

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE 6

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY AT PRAGUE

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING

**ZHODNOCENÍ ENERGETICKÉ
NÁROČNOSTI RODINNÉHO DOMU**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S PROJECT

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

DANIEL NEJMAN

PRAHA 2015

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

katedra elektroenergetiky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Daniel Nejman**

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

Název tématu: **Zhodnocení energetické náročnosti rodinného domu**

Pokyny pro vypracování:

- 1) Popis elektrických instalací domu
- 2) Osvětlení domu
- 3) Simulace osvětlení domu
- 4) Ekonomická analýza osvětlovacích zdrojů a domu

Seznam odborné literatury:

- [1] HABEL, Jiří. Světlo a osvětlování. Praha: FCC Public, 2013, 622 s.
ISBN 978-80-86534-21-3.
- [2] HOLMAN, Robert. Ekonomie. 5. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2011, 696 s.
Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7400-006-5.
- [3] SOKANSKÝ, Karel, Tomáš NOVÁK, Marek BÁLSKÝ, Zdeněk BLÁHA, Zbyněk CARBOL,
Daniel DIVIŠ, Blahoslav SOCHA, Jaroslav ŠNOBL, Jan ŠUMPICH a Petr ZÁVADA.
Světelná technika. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011, 255 s.
ISBN 978-80-01-04941-9.

Vedoucí: Ing. Vít Klein, Ph.D.

Platnost zadání: do konce letního semestru 2015/2016

L.S.

Ing. Jan Švec Ph.D.
vedoucí katedry

prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.
děkan

V Praze dne 1. 4. 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne

Podpis autora

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá zhodnocením energetické náročnosti rodinného domu. V první části se zabývá historií světelných zdrojů. Dále je popsána jejich funkčnost. Následně popis elektrických instalací domu a význam ČSN. Ve druhé části navrhujeme elektrické instalace a osvětlení rodinného domu. Ekonomické zhodnocení energetické náročnosti rodinného domu a jeho osvětlení při použití různých typů světelných zdrojů. Simulace osvětlení domu v programu WILS.

Klíčová slova:

žárovka, halogenová žárovka, LED, zhodnocení, elektrické instalace, WILS

Abstrakt

Bachelor project deals with evaluates the energy performance of the house. The first part deals with the history of light sources. It also describes their functionality. Subsequently description of the electrical installation of the house and the importance of ČSN. In the second part, we propose an electrical installation and lighting of the house. Economic evaluation of the energy performance of the house and its lighting tips when using different light sources. House lighting simulation program WILS.

Keywords:

light bulb, halogen bulb, LED, assesment, electritical installation, WILS

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu práce Ing. Vítu Kleinovi, Ph.D. za jeho pomoc, rady, trpělivost a ochotu, čímž mi pomohl při zpracování mé bakalářské práce. Také bych tímto chtěl poděkovat své matce Ing. Renatě Nejmanové, která mi pomohla s technickou stránkou mé bakalářské práce. Samozřejmě také i zbylým členům mé rodiny za ochotu a trpělivost nejen při tvorbě mé bakalářské práce, ale i v průběhu celého mého studia.

OBSAH

Úvod	9
I. Teoretická část.....	10
1. Historie umělého světla	11
2. Spektrální vlastnosti a barva světla	11
3. Světelné zdroje	13
3.1 Rozdělení osvětlení.....	13
3.1.1 Denní osvětlení	14
3.1.2 Umělé osvětlení	14
3.1.3 Sdružené osvětlení	14
3.2 Žárovka se žhavicím vláknem	15
3.3 Halogenová žárovka	16
3.4 Kompaktní zářivka.....	17
3.5 LED světelný zdroj	18
4. Popis elektrických instalací domu	19
4.1 Připojení objektu.....	19
4.2 Vnitřní rozvody.....	19
4.2.1 Světelný rozvod	20
4.2.2 Technologický a zásuvkový rozvod	20
4.2.3 Regulace pro systém ÚT.....	20
4.3 Slaboproudý elektrický rozvod.....	20
4.3.1 Telefonní a datový rozvod	20
4.3.2 Domácí telefon.....	21
4.3.3 Anténní rozvod	21
4.3.4 Zabezpečovací zařízení - EZS	21
4.4 Souběh kabelu NN s kabely sdělovacími a dalšími rozvody.....	21
4.5 Ochrana před nebezpečným dotykem do 1000 V:.....	22
5. Technická Data	22
5.1 Ochrana před úrazem elektrickým proudem.....	22
5.2 Předpisy a normy	23
6. Svítidla a světelné zdroje	25
6.1 Osazení svítidel.....	25
6.1.1 První patro domu	25

6.1.2 Druhé patro domu	27
6.2 Osazení světelných zdrojů	29
6.2.1 Halogenové žárovky	29
6.2.2 Kompaktní zářivka.....	30
6.2.3 LED světelné zdroje.....	30
II. Praktická část.....	31
7. Provozní náklady osvětlení RD a jejich porovnání.....	32
7.1 Provozní náklady světelných zdrojů	32
7.1.1 Provozní náklady Halogenových žárovek	32
7.1.2 Provozní náklady Kompaktních zářivek	32
7.1.3 Provozní náklady LED světelných zdrojů	32
7.2 Náklady na pořízení žárovek	32
7.2.1 Náklady na pořízení Halogenových žárovek	32
7.2.2 Náklady na pořízení Kompaktních zářivek	32
7.2.3 Náklady na pořízení LED světelných zdrojů	33
7.3 Celkové náklady na pořízení světelných zdrojů	33
8.3.1 Celkové náklady Halogenových žárovek	33
8.3.2 Celkové náklady Kompaktních zářivek	33
8.3.3 Celkové náklady LED světelných zdrojů	33
8.4 Porovnání nákladů	33
9. Zjištění návratnosti světelných zdrojů.....	33
9.1 Návratnost Kompaktních zářivek	34
9.1.1 Kompaktní zářivka s patičí GU – 10	34
9.1.2 Kompaktní zářivka s patičí G9	34
9.1.3 Kompaktní zářivka s patičí E14.....	34
9.1.4 Kompaktní zářivka s patičí E27	34
9.2 Návratnost LED světelných zdrojů oproti Halogenovým.....	35
9.2.1 LED světelný zdroj s patičí GU – 10	35
9.2.2 LED světelný zdroj s patičí G9	35
9.2.2 LED světelný zdroj s patičí E14	35
9.2.3 LED světelný zdroj s patičí E27	35
9.2.4 LED světelný zdroj s patičí G4.....	36
9.3 Návratnost LED světelných zdrojů oproti Kompaktním zářivkám	36

9.3.1 LED světelný zdroj s paticí GU – 10	36
9.3.2 LED světelný zdroj s paticí G9	36
9.3.3 LED světelný zdroj s paticí E14	36
9.3.4 LED světelný zdroj s paticí E27	37
10. Simulace osvětlení v rodinném domě v programu WILS 8.0.70	37
10.1 Dětský pokoj D1 v 2. patře rodinného domu	37
10.2 Pracovna ve 2. patře rodinného domu	38
10.3 Vyhodnocení	39
11. Celkové cenové náklady na osvětlení v rodinném domě	40
11.1 Celkové cenové náklady na osvětlení na 1 rok svícení	40
11.1.1 Při osazení Halogenových žárovek	40
11.1.2 Při osazení Kompaktních zářivek	41
11.1.3 Při osazení LED světelných zdrojů	42
11.2 Celková spotřeba energií celého RD na 1 rok provozu	42
Závěr:	46
Seznam použité literatury	47
Seznam použitých symbolů a zkratk	48
Seznam obrázků	50
Seznam tabulek	51
Seznam příloh	52

Úvod

Umělé či denní světlo? To je otázka, kterou si spousta z nás jistě položila. Na tuto otázku však není jednoznačná odpověď. Jsou různé druhy světel, pro různá použití. Například denní světlo je dobré pro celkové osvětlení vnitřních obytných prostor domu či bytu. Denní světlo přispívá k optimistické atmosféře domu či obydlí. Jelikož denní světlo není stálé a ani vždy stejné, proto se neobejdeme bez umělého osvětlení.

Technicky vyspělé umělé osvětlení dokáže téměř dokonale napodobit přirozené denní světlo. Toto světlo pak vytváří pohodu, aniž by si to člověk nějak uvědomoval. Určitě každý potvrdí, že čím více světla oči pohltní, tím pak lépe vidíme. Tak se snažíme, aby byl příjem světla uvnitř v domě či bytě co možná nejvyšší. Z tohoto důvodu chceme byt co nejvíce prosvětlit, a proto se snažíme instalovat co možná největší okna, či další prosvětlovací prvky.

Pomocí správného návrhu rozložení světel a následného zvolení světelných zdrojů dosáhneme optickou pohodu. Jedny z nejdůležitějších podmínek pro návrh kvalitního osvětlení je, aby nikde nevznikaly nadměrné jasy či kontrasty. Osvětlení také musí plnit nejrůznější požadavky jako na osvětlení prostor, vyhovění hygienickým požadavkům či úspory elektrické energie.

V současnosti se lidé pohybují daleko více pod umělým světlem, než tomu bylo dříve. Proto se v dnešní době využívají nejrůznější počítačové programy, které nám pomohou zjistit, jak bude prostor po návrhu umístění svítidel osvětlen.

V této bakalářské práci se budu zabývat návrhem elektrické instalace, osvětlením v rodinném domě a simulací osvětlení pomocí programu WILS. Následně bude provedeno ekonomické zhodnocení energetické náročnosti rodinného domu při použití různých typů světelných zdrojů a zjištění jejich energetické náročnosti a návratnosti.

I. Teoretická část

1. Historie umělého světla

Všechno má svoji historii, tak tomu je i v případě umělého světla. Od nepaměti se lidé snažili podmanit světlo. Jako první člověkem podmaněné světlo byl oheň. Ten vydával nejen teplo, ale i světlo. Lidé zjistili, že ho mohou přenášet díky hořícímu kusu dřeva. To ale nebylo vhodné do budov. Proto staří Egypťané (3000 let př. n. l.) vymysleli svíčku. Jejich svíčka byla vyrobena ze včelího vosku. Nebyli ale jediní, kteří se pokoušeli vyrobit svíčku. Například Číňané objevili způsob jak vyrobit svíčku z velrybího tuku (221 – 226 let př. n. l.). V Indii se dochovali chrámové svíčky, které se vyráběly z vosku z uvařené skořice. Spolu se svíčkami se vyvíjely i držáky. Až do roku 1854 byly svíčky velmi oblíbené a hojně používané. V této době však nastal zlom, protože Abraham Gesner vynalezl petrolej. Petrolej se začal hojně využívat díky jeho schopnosti rychle, levně a účinně osvětlit libovolnou plochu. A tak vznikly první petrolejové lampy. Po vynalezení elektrické energie se jí lidé snažili využít také pro svícení. Tak vznikla žárovka, jejíž technologickou výrobu zdokonalil a poté patentoval Thomas Alva Edison v roce 1879. Dne 21. října roku 1879 byla rozsvícena první žárovka, která svítila 40 hodin. Později roku 1881 byly na trh uvedeny žárovky, které svítily asi 600 hodin a při tehdejší ceně 1 dolar a 15 centů byly velmi drahé. Tyto žárovky se dělaly v provedení s bambusovým vláknem, jejichž patice byla E27.

