8102746	569	-0,000143	0,0009578	0,6264289
520	-0,0014544	0,0058915	2,8573872	570	-0,0001273	0,0008988	0,5842048
521	-0,0013421	0,005469	2,7181085	571	-0,0001683	0,001053	0,6802539
522	-0,0012704	0,0051993	2,6464362	572	-0,0003334	0,0016742	1,0731332
523	-0,0012146	0,0049894	2,5944659	573	-0,0010055	0,0042027	2,6729127
524	-0,0011701	0,0048219	2,5604512	574	-0,0019452	0,007782	4,910411
525	-0,0011332	0,0046831	2,5382504	575	-0,002777	0,0109933	6,8707898

LVD-JX-23W							
λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}	λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}
576	-0,003409	0,0134376	8,3178674	626	-0,002766	0,0116899	2,4665609
577	-0,00349	0,0137852	8,464117	627	-0,002962	0,0124243	2,5221304
578	-0,003246	0,0128865	7,8221081	628	-0,00318	0,0132692	2,600768
579	-0,003256	0,012961	7,7895717	629	-0,002973	0,012343	2,3204786
580	-0,003407	0,0135415	8,0436495	630	-0,002336	0,0097409	1,7631041
581	-0,003723	0,014841	8,711683	631	-0,001556	0,0066115	1,1504008
582	-0,004028	0,0160663	9,3184721	632	-0,0009171	0,0040682	0,6793915
583	-0,004203	0,0167439	9,5942418	633	-0,0005691	0,0026728	0,4303184
584	-0,004383	0,0174888	9,881164	634	-0,0004559	0,0022241	0,342519
585	-0,004367	0,0174738	9,7503568	635	-0,0003999	0,0019985	0,2957766
586	-0,003917	0,0157579	8,6668607	636	-0,0003672	0,0018691	0,265412
587	-0,003346	0,0135573	7,3480494	637	-0,0003217	0,0016863	0,2293337
588	-0,002732	0,0111752	5,9675427	638	-0,0003103	0,0016328	0,2139027
589	-0,002551	0,0105481	5,5377374	639	-0,0003255	0,001689	0,211129
590	-0,002798	0,0115576	5,9752635	640	-0,0003267	0,0016878	0,2025401
591	-0,002915	0,0120551	6,1360659	641	-0,0003497	0,0017739	0,2022192
592	-0,002602	0,0109235	5,4617371	642	-0,0003717	0,0018556	0,2022637
593	-0,002097	0,0090056	4,4307642	643	-0,0003734	0,0018557	0,1929955
594	-0,001553	0,0069489	3,3563053	644	-0,000388	0,001915	0,1897801
595	-0,0014099	0,0064711	3,0737727	645	-0,0004122	0,0020046	0,1892369
596	-0,0014966	0,0069761	3,2508573	646	-0,0005157	0,0023938	0,2149644
597	-0,0016176	0,0075897	3,468488	647	-0,0007453	0,0032601	0,2784155
598	-0,0015506	0,007374	3,3109214	648	-0,0009393	0,0039839	0,3230919
599	-0,001296	0,0062618	2,7552058	649	-0,0009721	0,0041004	0,3157296
600	-0,0009903	0,0049065	2,1146812	650	-0,0008897	0,0037812	0,2764054
601	-0,0007738	0,0039341	1,6601873	651	-0,0007395	0,003202	0,221896
602	-0,0007358	0,0037688	1,5564967	652	-0,0006053	0,0026971	0,1771983
603	-0,0008197	0,0041472	1,6796123	653	-0,0005441	0,0024668	0,1534374
604	-0,0010509	0,005193	2,0564297	654	-0,0004932	0,0022753	0,1340179
605	-0,001577	0,0075549	2,9237462	655	-0,000458	0,0021429	0,1193605
606	-0,003028	0,0141047	5,3315765	656	-0,0004246	0,0020173	0,1063097
607	-0,006535	0,0298426	11,041752	657	-0,0003835	0,0018626	0,0925731
608	-0,012391	0,0563016	20,324884	658	-0,0003861	0,0018724	0,0878165
609	-0,017076	0,0771347	27,151411	659	-0,0004825	0,0022351	0,098791
610	-0,017642	0,0794109	27,317336	660	-0,0005756	0,0025853	0,1078089
611	-0,015514	0,0694144	23,253813	661	-0,0005813	0,0026068	0,1021862
612	-0,011019	0,0492361	16,050959	662	-0,000523	0,0023875	0,0880972
613	-0,007383	0,0330121	10,497845	663	-0,0003939	0,0019018	0,0658011
614	-0,005266	0,0235176	7,2904664	664	-0,000331	0,0016651	0,0541166
615	-0,003799	0,0170693	5,1378615	665	-0,000316	0,0016087	0,0489043
616	-0,002838	0,0127753	3,7431568	666	-0,0003031	0,0015602	0,0444646
617	-0,002516	0,0113067	3,2224141	667	-0,000285	0,0014921	0,0398382
618	-0,002524	0,0112731	3,1226533	668	-0,0002682	0,0014289	0,0357216
619	-0,002659	0,0117854	3,1585005	669	-0,0002597	0,0013969	0,0326871
620	-0,002819	0,0123955	3,2228342	670	-0,0002407	0,0013254	0,0290263
621	-0,002966	0,0129136	3,2542275	671	-0,0002299	0,0012848	0,0263378
622	-0,003067	0,0132655	3,2367737	672	-0,0002085	0,0012043	0,0231218
623	-0,003134	0,01347	3,1654593	673	-0,0002017	0,0011787	0,0212162
624	-0,003026	0,0129156	2,9318341	674	-0,0001936	0,0011482	0,0194047
625	-0,002847	0,0120822	2,6460018	675	-0,0001916	0,0011407	0,0180228