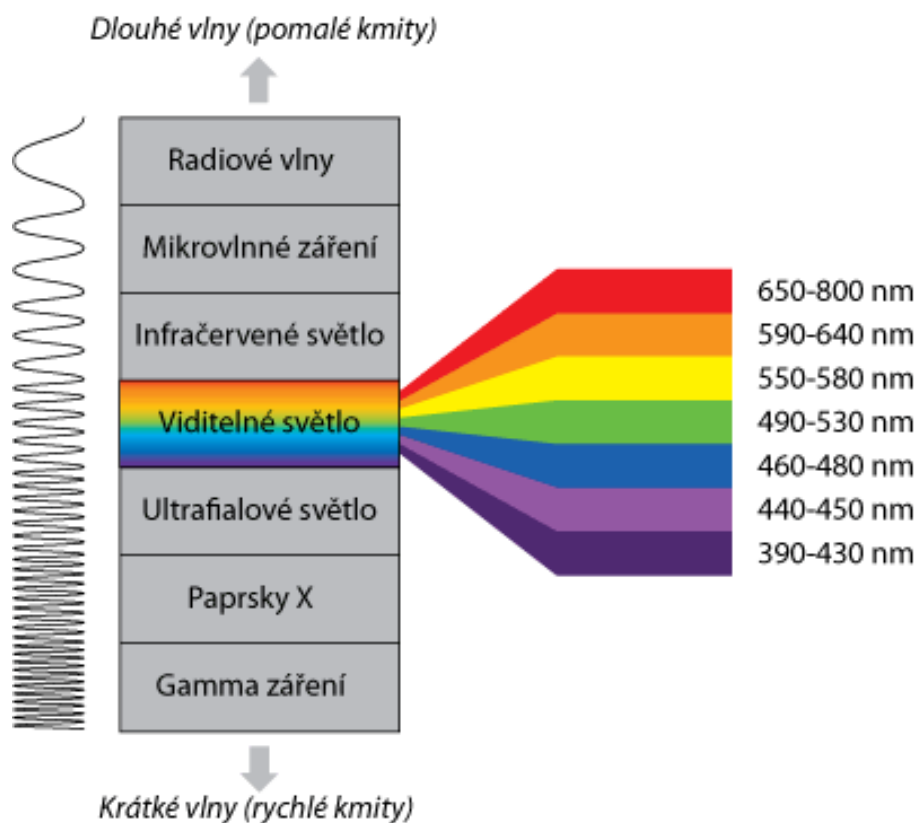
2. Spektrální vlastnosti a barva světla

Pojem světlo chápeme jako elektromagnetické vlnění o frekvencích v rozmezí $3,95 \cdot 10^{14}$ Hz - $7,89 \cdot 10^{14}$ Hz. Různé frekvence světla vyvolávají v lidském oku různé barevné vjemy. Lidským okem viditelná část spektra se nazývá barevné spektrum, jehož vlnová délka je v intervalu asi 380 nm – 780 nm (odpovídá frekvenci 400-790 THz), což je oblast viditelného světla. Pokud paprsky, pronikají mlhou, prašným nebo jinak zakaleným prostředím, tak se poté stávají viditelnými, protože je prozrazují osvětlené drobné částice rozptýlené v okolním prostoru.

Určité množství energie obsahuje elektromagnetické vlnění, které vyzařuje, proto ho nazýváme elektromagnetickým zářením. Čím kratší vlnová délka, tím obsahuje více energie. Různé zdroje a za různých okolností vyzařují elektromagnetické vlnění různého složení a jeho rozsah je dán spektrem, které vzniká rozkladem záření. [1]

Různé vlnové délky světelného záření vnímáme jako světlo různé barvy. Každé spektrální barvě přisuzujeme určitou vlnovou délku. Záření, s vyšší vlnovou délkou má

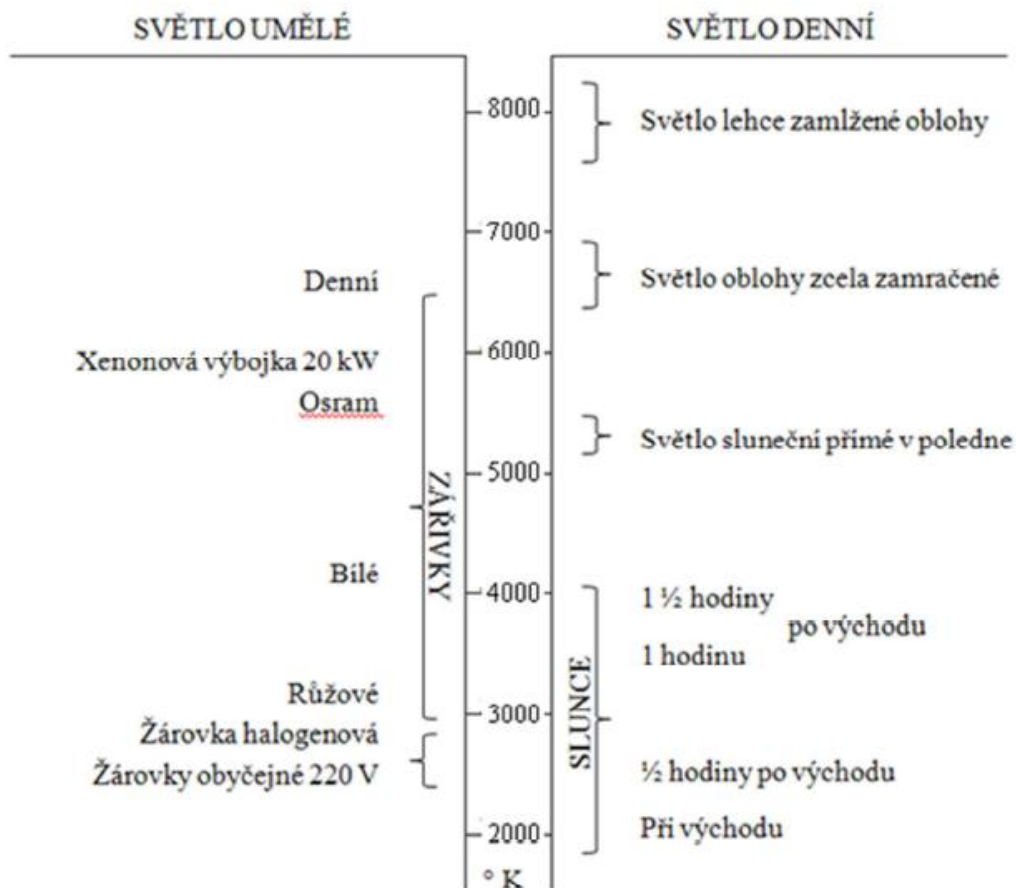
nižší frekvenci. A záření, které má nízkou hodnotou vlnové délky, tak má zároveň vysokou hodnotu frekvence. Každé záření má svoje typické vlastnosti a specifické využití. Rozdělení záření na jednotlivé vlnové rozsahy včetně hlavních barevných pásem viditelného světla můžeme vidět na obrázku (Obr. 1).



Obr. 1: Barevné spektrum viditelného světla [2]

Různá barevně rovnocenná světla a barvy předmětů se projevují stejně jen tehdy, pokud vyzařované světelné energie jsou přibližně stejné v jednotlivých barevných pásmech srovnávaných světél. Čím je spektrální zářivost větší v některé spektrální oblasti uvažovaného světla, tím více dotyčné barevné tóny nad ostatními barvami vynikají, i bílá barva předmětu dostává příslušné zabarvení. Například umělé světlo, přesto že je stejně zbarvené jako světlo denní, může různé barvy značně zkreslovat, pokud má jiné spektrální složení než světlo denní. Barvy předmětů, tak jak je vnímáme v přirozeném světle, nazýváme přirozenými barvami, však pod umělým světlem jsou zkreslovány více či méně, pak mluvíme o nepřirozeném vzhledu barev. Spektrum barvy světla je spojité nebo alespoň převážně pásmové, v praxi se často určuje takzvanou teplotu barvy. Teplota barvy uvažovaného zdroje udává absolutní teplotu ve stupních Kelvina černého zářiče, zářič při ní svítí světlem, které přibližně stejné spektrální

složení jako uvažovaný světelný zdroj. Čím je světlo bělejší, tím je teplota barvy vyšší. Teploty barvy světla některých umělých a denních zdrojů jsou uvedeny na obrázku 2. [3]



Obr. 2: Schéma přibližných barevných teplot umělých a denních zdrojů světla [1]

3. Světelné zdroje

Základním prvkem osvětlovacích soustav jsou světelné zdroje. Největší význam z umělých zdrojů světla mají zdroje napájené elektrickou energií neboli elektrické světelné zdroje. Jak kvalitní a hospodárná bude celá osvětlovací soustava, závisí z velké části na správné volbě světelného zdroje. [4]

3.1 Rozdělení osvětlení

Osvětlení rozdělujeme do tří základních skupin:

- denní osvětlení – přímé využití sluneční energie
- umělé osvětlení – světlo vzniká transformací jiného druhu energie (např. světlo ze zářivek a žárovek)

c) sdružené osvětlení – kombinace denního a umělého osvětlení.

V životě se před umělým osvětlením dává přednost dennímu osvětlení ze dvou důvodů:

- a) ekonomický důvod – umělé osvětlení potřebuje ke svému provozu nějakou energii a v důsledku toho se zvyšují provozní náklady, jak na pořízení světelných zdrojů, tak i na jejich provoz. Při denním osvětlení se přímo využívá sluneční energie bez potřeby transformace a akumulace. Proto je třeba si na to pamatovat již při projektování budov, především v prostorech, které nejsou určeny pro trvalý pobyt lidí.
- b) hygienický důvod – denní osvětlení má při delším působení na člověka příznivější psychologické účinky ve srovnání s umělým osvětlením. [5]

3.1.1 Denní osvětlení

Nejzásadnější rozdíl mezi denním a umělým světlem je jeho spektrální složení, závislé na charakteru zdroje a zejména neustálé proměnlivosti denního světla jak v intenzitě, tak v rozložení světelného toku a ve spektrálním složení.

Vyskytuje se tedy pouze v průběhu dne mezi východem a západem Slunce. Jedná se o nestálý zdroj světla. Pravidelné změny způsobují periodické změny vyplývající z rotace Země kolem Slunce. Nepravidelné změny tohoto osvětlení závisí na stavu atmosféry, hlavně na oblačnosti a znečištění vzduchu.

Dle toho, v jaké části budovy jsou instalovány prosvětlovací otvory, tak se rozlišují základní druhy denního osvětlení na horní, boční, sekundární a kombinované.

3.1.2 Umělé osvětlení

Denní osvětlení v případě jeho nedostatku vhodně doplňuje nebo zcela nahrazuje umělé osvětlení a tím přispívá ke zlepšení zrakové pohody člověka. Jelikož umělé osvětlení vzniká transformací z jiného druhu energie (např. elektrické nebo chemické), tak potřebuje zdroj energie. [5]

3.1.3 Sdružené osvětlení

Kombinací denního a umělého osvětlení získáme sdružené osvětlení. Není v plném rozsahu rovnocenné dennímu osvětlení hlavně při dlouhodobém působení na člověka, ale je mnohem příznivější než umělé osvětlení. V místech, kde je nedostatečné denní osvětlení a je třeba ho doplnit umělým osvětlením (např. v šatnách, jídelnách, kuchyních, koupelnách a zasedacích místnostech) se používá sdružené osvětlení.

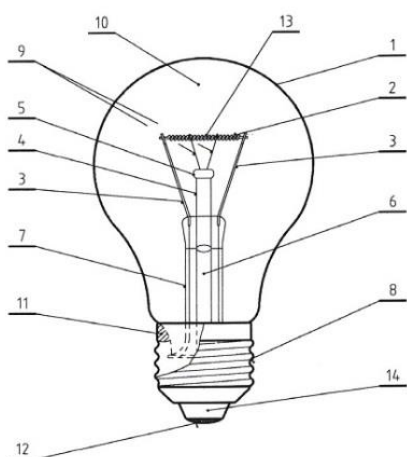
Jeho řešení je návrh doplňující umělé osvětlení. Návrh musí vycházet z požadavků na zřakovou činnost a z parametrů denního osvětlení v daném prostoru.

Sdružené osvětlení se dělí z hlediska jeho doby používání na *trvalé* (využití umělého světla po celý den), na *přechodné* (umělé světlo se využívá jen po určité době). Dále se dělí z hlediska rozsahu, a to na *celkové* (celý vnitřní prostor nebo jeho podstatná část se přisvětluje umělým osvětlením) a *místní* (přisvětlují se pouze vybraná místa vnitřního prostoru s omezeným přístupem denního osvětlení). [6]

3.2 Žárovka se žhavicím vláknem

„Vlastním zdrojem záření je vlákno, které je u moderních žárovek vyrobeno z tenkého wolframového drátu svinutého do jednoduché, nebo dvojitě šroubovice. Průměr drátu je od 10 μ m (žárovky 15 W) do 120 μ m (žárovky 200 W).

Poloha vlákna je v požadované poloze fixována přívody a podpěrnými molybdenovými háčky zapíchnutými do čočky tyčinky, která s dalšími skleněnými polotovary (talířkem a čerpací trubičkou) vytváří tzv. nožku. Nožka s vláknem je zatavena do vnější baňky vyrobené z měkkého sodno-vápenatého skla. Baňka se používá buď čirá, nebo zrcadlová, barevná, barvená, chemicky matovaná, nebo matovaná popř. optimalizovaná nanesením rozptýlné vrstvy v elektrostatickém poli. Přívody jsou součástí elektronického obvodu a obvykle se skládají ze tří částí – vnitřní, prostřední a vnější. Konstrukční provedení žárovky je naznačeno na obrázku 3.1“ [7]



Části obyčejné žárovky

- 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

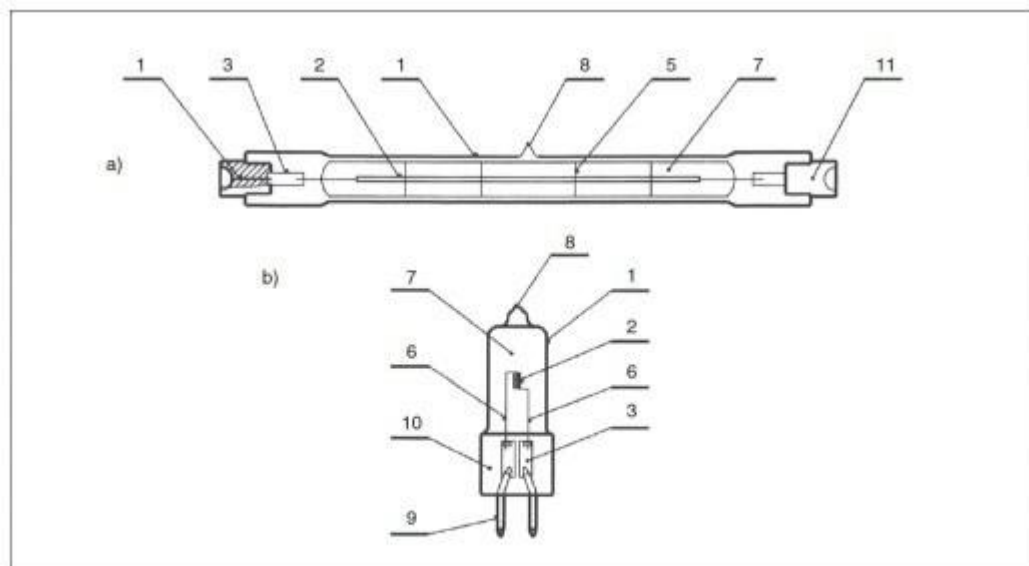
Obr. 3.1: Části obyčejné žárovky

3.3 Halogenová žárovka

„Halogenové žárovky jsou žárovky plněné plynem s příměsí halogenů nebo jejich sloučenin. Představují novou generaci teplotních světelných zdrojů.

Obyčejné žárovky z hlediska svých technických parametrů a užitných vlastností dosáhli svého maxima a další jejich vývoj směřoval spíše k rozšiřování sortimentu ve smyslu zvýšení estetických účinků osvětlení. Skupina halogenových žárovek si našla důstojné místo v osvětlovací praxi, i když v poslední době ji silně konkurují světelné diody.

Vnější baňka je vyrobena z křemenného skla, ze skloviny s vysokým obsahem oxidu křemičitého vyrobené originální technologií anebo z tvrdého skla (u žárovek s menšími příkony). Vláknem je tvořeno jednoduše, nebo dvojitě svinutou šroubovicí z wolframového drátu se speciálními vlastnostmi nezbytnými pro použití v halogenových žárovkách. U lineárních žárovek je vlákno fixováno v ose trubice wolframovými podpěrkami. Vakuový zátav je buď drátový (do tvrdého skla), nebo pomocí molybdenové fólie (do křemenného skla). Plynou náplň tvoří interní plyn. Obvykle to bývá krypton, méně často xenon, popř. směs těchto plynů. Konstrukce halogenových žárovek je ukázána na obrázku 3.2“ [7]



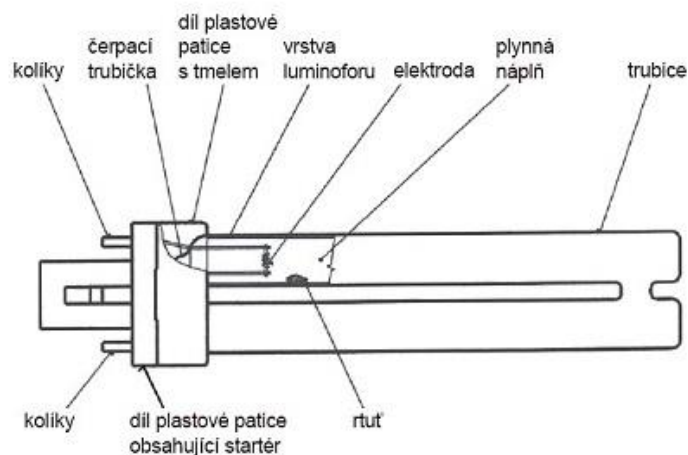
Obr. 3.2 Konstrukce halogenové žárovky
a - dvoustisková žárovka, b - jednostisková žárovka
1 - baňka, 2 - wolframové vlákno, 3 - molybdenová fólie, 4 - molybdenový přívod, 5 - podpěrka,
6 - koncečky vlákna, 7 - plynná náplň, 8 - odpalek čerpací trubičky, 9 - kolík, 10 - stisk,
11 - keramická patice

3.4 Kompaktní zářivka

„V širokém sortimentu světelných zdrojů dlouhou dobu citelně chyběli typy, které by se svým světelným tokem, geometrickými parametry a kvalitou podání barev blížily obyčejným žárovkám o příkonu 25 až 200 W a zároveň by při konkurenceschopné ceně měly v porovnání s nimi podstatně větší účinnost a delší život. Toto místo postupně začali zaplňovat kompaktní zářivky, jejichž světelný tok se pohybuje v požadovaném rozsahu, při měrném výkonu 50 až 80 lm/W (v porovnání s 9 až 15 lm/W u žárovek) delším životě (5krát až 20krát delším, než život obyčejných žárovek).

Fyzikální princip činnosti kompaktní zářivky je obdobný jako u zářivek lineárních. Jde o nízkotlakovou rtuťovou výbojku, v níž je hlavní část světla vyzařována vrstvou luminoforu buzeného ultrafialovým zářením výboje. Konstrukční odlišnosti si vysvětlíme na příkladu čtyřnásobné zářivky (obr. 3.3), která patří k nejrozšířenějším typům této skupiny.

Významným konstrukčním znakem je provedení s jednou paticí a malé obrysové rozměry, jejichž je dosahováno účelným složením výbojové dráhy do dvou, čtyř, šesti, osmi, nebo dokonce i více paralelně umístěných, avšak elektricky vzájemně sériově propojených trubice tak, že vytvářejí jeden společný výbojový prostor. Lze najít i další konfigurace výbojové trubice, vycházející např. ze základního polotovaru ve tvaru písmene U, který je následně náhodně spojován do složených tvarů 2U, 3U, 4U. Časté jsou rovněž zářivky s výbojovou trubicí ve tvaru různých šroubovic.“ [7]



Obr. 3.3: Konstrukce kompaktní zářivky se zabudovaným doutnavkovým startérem a paticí G24-d [1]

3.5 LED světelný zdroj

„Světelné diody zaznamenávají v posledním desetiletí nesmírně dynamický rozvoj a všechny významné světelně technické firmy je mají ve svém výrobním, resp. prodejním programu.“ [7]

LED světelný zdroj je typ světelného zdroje, ve kterém se využívá LED technologie. LED světelné zdroje se dají použít téměř všude, kde jsou používány standardní žárovky. Jelikož LED nevyzařují téměř žádné teplo a téměř všechna energie jde do viditelného spektra světla, mají oproti standardním žárovkám o dost nižší spotřebu elektrické energie, a to kolem 85 až 90 %. Životnost LED světelných zdrojů se pohybuje kolem 30 000 až 50 000 hodin a oproti žárovce klasické konstrukce s wolframovým žhavicím vláknem, jejichž životnost je okolo 1 000 hodin se jedná o znatelný rozdíl. Výhodou oproti kompaktním zářivkám je, že časem neztrácí na svítivosti. Další výhodou LED světelného zdroje je to, že začnou svítit okamžitě plnou intenzitou, znatelný rozdíl oproti kompaktním zářivkám, kterým trvá i několik minut, než začnou svítit plnou intenzitou. LED světelným zdrojům také nevádí časté zapínání a vypínání, nebo nižší teploty.

Nejstarší technologie je DIP (Dual In-Line Package). Jedná se o diody s klasickým kloboučkovým typem. Samotná dioda má 2 nožičky, které jsou na desce a spojeny s ostatními diodami. Mají menší účinnost než SMD (následující technologie), v dnešní době se již tyto žárovky prakticky nevyrábí. A ekonomicky se nevyplatí je kupovat. Příklad osazení LED diod na obrázku 3.4.



Obr. 3.4: Příklad osazení LED diod [8]

Nástupce je technologie SMD (Surface Mount Device / Diode). V dnešní době nejpoužívanější technologie v LED světelných zdrojích dnešní doby, čipy jsou do jisté míry pružné a poddajné. Výhodou je velmi malá velikost a dlouhá životnost. Příklad osazení SMD na obrázku 3.5



Obr. 3.5: Příklad osazení SMD [8]

4. Popis elektrických instalací domu

Tato část práce se zabývá připojením objektu, jeho vnitřními rozvody, slaboproudým elektrickým rozvodem, souběhem kabelu NN s kabely sdělovacími a dalšími rozvody a ochranou před nebezpečným dotykem do 1000 V

4.1 Připojení objektu

Připojení objektu bude provedeno ze stávající distribuční kabelové sítě NN, ze stávající přípojkové skříně, která již byla v rámci developerské přípravy lokality pro výstavbu rodinných domů připravena na hranici pozemku pro tento účel.

Z elektroměrového rozvaděče bude vyveden v zemi uložený kabel CYKY-J 4x16mm² do rozvaděče „RH“, umístěného uvnitř objektu rodinného domu. Z rozvaděče „RH“ potom budou připojeny všechny elektrické spotřebiče v objektu RD.

Vytápění objektu bude realizováno plynovým kotlem. Hodnota hlavního jističe bude 25 A. Napojení a podmínky připojení budou upřesněny pracovníkem ČEZ po uzavření smlouvy o dodávce elektřiny.

4.2 Vnitřní rozvody

Tato část práce se zabývá vnitřními rozvody v RD jako je světelný rozvod, technologický, zásuvkový rozvod a regulací pro systém ÚT.

4.2.1 Světelný rozvod

Elektrický rozvod bude proveden kabely CYKY převážně pod omítkou a obklady. Pro osvětlení interiéru bude použito svítidel, s žárovkami a) normálními b) úspornými (ne LED) c) LED. V rámci výstavby budou provedeny pouze světelné vývody, které budou zakončeny svorkovnicí, na které se poté připojí svítidla, které budou dále uvedena v dokumentaci. Vypínače budou umístěny cca ve výšce 110 cm svým spodním okrajem nad podlahou a 15 cm svým středem od okraje zárubně. V místnosti s obklady bude pozice upravena tak, aby byl vypínač ve středu obkladačky. Pokud je více vypínačů soustředěno na jednom místě, budou instalovány do vícenásobného rámečku nad sebou, 110 cm spodním okrajem rámečku nad podlahou.

4.2.2 Technologický a zásuvkový rozvod

Zásuvkový elektrický rozvod bude proveden kabely CYKY uloženými převážně pod omítkou a obklady. Zásuvky v kuchyni budou 120 cm nad podlahou spodním okrajem, především však přednostně dle technologie kuchyňské linky. V koupelnách budou zásuvky umístěny 130 cm nad podlahou. Ostatní zásuvky budou umístěny asi 20 cm nad podlahou spodním okrajem. V koupelnách, v technické místnosti, na WC a v kuchyni bude provedeno ochranné pospojování. Elektrotechnologie prvního a druhého patra RD je v přílohách č. 3 (první patro RD) a č. 4 (druhé patro RD)

4.2.3 Regulace pro systém ÚT

Regulace plynové kotelny s druhým zdrojem tepla jako např. solárními panely není součástí této dokumentace.

4.3 Slaboproudý elektrický rozvod

Informace o slaboproudém rozvodu elektrické energie.

4.3.1 Telefonní a datový rozvod

Telefonní rozvod bude proveden vodiči Belden v trubce PVC TOY 23 pod omítkou a od jednotlivých zásuvek bude sveden k patch panelu, který bude propojen s telefonní přípojkou. Přípojka bude provedena zvoleným telefonním operátorem. Datový rozvod (kabeláž) je totožný pro telefonní i datový rozvod. V místě patch panelu se propojením kabelů zvolí topologie počítačové (telefonní) sítě. Jednotlivé telefonní a datové porty budou hvězdicovitě zapojeny do patch panelu. Ke každé dvouportové zásuvce budou přivedeny dva datové kabely. Instalace zásuvek bude provedena kabely UTP 4P – cat. 6.