LVD-JX-23W							
λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}	λ [nm]	U [mV]	$\Phi_{e\lambda}$	Φ_{λ}
676	-0,0002083	0,0012035	0,0179323	728	0,0000611	0,00019	7,771E-05
677	-0,0002495	0,0013585	0,0190192	729	0,0000607	0,0001915	7,296E-05
678	-0,0002822	0,0014815	0,0195562	730	0,000076	0,0001339	4,755E-05
679	-0,0002929	0,0015218	0,0188702	731	0,0000782	0,0001257	4,159E-05
680	-0,0002754	0,001456	0,016889	732	0,0000796	0,0001204	3,696E-05
681	-0,0002528	0,0013709	0,0149431	733	0,0000904	7,976E-05	2,281E-05
682	-0,0002585	0,0013924	0,0140629	734	0,000096	5,869E-05	1,555E-05
683	-0,0003179	0,0016158	0,0152374	735	0,0000944	6,471E-05	1,598E-05
684	-0,0004436	0,0020887	0,0183183	736	0,0001027	3,348E-05	7,668E-06
685	-0,0005596	0,0025252	0,0205547	737	0,0000915	7,562E-05	1,611E-05
686	-0,0005452	0,002471	0,0186806	738	0,0000772	0,0001294	2,562E-05
687	-0,0004485	0,0021072	0,0147924	739	0,0000525	0,0002223	4,069E-05
688	-0,0003308	0,0016644	0,0108351	740	0,0000546	0,0002144	3,646E-05
689	-0,0001844	0,0011136	0,0067261	741	0,0000448	0,0002513	3,971E-05
690	-0,0002144	0,0012265	0,0068804	742	0,0000715	0,0001509	2,218E-05
691	-0,0002721	0,0014435	0,0075208	743	0,0000855	9,819E-05	1,335E-05
692	-0,0002596	0,0013965	0,0067591	744	0,0000885	8,691E-05	1,095E-05
693	-0,0001977	0,0011636	0,0052363	745	0,00008	0,0001189	1,391E-05
694	-0,0000731	0,0006949	0,0029115	746	0,0000686	0,0001618	1,763E-05
695	0,0000158	0,0003604	0,0014092	747	0,0000809	0,0001155	1,167E-05
696	0,0000177	0,0003533	0,0012894	748	0,000084	0,0001038	9,812E-06
697	0,000013	0,0003709	0,0012649	749	0,0000961	5,831E-05	5,132E-06
698	0,0000124	0,0003732	0,0011905	750	0,0000979	5,154E-05	4,226E-06
699	-0,0000143	0,0004737	0,0014162	751	0,0001027	3,348E-05	2,558E-06
700	-0,0000742	0,000699	0,0019572	752	0,0001038	2,934E-05	2,092E-06
701	-0,0001584	0,0010158	0,0026613	753	0,0000236	0,0003311	2,202E-05
702	-0,0003806	0,0018517	0,0045367	754	-0,0004716	0,0021941	0,000136
703	-0,0007354	0,0031865	0,0072972	755	-0,0019009	0,0075713	0,0004384
704	-0,0011583	0,0047775	0,010224	756	-0,004584	0,0176655	0,0009557
705	-0,0014909	0,0060288	0,0120577	757	-0,006447	0,0246744	0,0012436
706	-0,0016587	0,0066601	0,0124544	758	-0,005653	0,0216873	0,0010215
707	-0,0014968	0,006051	0,0105893	759	-0,003916	0,0151524	0,0006652
708	-0,0012869	0,0052614	0,008576	760	-0,001498	0,0060555	0,0002483
709	-0,0012279	0,0050394	0,0077103	761	-0,0001119	0,0008408	3,212E-05
710	-0,0010822	0,0044912	0,0064225	762	0,0000896	8,277E-05	2,955E-06
711	-0,0008481	0,0036105	0,004802	763	0,000076	0,0001339	4,46E-06
712	-0,0005315	0,0024194	0,0030243	764	-0,000038	0,0005628	1,745E-05
713	-0,0001624	0,0010308	0,0011958	765	-0,0004469	0,0021012	6,093E-05
714	0,0000004	0,0004184	0,000456	766	-0,0009605	0,0040334	0,0001089
715	0,0000363	0,0002833	0,0002861	767	-0,001087	0,0045093	0,0001136
716	0,0000266	0,0003198	0,0003025	768	-0,0007993	0,0034269	8,053E-05
717	0,0000549	0,0002133	0,0001881	769	-0,0003263	0,0016474	3,624E-05
718	0,0000521	0,0002238	0,000184	770	0,0000329	0,0002961	6,07E-06
719	0,0000533	0,0002193	0,0001682	771	0,0000833	0,0001065	2,034E-06
720	0,0000507	0,0002291	0,0001638	772	0,0000607	0,0001915	3,409E-06
721	0,0000607	0,0001915	0,0001277	773	0,0000848	0,0001008	1,674E-06
722	0,0000761	0,0001336	8,307E-05	774	0,0001005	4,176E-05	6,473E-07
723	0,0000781	0,000126	7,322E-05	775	0,0001048	2,558E-05	3,709E-07
724	0,0000779	0,0001268	6,872E-05	776	0,0001004	4,214E-05	5,688E-07
725	0,0000658	0,0001723	8,701E-05	777	0,0001043	2,746E-05	3,46E-07
726	0,0000623	0,0001855	8,736E-05	778	0,000106	2,107E-05	2,486E-07
727	0,0000589	0,0001983	8,704E-05	779	0,0001116	0	0
				780	0,0000763	0,0001328	1,355E-06