4.3.2 Domácí telefon

Rozvod domácího telefonu bude proveden kabelem typu TCEKY 6P 1,0 v trubce PVC 23 TOY pod omítkou a dále ve výkopu v zemi. Zvonkové tlačítko s hlásícím zařízením bude umístěno vně objektu – v oplocení na hranici pozemku.

4.3.3 Anténní rozvod

Pro anténní rozvod se založí trubky PVC TOY 23 pod omítkou s koaxiálním kabelem. Na střeše domu bude umístěn anténní systém. Topologie koaxiálních kabelů bude hvězdicová.

4.3.4 Zabezpečovací zařízení - EZS

Objekt bude vybaven elektronickým zabezpečovacím zařízením. Elektrické zabezpečení objektu se navrhuje podle pravidel pro navrhování a montáž systémů EZS ve spojení s platným standardem pro zařízení EZS dle ČSN 33 4590. Systém je navržen pouze z prvků schválených zkušebnou KÚ FKP, ÚKP ČR a zkušebnou TESTALARM PRAHA. Pro zabezpečení objektu navrhujeme zabezpečovací sběrnicový systém DIGIPLEX a odpovídající čidla. Systém EZS se skládá z vlastní ústředny, čidel, detektorů a ovládacích klávesnic. Zabezpečovací ústředna je napájena z vestavěného zdroje napětím 230 V/50 Hz, nouzové napájení z akumulátoru 15 Ah, umístěného přímo ve skříni ústředny.

Kabelové vedení: Systém DIGIPLEX je systém sběrnicový a všechna čidla budou připojena na sběrnicové vedení LAM 2x0,6 + 4x0,4. Kabel bude veden v plastových vkládacích žlabech. Vedení elektrické požární signalizace musí být provedeno podle odpovídajících norem a předpisů. Propojovací vedení musí být měděné ve smyslu ČSN 34 0290 a musí být dodrženy zásady o křížování a souběhu se silovým vedením podle ČSN 34 2300 a ČSN 34 1050, ČSN 34 2710. Ve společných trasách se silovým vedením musí být dodrženy předepsané odstupy. Během realizace musí být v součinnosti s uživatelem přesně stanoveny funkce systému. (Způsob ovládní, způsob vyhlášení poplachu systémem, způsob zrušení poplachu oprávněným uživatelem...)

4.4 Souběh kabelu NN s kabely sdělovacími a dalšími rozvody

V případě souběhu kabelu NN se sdělovacími kabely na vzduchu musí být dodržena vzdálenost při souběhu do 5m 3 cm a při souběhu nad 5m 10cm. Pro další souběhy a křížení kabelů s technickými sítěmi platí norma ČSN 73 60 05. V případě souběhu kabelu NN s vodovodní sítí musí být dodržena vzdálenost 40 cm. V případě

souběhu kabelu NN s rozvody ÚT musí být dodržena vzdálenost 30 cm. V případě souběhu kabelu NN s rozvody kanalizací musí být dodržena vzdálenost 50 cm. V případě souběhu kabelu NN s rozvody plynu musí být dodržena vzdálenost 40 cm. V případě souběhu kabelu sdělovacího s rozvody ÚT musí být dodržena vzdálenost 80 cm v případě, že nechráněné vedení prochází ve společném prostoru s horkovodem. Jinak platí údaje jako pro kabely NN. V případě křížení kabelu NN se sdělovacími kabely a plynovodem musí být dodržena vzdálenost 10 cm, s vodovodem 20 cm a s rozvody ÚT a kanalizace 30 cm.

4.5 Ochrana před nebezpečným dotykem do 1000 V:

Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí bude provedena zvýšená samočinným odpojením od zdroje v soustavě TN-C-S, proudovým chráničem a doplňkovým pospojováním. Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí bude provedena izolací a krytím. Ochranným prvkem bude jistič. V soc. zařízení bude provedena navíc ochrana pospojováním vodičem CY 6z/ž.

5. Technická Data

Technická data se zabývají ochranou před úrazem elektrickým proudem, předpisy a normy.

Napěťová soustava: 3N+PE ~ 50Hz, 400 V / TN-C-S,

Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí do 1000 V: automatickým odpojením od zdroje v soustavě TN-S a proudovým chráničem. Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí do 1000 V: krytím, izolací

Instalovaný výkon P_i : 20,5 kW, Výpočtové zatížení P_s : 14,4 kW, Zajištění dodávky elektrické energie: III. stupeň

5.1 Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Ve smyslu normy ČSN 33 2000-4-41 ed.2 bude provedena ochrana při poruše:

Základní – samočinným odpojením vadné části od zdroje v síti TN-S, čl. 413.1

Zvýšená – ochranným pospojováním vodivých prvků s nejbližší vodivou konstrukcí, která je chráněna v provozním souboru silnoprůdu, čl. 413.1.6 Ve smyslu normy ČSN 33 2000-4-41 ed.2 bude provedena základní ochrana: Izolací čl. 412.1 Krytím čl. 412.2

5.2 Předpisy a normy

Dokumentace bude provedena podle platných zákonů, vyhlášek a podle předpisů ČSN platných v době zpracování. Nejdůležitější z nich uvádím:

“ČSN 33 0010 – Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Rozdělení a pojmy. Tato norma platí pro posuzování elektrické zařízení. Stanoví přesně základní jednotnou soustavu pojmů, názvů a definic a určuje jejich rozdělení. Platná do 31. 1. 2016

ČSN 33 0165 – Elektrotechnické předpisy. Značení vodičů barvami nebo číslicemi. Prováděcí ustanovení. Tato norma platí pro značení holých a izolovaných vodičů barvami, upřesňuje a doplňuje ustanovení uvedené v ČSN EN 60445. Účelem této normy je stanovit zásady pro značení vodičů barvami popř. číslicemi, použitými v elektrických zařízeních a rozvodech včetně vývodů elektrických předmětů provedenými vodiči.

ČSN 33 1310 ed. 2 – Bezpečnostní požadavky na elektrické instalace a spotřebiče určené k užívání osobami bez elektrotechnické kvalifikace. Tato norma platí pro elektrická zařízení, která mohou obsluhovat osoby bez elektrotechnické kvalifikace (dále laici) a stanovuje požadavky na obsah původní technické dokumentace pro užívání těchto zařízení. Předpisuje bezpečnostní opatření pro zacházení s těmito zařízeními, která musí být obsahem dokumentace. Požadavky této normy se netýkají dokumentace vyžadované pro navrhování, provádění a rekonstrukci vnitřních elektrických rozvodů podle ČSN 33230.

ČSN 33 1500 – Elektrotechnické předpisy. Revize elektrických zařízení. Tato norma je základní normou pro provádění revizi elektrických zařízení ve smyslu ČSN 330010 a zařízení pro ochranu.

ČSN 33 2000-5-51 ed. 3 – Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení - Všeobecné předpisy. Tato norma stanovuje všeobecné předpisy pro elektrická zařízení. Tato norma je českou verzí harmonizačního dokumentu HD 60364-5-51:2009

ČSN 33 2000-4-46 ed. 2 - Elektrotechnické předpisy - Elektrická zařízení - Část 4: Bezpečnost - Kapitola 46: Odpojování a spínání. Tato norma obsahuje identické znění harmonizačního dokumentu HD 384.4.46 S2:2001, který je převzetím mezinárodní normy IEC 364-4-46:1981 s modifikacemi. A zabývá se odpojováním a spínáním.

ČSN 33 2000-1 ed. 2 - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice. Tato norma je českou verzí harmonizačního dokumentu HD 60364-1:2007. HD 60364-1 určuje základní pravidla pro návrh, stavbu a revize elektrického zařízení nízkého napětí, která zajišťují bezpečnost osob, užitných zvířat a věcí před úrazem a nebezpečím poškození, které může vzniknout při normálním použití tohoto elektrického zařízení. Norma též obsahuje opatření pro řádné fungování těchto zařízení.

ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem. Tato norma je českou verzí harmonizačního dokumentu HD 60364- 4-41:2007.

ČSN 33 2000-4-473 - Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 47: Použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti. Oddíl 473: Opatření k ochraně proti nadproudům. V této normě jsou převzaty údaje z IEC 364-4-473:1977, která v současné době zahrnuje pouze jištění izolovaných vodičů a kabelů do 1 kV. Tato norma platí pro jištění holých i izolovaných vodičů a kabelů v silnoproudém elektrickém rozvodu do 1 kV. Všeobecné zásady platí i pro jištění vodičů a kabelů pro napětí vyšší než 1 kV.

ČSN 33 2000-5-54 ed. 3 - Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení. Kapitola 54: Uzemnění a ochranné vodiče. Tato norma je českou verzí harmonizačního dokumentu HD 60364-5-54:2011. Změny proti předchozí normě: Vlastní normativní část normy obsahuje jen základní požadavky, na provedení uzemnění. Upřesnilo se stanovení mechanických charakteristik zemničů, je sjednoceno pojetí uzemnění pro ochranu před úrazem elektrickým proudem a pro ochranu před bleskem. Přílohy lépe popisují a rozlišují základové zemniče uložené v betonu a zemniče uložené v zemi.

ČSN EN 12464-1 – Vydána 3. 2012. Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory. Tato evropská norma stanovuje požadavky na osvětlení pro vnitřní pracovní prostory z hlediska zrakové pohody a zrakového výkonu osob s normálním zrakem. Uvedeny jsou všechny běžné zrakové úkoly, včetně zobrazovacích jednotek (DSE, display screen equipment). Dále stanovuje požadavky na řešení osvětlení pro většinu vnitřních pracovních a přilehlých prostorů z hlediska kvantity a kvality osvětlení. K tomu jsou doplněna doporučení pro správnou osvětlovací praxi. Norma nestanovuje požadavky na osvětlení z hlediska bezpečnosti a zdraví

pracovníků při práci. Neposkytuje konkrétní řešení ani neomezuje projektanty při využití nových metod nebo při použití inovativních zařízení. Osvětlení může být zajištěno denním světlem, umělým osvětlením nebo jejich kombinací. Tuto evropskou normu nelze použít pro osvětlení venkovních pracovních prostorů ani pro osvětlení podzemních dolů nebo nouzové osvětlení.“ [9]

6. Svítidla a světelné zdroje

Všechny svítidla jsme vybírali z internetové stránky www.rajsvitidel.cz a všechny žárovky jsme vybírali na internetové stránce www.zarovky.cz

6.1 Osazení svítidel

Svítidla jsme osazovali do vyvedených rozvodů v rodinném domě. Pomocí čísla za názvem místnosti najdeme ve výkresu prvního patra osvětlení (příloha P I), nebo ve výkresu druhého patra osvětlení (příloha P II).

6.1.1 První patro domu

V místnosti s bazénem jsme osadili čtyři nástěnná svítidla 6201, jejich cena za jeden kus činila 824 Kč. V každém svítidle byla namontována jedna žárovka s paticí E14.

Koupelna 1.14

- a) Světlo u zrcadla – Nástěnné svítidlo MIBO přímé k zrcadlu s katalogovým číslem 146390, jehož cena je 1101 Kč v něm jsou osazeny dvě žárovky s paticí G9
- b) Strop v koupelně – Stropní svítidlo 4434cc cena je 4434 Kč jsou v něm osazeny čtyři žárovky s paticí G9
- c) Sprchový kout – Koupelnové svítidlo 59905/11/16 v ceně 722 Kč osazen jednou žárovkou s paticí GU-10
- d) Toaleta – Bodové svítidlo 59330/31/10 v ceně 243 Kč osazen jednou žárovkou s paticí GU-10

Toaleta 1,15

- a) Světlo u zrcadla - Nástěnné svítidlo MIBO přímé k zrcadlu s katalogovým číslem 146390, jehož cena je 1101 Kč v něm jsou osazeny dvě žárovky s paticí G9
- b) Toaleta – Bodové svítidlo 59330/31/10 v ceně 243 Kč osazen jednou žárovkou s paticí GU-10

Obývací místnost 1.10

- a) Strop – 2x Závěsné svítidlo 8044-44 s cenou za jeden kus 3393 Kč je osazen třemi žárovkami s paticí E27
- b) Stěna – 5x Nástěnné svítidlo DENA II nástěnná česaný hliník s cenou za kus 2481 Kč je osazen dvěma žárovkami s paticí E14

Kuchyň 1.07

- a) Kuchyňská linka – 2x Svítidlo pod kuchyňskou linku 98494 Function Flattine 795 mm s cenou za kus 1027 Kč osazen každý třemi žárovkami s paticí G4
- b) Stropní svítidlo – 2x Sven závěsná R10165 s cenou za kus 1770 Kč osazen každý jednou žárovkou s paticí GU-10

Jídelna 1.08

Stropní závěsné svítidlo TRIAD 90211 bílé cena 5848 Kč je osazen dvěma žárovkami s paticí E27

Schodišťová hala 1.02

3x Bodové svítidlo 59330/31/10 s cenou za kus 243 Kč osazen jednou žárovkou s paticí GU-10

Chodba 1.13

2x Bodové svítidlo 59330/31/10 s cenou za kus 243 Kč osazen jednou žárovkou s paticí GU-10

Šatna 1.05

2x Bodové svítidlo 59330/31/10 s cenou za kus 243 Kč osazen jednou žárovkou s paticí GU-10

Schodiště 1.03

8x Nástěnné svítidlo 6201 s cenou za kus 824 Kč které je osazeno jednou žárovkou s paticí E14

Komora 1.04

Nástěnné svítidlo 6201 s cenou 824 Kč osazen jednou žárovkou s paticí E14

Technické místnost 1.16

Stropní svítidlo 7039-23CC s cenou 748 Kč osazen dvěma žárovkami s paticí E27

Fitness 1.18

2x Bodové svítidlo 51239/17/10 s cenou za kus 1914 Kč osazen třemi žárovkami s patičí E14

Garáž 1.20

2x Bodové svítidlo 52252/31/10 s cenou za kus 1881 Kč osazen dvěma žárovkami s patičí E14

Garáž 1.21

4x Nástěnné a stropní svítidlo Spotty 7340 bílé s cenou za kus 947 Kč osazen jednou žárovkou s patičí GU- 10

Sklad nářadí 1.19

4x Nástěnné a stropní svítidlo Spotty 7340 bílé s cenou za kus 947 Kč osazen jednou žárovkou s patičí GU- 10

Vstup 1.00

2x Blusky svítidlo venkovní senzor pohybu 172666/87/16 s cenou za kus 1677 Kč
Nástěnné svítidlo Special Line Flame 93771 s cenou 2354 Kč je osazen dvěma žárovkami s patičí GU-10

Terasa kamenná 2.03

2x Svítidlo venkovní 88052 s cenou za kus 1190 Kč jsou osazeny dvěma žárovkami s patičí G9

6.1.2 Druhé patro domu

Pracovna 2.03

Nástěnné a stropní svítidlo Zig Zag 7400 s cenou 4639 Kč je osazeno dvěma žárovkami s patičí E27

Šatna 2.05

2x Svítidlo podhledové – kov, matný chrom cena za kus 190 Kč každé je osazeno jednou žárovkou s patičí GU-10

Ložnice rodičů 2.06

Závěsné svítidlo 2353-40SI s cenou 2699 Kč které je osazeno třemi žárovkami s patičí E27

Koupelna 2.04

- a) Světlo u zrcadla – Nástěnné svítidlo MIBO přímé k zrcadlu s katalogovým číslem 146390, jehož cena je 1101 Kč v něm jsou osazeny dvě žárovky s patičí G9
- b) Strop v koupelně – Stropní svítidlo 4434CC jehož cena je 2423 Kč, je osazen čtyřmi žárovkami s patičí G9
- c) Sprchový kout – Koupelnové svítidlo 59905/11/16 jehož cena je 722 Kč, je osazen jednou žárovkou s patičí GU-10
- d) Toaleta – Bodové svítidlo 59330/31/10 jehož cena je 243 Kč, je osazen žárovkou s patičí GU-10

Koupelna 2.12

- a) Světlo u zrcadla – Nástěnné svítidlo MIBO přímé k zrcadlu s katalogovým číslem 146390, jehož cena je 1101 Kč v něm jsou osazeny dvě žárovky s patičí G9
- b) Strop v koupelně – Stropní svítidlo 4434CC jehož cena je 2423 Kč, je osazen čtyřmi žárovkami s patičí G9
- c) Sprchový kout – Koupelnové svítidlo 59905/11/16 jehož cena je 722 Kč, je osazen jednou žárovkou s patičí GU-10
- d) Toaleta – Bodové svítidlo 59330/31/10 jehož cena je 243 Kč, je osazen žárovkou s patičí GU-10

Koupelna D3 2.10

- a) Světlo u zrcadla – Nástěnné svítidlo MIBO přímé k zrcadlu s katalogovým číslem 146390, jehož cena je 1101 Kč v něm jsou osazeny dvě žárovky s patičí G9
- b) Strop v koupelně – Stropní svítidlo 4434CC jehož cena je 2423 Kč, je osazen čtyřmi žárovkami s patičí G9
- c) Sprchový kout – Koupelnové svítidlo 59905/11/16 jehož cena je 722 Kč, je osazen jednou žárovkou s patičí GU-10

Pokoj D1 2.07

Stropní svítidlo Spotty 7349 šedé s cenou 4704 Kč, je osazen čtyřmi žárovkami s patičí GU-10

Pokoj D2 2.08

Stropní svítidlo Spotty 7349 šedé s cenou 4704 Kč, je osazen čtyřmi žárovkami s patičí GU-10

Pokoj D3 2.09

Stropní svítidlo Spotty 7349 šedé s cenou 4704 Kč, je osazen čtyřmi žárovkami s patičí GU-10

Prádelna 2.11

Stropní svítidlo 8183-3CC s cenou 1837 Kč je osazen třemi žárovkami s patičí G9

Chodba 2.01

a) Stěna – 3x Nástěnné svítidlo 6201 jehož každá cena je 824 Kč, každé je osazeno žárovkou s patičí E14

b) Strop – Nástěnné a stropní svítidlo TRIAD 90229 ořech s cenou 2875 Kč, je osazeno jednou žárovkou s patičí E27

Terasa 2.13

2x Nástěnné a stropní svítidlo Spotty 7346 šedé jehož cena je 1568 Kč za jedno svítidlo a je osazeno dvěma žárovkami s patičí GU-10

6.2 Osazení světelných zdrojů

Budeme osazovat 3 druhy světelných zdrojů. Halogenové žárovky, kompaktní zářivky a LED světelné zdroje. Všechny světelné zdroje jsou vybírány tak, aby měly stejnou barvu světla a stejný, nebo podobný světelný tok.

6.2.1 Halogenové žárovky

Cena, počet Wattů a životnost žárovky jsou vždy vztaženy pro jednu žárovku. Důležité informace jsou vyobrazeny v tabulce č. 1.

Halogenová žárovka				
Počet ks	Patice	Cena (Kč)	Příkon (W)	Životnost (h)
42	GU-10	72,5	18	2000
33	G9	99	28	2000
36	E14	58	30	2000
16	E27	58	30	2000
6	G4	18,5	10	2000

Tabulka č. 1 Halogenová žárovka

6.2.2 Kompaktní zářivka

Cena, počet Wattů a životnost kompaktní zářivky jsou vždy vztaženy pro jednu kompaktní zářivku. Důležité informace jsou vyobrazeny v tabulce č. 2.

Patice G4 je vynechána, jelikož kompaktní zářivka s touto paticí se nedá sehnat.

Úsporná žárovka				
počet ks	Patice	Cena (Kč)	Příkon (W)	Životnost (h)
42	GU-10	206	7	15000
33	G9	163	7	10000
36	E14	110	9	8000
16	E27	179	9	8000

Tabulka č. 2 Kompaktní zářivka

6.2.3 LED světelné zdroje

Cena, počet Wattů a životnost LED světelného zdroje jsou vždy vztaženy pro jeden světelný zdroj. Důležité informace jsou vyobrazeny v tabulce č. 3.

LED Žárovka				
Počet ks	Patice	Cena (Kč)	Příkon (W)	Životnost (h)
42	GU-10	290,5	4,5	25000
33	G9	254	4	15000
36	E14	242	6	30000
16	E27	208	5,5	15000
6	G4	277	1,5	15000

Tabulka č. 3 LED světelný zdroj

II. Praktická část

7. Provozní náklady osvětlení RD a jejich porovnání

Zde se zjišťuje za jak dlouho, se náklady na pořízení a provoz světelných zdrojů vyplatí, kdybychom osadili různé typy žárovek. Pro porovnání byly vybrány tři typy zdrojů a) Halogenové žárovky b) Kompaktní zářivky c) LED světelné zdroje.

7.1 Provozní náklady světelných zdrojů

Vypočítáme ze vztahu $N_p = \sum n \cdot P \cdot C_w \cdot t$ kde jako dobu svícení bereme její životnost. Použité symboly se najdou v seznamu použitých symbolů a zkratk.

7.1.1 Provozní náklady Halogenových žárovek

Dosazují se do vztahu hodnoty z tabulky č. 1. Cena za kW/h je 4,5 Kč

$$N_p = \sum n \cdot P \cdot C_w \cdot t = \frac{2000 \cdot 4,5}{1000} * (42 \cdot 18 + 33 \cdot 28 + 36 \cdot 30 + 16 \cdot 30 + 6 \cdot 10) = 29\,700 \text{ Kč}$$

7.1.2 Provozní náklady Kompaktních zářivek

Dosazují se do vztahu hodnoty z tabulky č. 2. Cena za kW/h je 4,5 Kč

Jelikož patice G4 není dělaná jako kompaktní zářivka, tak dosazujeme do vztahu světelný zdroj s paticí G4 jako a) Halogenovou žárovku b) LED světelný zdroj

$$a) N_p = \sum n \cdot P \cdot C_w \cdot t = \frac{4,5 \cdot 1000}{1000} * (42 \cdot 7 \cdot 15 + 33 \cdot 7 \cdot 10 + 36 \cdot 9 \cdot 8 + 16 \cdot 9 \cdot 8 + 6 \cdot 10 \cdot 2)$$

$$N_p = 47\,628 \text{ Kč}$$

$$b) N_p = 4,5 * (42 \cdot 7 \cdot 15 + 33 \cdot 7 \cdot 10 + 36 \cdot 9 \cdot 8 + 16 \cdot 9 \cdot 8 + 6 \cdot 15 \cdot 1,5) = 47\,695,5 \text{ Kč}$$

Vyšší cena je dána tím, že má delší životnost.

7.1.3 Provozní náklady LED světelných zdrojů

Dosazují se do vztahu hodnoty z tabulky č. 3. Cena za kW/h je 4,5 Kč

$$N_p = \sum n \cdot P \cdot C_w \cdot t = 4,5 * (42 \cdot 4,5 \cdot 25 + 33 \cdot 4 \cdot 15 + 36 \cdot 6 \cdot 30 + 16 \cdot 5,5 \cdot 15) = 65\,272,5 \text{ Kč}$$

Vyšší cena je dána tím, že má delší životnost.

7.2 Náklady na pořízení žárovek

Vypočítáme ze vztahu $N_z = \sum n \cdot C_z = n_1 \cdot C_{z1} + n_2 \cdot C_{z2} + n_3 \cdot C_{z3} + n_4 \cdot C_{z4} + n_5 \cdot C_{z5}$

7.2.1 Náklady na pořízení Halogenových žárovek

Dosazují se do vztahu hodnoty z tabulky č. 1

$$N_z = \sum n \cdot C_z = 42 \cdot 72,5 + 33 \cdot 99 + 36 \cdot 58 + 16 \cdot 58 + 6 \cdot 18,5 = 9\,439 \text{ Kč}$$

7.2.2 Náklady na pořízení Kompaktních zářivek

Dosazují se do vztahu hodnoty z tabulky č. 2

Jelikož patice G4 není dělaná jako kompaktní zářivka, tak se dosazují do vztahu světelné zdroje s paticí G4 a) Halogenovou žárovku b) LED světelný zdroj

$$\text{a) } N_z = \sum n \cdot C_z = 42 \cdot 206 + 33 \cdot 163 + 36 \cdot 110 + 16 \cdot 179 + 6 \cdot 18,5 = 20\,966 \text{ Kč}$$

$$\text{b) } N_z = \sum n \cdot C_z = 42 \cdot 206 + 33 \cdot 163 + 36 \cdot 110 + 16 \cdot 179 + 6 \cdot 277 = 22\,517 \text{ Kč}$$

7.2.3 Náklady na pořízení LED světelných zdrojů

Dosazují se do vztahu hodnoty z tabulky č. 3

$$N_z = \sum n \cdot C_z = 42 \cdot 290,5 + 33 \cdot 254 + 36 \cdot 242 + 16 \cdot 208 + 6 \cdot 277 = 34\,285 \text{ Kč}$$

7.3 Celkové náklady na pořízení světelných zdrojů

Celkové náklady na pořízení a provoz žárovek se vypočítají jako součet pořizovacích nákladů na žárovky (N_z) a provozních nákladů (N_p).

$$N = N_z + N_p \quad [6]$$

8.3.1 Celkové náklady Halogenových žárovek

$$N = N_z + N_p = 9439 + 29700 = 39\,139 \text{ Kč}$$

8.3.2 Celkové náklady Kompaktních zářivek

Jelikož patice G4 není dělaná jako kompaktní zářivka, tak dosazujeme do vztahu světelné zdroje s paticí G4 jako a) Halogenové b) LED

$$\text{a) } N = N_z + N_p = 68\,594 \text{ Kč}$$

$$\text{b) } N = N_z + N_p = 70\,212,5 \text{ Kč}$$

8.3.3 Celkové náklady LED světelných zdrojů

$$N = N_z + N_p = 95\,554,5 \text{ Kč}$$

8.4 Porovnání nákladů

Z vypočtených hodnot je vidět, že náklady na pořízení halogenových žárovek jsou daleko nižší než například u LED světelných zdrojů. Ale zase halogenové žárovky mají nejmenší životnost a to dokonce několikanásobně a největší spotřebu elektrické energie.