Příloha 9 – korekční funkce

λ [nm]	k [-]	λ [nm]	k [-]
570	1	613	1,173399
571	1	614	1,16588
572	1	615	1,164917
573	1	616	1,157203
574	1,006008	617	1,150155
575	1,012054	618	1,142971
576	1,015016	619	1,136157
577	1,017933	620	1,129195
578	1,020859	621	1,119659
579	1,023806	622	1,113282
580	1,023718	623	1,106833
581	1,029608	624	1,097631
582	1,032503	625	1,088837
583	1,032362	626	1,08302
584	1,03514	627	1,077261
585	1,038018	628	1,074037
586	1,040834	629	1,066005
587	1,043636	630	1,060612
588	1,046422	631	1,057696
589	1,055327	632	1,057414
590	1,058066	633	1,052261
591	1,060969	634	1,051967
592	1,072991	635	1,049288
593	1,088291	636	1,049066
594	1,117483	637	1,046386
595	1,14083	638	1,039058
596	1,164429	639	1,036419
597	1,178155	640	1,031638
598	1,192086	641	1,029169
599	1,198172	642	1,026735
600	1,204245	643	1,022128
601	1,207165	644	1,024298
602	1,209782	645	1,021935
603	1,208671	646	1,017431
604	1,20728	647	1,012965
605	1,202623	648	1,008555
606	1,201291	649	1,006384
607	1,196745	650	1,00423
608	1,198749	651	1
609	1,194147	652	1
610	1,190129	653	1
611	1,182103	654	1
612	1,177569	655	1

Pozn.: od 380nm do 570nm a od 656nm do 780nm se k = 1