9. Zjištění návratnosti světelných zdrojů

Pro zjištění návratnosti jsem vytvořil program (příloha P V), který zjistí za jak dlouho, se vyšší investice do světelných zdrojů navrátí. Tento program jsem vytvořil v programovacím jazyku JAVA. Sám uživatel může do něho zadávat jak cenu

světelných zdrojů, tak i cenu za kWh, dále pak životnost světelných zdrojů, spotřebu světelného zdroje ve wattech a počet kusů každého světelného zdroje.

9.1 návratnost Kompaktních zářivek

Cena za kW hodinu 4,5 Kč, doba svícení v hodinách za den 2 hodiny

9.1.1 Kompaktní zářivka s patičí GU – 10

Kompaktní zářivky s patičí GU – 10 se nám cenově vyplatí oproti Halogenové žárovce již po 2 000 hodinách svícení. To je do 3 let.

Pokud osadíme Kompaktní zářivky místo Halogenových žárovek, tak za dobu životnosti Kompaktních zářivek tj. 2 000 hodin ušetříme: 74 256 Kč.

Do konce funkčního období Kompaktních zářivek bychom spotřebovali 84 halogenových žárovek.

9.1.2 Kompaktní zářivka s patičí G9

Kompaktní zářivky s patičí G9 se nám cenově vyplatí oproti Halogenové žárovce již po 677 hodinách svícení. To je do 1 roku.

Pokud osadíme Kompaktní zářivky místo Halogenových žárovek, tak za dobu životnosti Kompaktních zářivek tj. 10 000 hodin ušetříme: 62 155,5 Kč

Do konce funkčního období Kompaktních zářivek bychom spotřebovali 66 halogenových žárovek.

9.1.3 Kompaktní zářivka s patičí E14

Kompaktní zářivka s patičí E14 se nám cenově vyplatí oproti Halogenové žárovce již po 550 hodinách svícení. To je do 1 roku.

Pokud osadíme Kompaktní zářivky místo Halogenových žárovek, tak za dobu životnosti Kompaktních zářivek tj. 8 000 hodin ušetříme: 117 540 Kč

Do konce funkčního období Kompaktních zářivek bychom spotřebovali 144 halogenových žárovek.

9.1.4 Kompaktní zářivka s patičí E27

Kompaktní zářivka s patičí E27 se nám cenově vyplatí oproti Halogenové žárovce již po 1280 hodinách svícení. To je do 2 let.

Pokud osadíme Kompaktní zářivky místo Halogenových žárovek, tak za dobu životnosti Kompaktních zářivek tj. 8 000 hodin ušetříme: 24376 Kč.

Do konce funkčního období Kompaktních zářivek bychom spotřebovali 32 halogenových žárovek.

9.2 Návratnost LED světelných zdrojů oproti Halogenovým

Cena za kW hodinu 4,5 Kč, doba svícení v hodinách za den 2 hodiny.

9.2.1 LED světelný zdroj s paticí GU – 10

LED světelný zdroj s paticí GU – 10 se nám cenově vyplatí oproti Halogenové žárovce již po 2395 hodinách svícení. To je do 4 let.

Pokud osadíme LED světelný zdroj místo Halogenových žárovek, tak za dobu životnosti LED světelných zdrojů tj. 25 000 hodin ušetříme: 91 171,5 Kč

Do konce funkčního období LED světelných zdrojů bychom spotřebovali 546 halogenových žárovek.

9.2.2 LED světelný zdroj s paticí G9

LED světelný zdroj s paticí G9 se nám cenově vyplatí oproti Halogenové žárovce již po 1435 hodinách svícení. To je do 2 let.

Pokud osadíme LED světelný zdroj místo Halogenových žárovek, tak za dobu životnosti LED světelných zdrojů tj. 15 000 hodin ušetříme: 71 214 Kč

Do konce funkčního období LED světelných zdrojů bychom spotřebovali 264 halogenových žárovek.

9.2.2 LED světelný zdroj s paticí E14

LED světelný zdroj s paticí E14 se nám cenově vyplatí oproti Halogenové žárovce již po 1703 hodinách svícení. To je do 3 let.

Pokud osadíme LED světelný zdroj místo Halogenových žárovek, tak za dobu životnosti LED světelných zdrojů tj. 30 000 hodin ušetříme: 139 248 Kč

Do konce funkčního období LED světelných zdrojů bychom spotřebovali 540 halogenových žárovek.

9.2.3 LED světelný zdroj s paticí E27

LED světelný zdroj s paticí E27 se nám cenově vyplatí oproti Halogenové žárovce již po 1360 hodinách svícení. To je do 2 let.

Pokud osadíme LED světelný zdroj místo Halogenových žárovek, tak za dobu životnosti LED světelných zdrojů tj. 15 000 hodin ušetříme: 30 556 Kč

Do konce funkčního období LED světelných zdrojů bychom spotřebovali 128 halogenových žárovek

9.2.4 LED světelný zdroj s patičí G4

LED světelný zdroj s patičí G4 se nám cenově vyplatí oproti Halogenové žárovce již po 5790 hodinách svícení. To je do 8 let.

Pokud osadíme LED světelný zdroj místo Halogenových žárovek, tak za dobu životnosti LED světelných zdrojů tj. 15 000 hodin ušetříme: 2 668,5 Kč

Do konce funkčního období LED světelných zdrojů bychom spotřebovali 48 halogenových žárovek

9.3 Návratnost LED světelných zdrojů oproti Kompaktním zářivkám

Cena za kW hodinu 4,5 Kč, doba svícení v hodinách za den 2 hodiny

9.3.1 LED světelný zdroj s patičí GU – 10

LED světelný zdroj s patičí GU – 10 se nám cenově vyplatí oproti Halogenové žárovce již po 2395 hodinách svícení. To je do 4 let.

Pokud osadíme LED světelný zdroj místo Kompaktních zářivek, tak za dobu životnosti LED světelných zdrojů tj. 25 000 hodin ušetříme: 16 915,5 Kč.

Do konce funkčního období LED světelných zdrojů bychom spotřebovali 84 Kompaktních zářivek.

9.3.2 LED světelný zdroj s patičí G9

LED světelný zdroj s patičí G9 se nám cenově vyplatí oproti Úsporné žárovce již po 6740 hodinách svícení. To je do 10 let.

Pokud osadíme LED světelný zdroj místo Kompaktních zářivek, tak za dobu životnosti LED světelných zdrojů tj. 15 000 hodin ušetříme: 9 058,5 Kč.

Do konce funkčního období LED světelných zdrojů bychom spotřebovali 66 Kompaktních zářivek.

9.3.3 LED světelný zdroj s patičí E14

LED světelný zdroj s patičí E14 se nám cenově vyplatí oproti Úsporné žárovce již po 8 000 hodinách svícení. To je do 11 let.

Pokud osadíme LED světelný zdroj místo Kompaktních zářivek, tak za dobu životnosti LED světelných zdrojů tj. 30 000 hodin ušetříme: 21 708 Kč.

Do konce funkčního období LED světelných zdrojů bychom spotřebovali 144 Kompaktních zářivek.

9.3.4 LED světelný zdroj s paticí E27

LED světelný zdroj se nám cenově vyplatí oproti Úsporné žárovce již po 1841 hodinách svícení. To je do 3 let.

Pokud osadíme LED světelný zdroj místo Kompaktních zářivek, tak za dobu životnosti LED světelných zdrojů tj. 15 000 hodin ušetříme: 6 180 Kč.

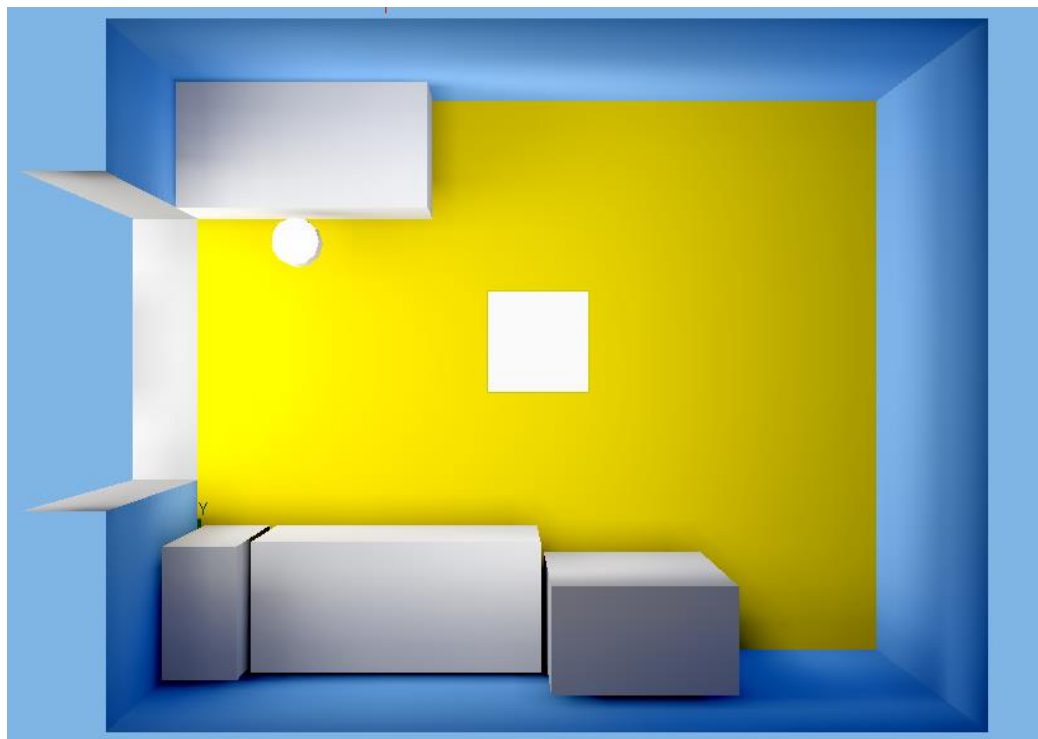
Do konce funkčního období LED světelných zdrojů bychom spotřebovali 32 Kompaktních zářivek.

10. Simulace osvětlení v rodinném domě v programu WILS 8.0.70

V programu WILS 8.0.70, se zjišťuje, jak bude místnost nasvícená při zadání parametrů z výkresu. Obrázky simulací jsou vytvořeny autorem práce.

10.1 Dětský pokoj D1 v 2. patře rodinného domu

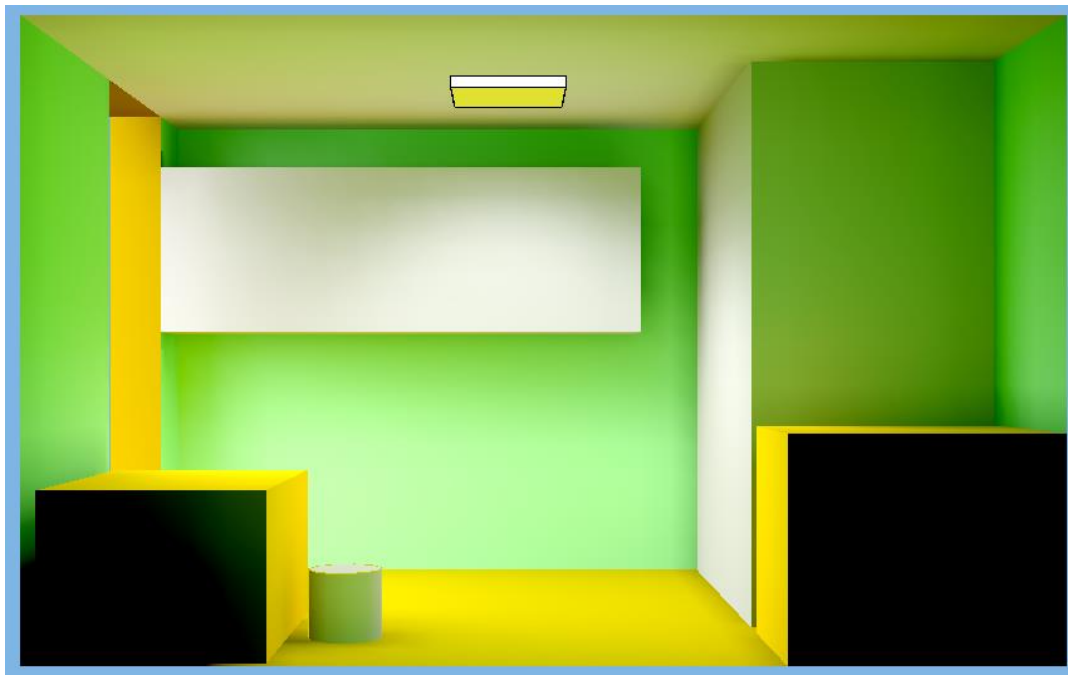
Simulace osvětlení dětského pokoje D1, který se nachází ve druhém nadzemním podlaží. Uvnitř pokoje je umístěno jedno svítidlo. Svítidlo je osazeno čtyřmi světelnými zdroji. Bohužel vlastní navržené svítidlo nebylo možné osadit, jelikož nebylo v nabídce svítidel v programu, proto jsem osadil svítidlo se stejným počtem světelných zdrojů.



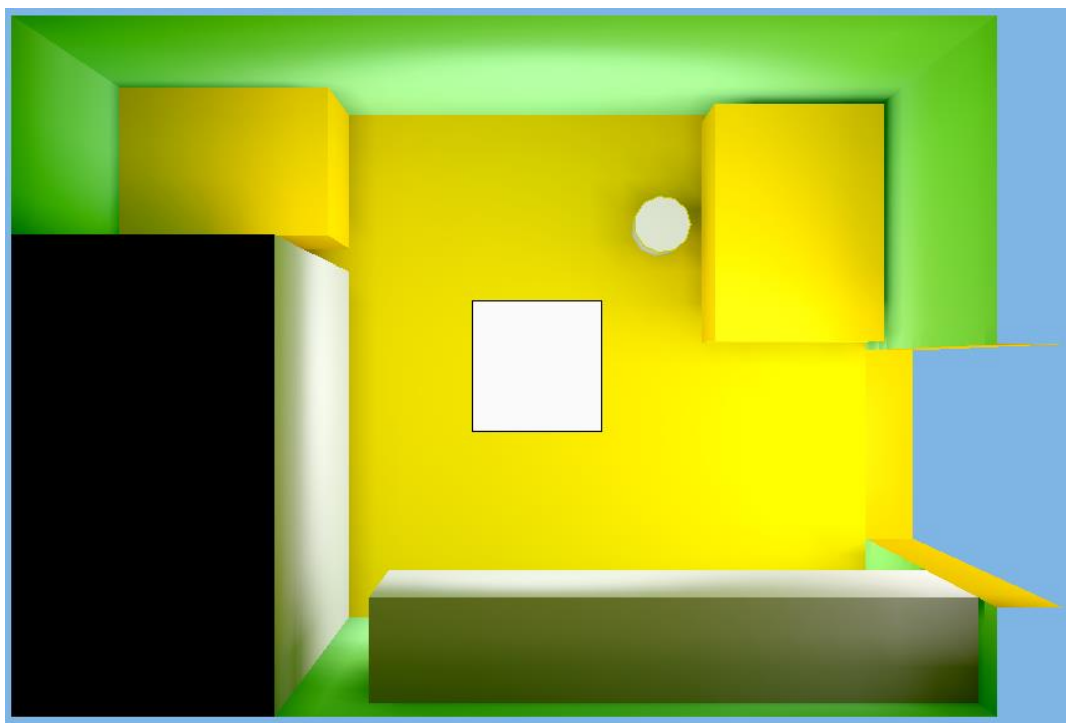
Obr. 5 Simulace osvětlení dětského pokoje D1 – pohled shora

10.2 Pracovna ve 2. patře rodinného domu

Simulace osvětlení pracovny, která je ve druhém nadzemním podlaží. Uvnitř pracovny je umístěno jedno svítidlo. Svítidlo je osazeno čtyřmi světelnými zdroji. Bohužel vlastní navržené svítidlo nebylo možné osadit, jelikož nebylo v nabídce svítidel v programu, proto jsem osadil svítidlo se stejným počtem světelných zdrojů.



Obr. 6 Simulace osvětlení pracovny - pohled zezadu



Obr. 7 Simulace osvětlení pracovny - pohled shora

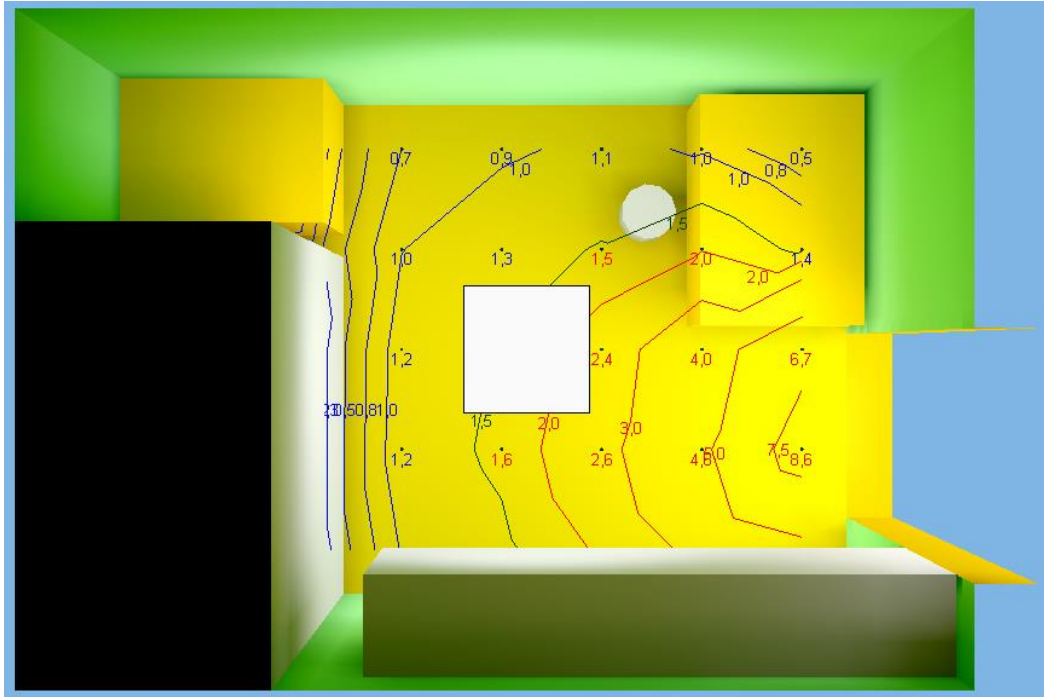
10.3 Vyhodnocení

Jak můžeme na obrázku (obr. 8) vidět, největší světlo prostupuje oknem, které vede na terasu. Díky němu máme dobře osvětlený pracovní stůl a přední část místnosti, ale zase v zadní části místnosti je málo světla. Pro lepší rozložení světla by se mohlo osadit svítidlo, které může nasměrovat světelné zdroje do prostoru a pod různým úhlem. Například takové, které jsem navrhl použít do této místnosti v bodě 6.1.2.



Obr. 8 Simulace osvětlení dětského pokoje D1 – pohled shora

Z dalšího obrázku (obr. č. 9) je vidět, že největší světlo prostupuje oknem. Díky němu máme dobře osvětlený pracovní stůl a skříně, ale v zadní části místnosti a v rozích je málo světla. Televize, která by mohla být umístěna v levém zadním rohu (naproti stolu). Díky tomu, že je roh stíněný máme ideální místo s málo světla pro umístění televize. Pro lepší rozložení světla by se mohlo osadit svítidlo, které nám dovoluje nasměrovat světelné zdroje do prostoru a pod různým úhlem. Dále pak lampičku nad pracovní stůl. Například takové, které jsem navrhl použít do této místnosti v bodě 6.1.2.



Obr. 9 Simulace osvětlení pracovny - pohled shora

11. Celkové cenové náklady na osvětlení v rodinném domě

Celkovou spotřebu rozdělujeme na 2 části. Na náklady na svícení a na náklady při celkové spotřebě elektrické energie.

11.1 Celkové cenové náklady na osvětlení na 1 rok svícení

Celkové náklady na pořízení a provoz žárovek za jeden rok svícení se vypočítá jako součet pořizovacích nákladů na žárovky (N_z) a provozních nákladů (N_{pr}).

$$N_r = N_z + N_{pr}$$

Celkové cenové náklady počítáme při ceně za kWh = 4,5 Kč a doba svícení jsou 2 hodiny každý den.

11.1.1 Při osazení Halogenových žárovek

Náklady na provoz halogenových žárovek včetně jejich pořízení.

Počet světelných zdrojů (ks)	Patice	Příkon (W)	Cena za rok svícení (Kč)
42	GU-10	18	2483,43
33	G9	28	3252,15
36	E14	30	3547,80
16	E27	30	1576,80
6	G4	10	197,40

Tabulka č. 4 Náklady Halogenových žárovek na jeden rok svícení

Z tabulky (Tab. č. 4) je vidět, že celkové náklady halogenových žárovek na jeden rok svícení jsou 11 057,31 Kč. Po přičtení k nákladům na jejich pořízení dostaneme celkové náklady na jeden (první) rok svícení a to 20 496,31 Kč.

11.1.2 Při osazení Kompaktních zářivek

Náklady na provoz kompaktních zářivek včetně jejich pořízení. Jak již dříve bylo zmíněno, kompaktní zářivky se nedají sehnat s patičí G4, proto se musí použít buď halogenové žárovky, nebo LED světelný zdroj.

Náklady na svícení kompaktních zářivek a halogenových žárovek s patičí G4

Počet světelných zdrojů (ks)	Patice	Příkon (W)	Cena za rok svícení (Kč)
42	GU-10	18	965,79
33	G9	28	758,84
36	E14	30	1064,34
16	E27	30	437,04
6	G4	10	197,40

Tabulka č. 5 Náklady na svícení kompaktních zářivek a halogenových žárovek

Z tabulky je vidět, že celkové náklady kompaktních zářivek a halogenových žárovek na jeden rok svícení jsou 3 459,41 Kč. Po přičtení k nákladům na jejich pořízení dostaneme celkové náklady na jeden (první) rok svícení a to 24 425,41 Kč.

Náklady na svícení kompaktních zářivek a LED světelných zdrojů s patičí G4

Počet světelných zdrojů (ks)	Patice	Příkon (W)	Cena za rok svícení (Kč)
42	GU-10	18	965,79
33	G9	28	758,84
36	E14	30	1064,34
16	E27	30	437,04
6	G4	10	29,57

Tabulka č. 6 Náklady na svícení kompaktních zářivek a LED světelných zdrojů

Z tabulky vidíme, že celkové náklady kompaktních zářivek a halogenových žárovek na jeden rok svícení jsou 3 291,58 Kč. Po přičtení k nákladům na jejich pořízení dostaneme celkové náklady na jeden (první) rok svícení a to 25 808,58 Kč.

11.1.3 Při osazení LED světelných zdrojů

Náklady na provoz kompaktních zářivek včetně jejich pořízení.

Počet světelných zdrojů (ks)	Patice	Příkon (W)	Cena za rok svícení (Kč)
42	GU-10	4,5	620,87
33	G9	4	433,62
36	E14	6	709,56
16	E27	5,5	298,08
6	G4	1,5	29,57

Tabulka č. 7 Náklady na svícení LED světelných zdrojů

Z tabulky je patrné, že celkové náklady kompaktních zářivek a halogenových žárovek na jeden rok svícení jsou 2 091,70 Kč. Po přičtení k nákladům na jejich pořízení dostaneme celkové náklady na jeden (první) rok svícení a to 36 376,7 Kč.

11.2 Celková spotřeba energií celého RD na 1 rok provozu

Do této spotřeby bude zahrnuta elektrická energie včetně spotřeby vody. Průměrná spotřeba vody rodinného domu se zahradou 4 osoby se bere 2 dospělí a 2 děti. V tabulce (Tab. č. 8) můžeme vidět průměrnou spotřebu vody v RD. Do této statistiky se nezahrnuje spotřeba vody při koupání v bazénu. Tato dodatečná položka bude účtována zvlášť včetně spotřeby elektrické energie na jeho provoz.

činnost	Spotřeba vody v litrech			
	os*den ⁻¹	4*os*den ⁻¹	os*rok ⁻¹	4*os*rok ⁻¹
vaření	5	20	1825	7300
pití	4	16	1460	5840
koupel - vana	175	350	63875	127750
sprchování	70	140	25550	51100
splachování WC	40	160	14600	58400
mytí nádobí vč. použití myčky	5	20	1825	7300
zalévání zahrady	25	100	9125	9000
myčka	5	20	1825	7300
průměrná spotřeba	206	826	75190	300760

Tabulka č. 8 Průměrná spotřeba vody v rodinném domě

Bereme, že v RD bydlí rodiče tj. 2 dospělí a minimálně 2 děti, poté by průměrná rodinná spotřeba pitné vody bez provozování bazénu byla dle tabulky 300 760 l*rok⁻¹. Při průměrné ceně 81,04 Kč za m³, nám vychází cena 24 373,59 Kč*rok⁻¹.

Spotřebu elektrické energie spotřebičů vypočítáme dle tabulky č. 9, kde jejich spotřebu vynásobíme cenou za 1 kW a počtem cyklů za 1 rok jejich provozu.

Spotřebič	Spotřeba (kW*den ⁻¹ nebo kW*cyklus ⁻¹)	Cena za rok
myčka	0,900	810 Kč
pračka	0,66 – 0,95	950 Kč
lednička	0,680	1 117 Kč
varná deska	0,450	405 Kč
trouba	0,830	450 Kč
mikrovlnná trouba	0,063	240 Kč
bojler	9,790	14 068 Kč
Varná konvice	0,110	270 Kč
TV - LED	0,053	543 Kč
Vysavač	0,660	320 Kč
Notebook	0,015	900 Kč
Fén	0,220	300 Kč

Tabulka č. 9 Spotřeba elektrické energie spotřebičů

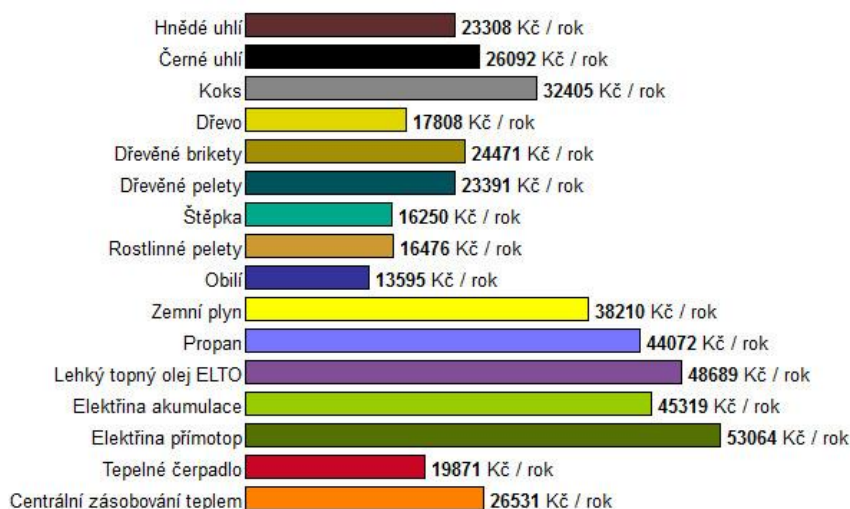
Průměrné náklady na provoz spotřebičů za jeden rok činí 19 573 Kč. Pokud nepočítáme spotřebu elektrické energie bazénu, a spotřebu elektrické energie na vytápění RD, tak průměrné celkové náklady elektrické energie RD jsou 19 873 Kč.

Spotřeba elektrické energie vnitřního bazénu je přibližně 100 000 Kč

Tyto náklady se tolik nemění. Největší položka, která bude s cenou hodně hýbat, je vytápění, které je závislé na počasí. Například pokud bude mírná zima a bude navíc krátká, budou náklady na vytápění velmi nízké. Naopak při tuhé zimě a navíc dlouhé, budou náklady na vytápění velmi vysoké.

Tyto náklady lze snížit například kotlem na tuhá paliva, který nám bude ohřívat vodu, kterou rozvedeme pomocí trubek do radiátorů, které jsou v pokojích.

Přehled nákladů na vytápění (dům se spotřebou 65 GJ tepla ročně)



Obr. 10: Náklady na vytápění RD [10]

Při osazení halogenových žárovek, které budou svítit v průměru 2 hodiny denně při průměrné spotřebě vyjmenovaných spotřebičů, bazénu a průměrných nákladech na vytápění pomocí a) Elektrické akumulace b) Elektrickým přímotopem c) Zemním plynem d) Dřevem, budou celkové náklady

Budou celkové náklady součtem spotřeby halogenových žárovek 11 057,31 Kč, nákladů na provoz spotřebičů 19 573 Kč a nákladů spotřeby vody, které činí 24 374 Kč

- Elektrická akumulací vytápění stojí 45 319 Kč, při přičtení všech položek dostaneme celkové náklady na provoz RD a to přibližně 191 323 Kč
- Elektrický přímotop stojí 53 064 Kč, při přičtení všech položek dostaneme celkové náklady na provoz RD a to přibližně 199 068 Kč
- Topení zemním plynem stojí 38 210 Kč, po přičtení ostatních položek dostaneme celkové náklady na provoz RD a to přibližně 184 214 Kč
- Topení dřevem stojí okolo 17 808 Kč ročně, při přičtení všech položek dostaneme celkové náklady na provoz RD a to přibližně 163 812 Kč

Při osazení kompaktních zářivek s 1) halogenovými žárovkami, které budou svítit v průměru 2 hodiny denně, při průměrné spotřebě vyjmenovaných spotřebičů, bazénu a průměrných nákladech na vytápění pomocí a) Elektrické akumulace b) Elektrickým přímotopem c) Zemním plynem d) Dřevem.

Budou celkové náklady součtem spotřeby kompaktních zářivek s halogenovými žárovkami je cena 3 459 Kč, nákladů na provoz spotřebičů 19 573 Kč a nákladů spotřeby vody, které činí 24 374 Kč

- a) Elektrická akumulace stojí 45 319 Kč, při přičtení všech položek dostaneme celkové náklady na provoz RD a to přibližně 183 725 Kč
- b) Elektrický přímotop stojí 53 064 Kč, při přičtení všech položek dostaneme celkové náklady na provoz RD a to přibližně 191 470 Kč
- c) Topení zemním plynem stojí 38 210 Kč, po přičtení ostatních položek dostaneme celkové náklady na provoz RD a to přibližně 176 616 Kč
- d) Topení dřevem stojí okolo 17 808 Kč ročně, při přičtení všech položek dostaneme celkové náklady na provoz RD a to přibližně 156 214 Kč

2) s LED světelnými zdroji o celkové ceně 3 292 Kč bude cena:

- a) Elektrická akumulace – celkové náklady RD 183 558 Kč
- b) Elektrický přímotop - celkové náklady RD 191 303 Kč
- c) Topení zemním plynem - celkové náklady RD 176 449 Kč
- d) Topení dřevem - celkové náklady RD 156 047 Kč

Při osazení LED světelných zdrojů, které budou svítit v průměru 2 hodiny denně při průměrné spotřebě vyjmenovaných spotřebičů, bazénu a průměrných nákladech na vytápění pomocí a) Elektrické akumulace b) Elektrickým přímotopem c) Zemním plynem d) Dřevem.

Budou celkové náklady součtem spotřeby LED světelných zdrojů 2 092 Kč, nákladů na provoz spotřebičů 19 573 Kč a nákladů spotřeby vody, které činí 24 374 Kč.

- a) Elektrická akumulace – celkové náklady RD 182 358 Kč
- b) Elektrický přímotop - celkové náklady RD 190 103 Kč
- c) Topení zemním plynem - celkové náklady RD 175 249 Kč
- d) Topení dřevem - celkové náklady RD 154 847 Kč

Pro přehlednější porovnání nákladů na jeden rok provozu RD jsou všechny celkové náklady dány do tabulky.

Světelný zdroj	druh vytápění			
	El. Akumulace	El. přímotop	Zemní plyn	Dřevo
Halogenová žárovka	190 323 Kč	198 068 Kč	183 214 Kč	162 812 Kč
Kompaktní žárovka*	182 725 Kč	190 470 Kč	175 616 Kč	155 214 Kč
Kompaktní žárovka**	182 558 Kč	190 303 Kč	175 449 Kč	155 047 Kč
LED světelný zdroj	181 358 Kč	189 103 Kč	174 249 Kč	153 847 Kč

*Při použití halogenových žárovek s patičí G9, **Při použití LED světelných zdrojů s patičí G9

Tabulka č. 10 Porovnání nákladů při osazení různých světelných zdrojů

Ze zjištěných výsledků můžeme říci, že na vytápění RD je nejlepší kotel na tuhá paliva a jako osvětlení nám nejlépe vycházely LED světelné zdroje.

Závěr:

Umělé světlo a jeho vliv na lidský organismus se nedá srovnávat s denním neboli se slunečním světlem. Ale jelikož intenzita denního světla není stálá, proto musíme používat kromě přírodního zdroje světla i umělé osvětlení. Při volbě umělého osvětlení je nejdůležitější volit správnou intenzitu světelného zdroje, tak i jejich správný počet a vhodné umístění v místnosti, aby vyzařované světlo z oněch světelných zdrojů mělo co nejlepší účinek na náš lidský organismus.

Má práce se zabývala zhodnocením energetické náročnosti rodinného domu, při osazení různých typů světelných zdrojů a to Halogenových žárovek, Kompaktních zářivek a LED světelných zdrojů. V první části mé práce se zjišťovala návratnost světelných zdrojů použitých v rodinném domě. Proto jsem vytvořil program v programovacím jazyku JAVA. Z něho jsem zjistil, že nejekonomičtěji vycházejí LED světelné zdroje a to díky jejich dlouhé životnosti a malé spotřebě. Ve druhé části práce jsem ve 2 vybraných místnostech vytvořil simulaci rozložení světla. K tomu jsem použil program WILS. Z tohoto programu jsem zjistil, že ideální lustr pro dané místnosti je takový, který má možnost pohybovat se světelnými zdroji do různých stran tak, aby mohl osvětlit i ty části místnosti, které by běžný lustr se světlem směřujícím dolů nedokázal osvětlit. V poslední třetí části mé práce jsem se zjišťoval celkové cenové náklady na provoz rodinného domu za jeden rok. Do celkové spotřeby jsem zahrnul cenu za spotřebu vody, vytápění, provoz krytého bazénu a náklady za spotřebovanou energii světelných zdrojů. Největší náklady byly na provoz krytého bazénu, které v průměru činí 100 000 Kč. Druhá největší částka byla za vytápění rodinného domu. Nejekonomičtější varianta je kotel na tuhá paliva, jehož úspora se pohybuje až v desetitisících korun za jeden rok.

Seznam použité literatury

- [1] CHALUPSKÝ, Ladislav: Polytechnická knižnice: 100x o umělém osvětlení. 1.vyd. Praha: ROH, 1969. s. 278.
- [2] VACULÍK, Radim: Optika jednoduše [online]. ©2006, [cit. 2015-04-12]. Dostupné z: <<http://optika.kuratko.net/vlastnosti.htm>>
- [3] ŠULA, Otto: Příručka osvětlovací techniky. 1.vyd. Praha: SNTL, 1969. s 324
- [4] SOKANSKÝ, Karel. Světelná technika. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011, 255 s. ISBN 978-80-01-04941-9.
- [5] Environmentální fyzika. Ústav fyziky a materiálového inženýrství. [cit. 2015-04-13] Dostupné také z: http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env_fyzika/
- [6] SMOLÍK, Jan: Technika prostředí. 1.vyd. Praha, Bratislava: SNTL a ALFA, 1985. s 320.
- [7] HABEL, Jiří. Světlo a osvětlování. Praha: FCC Public, 2013, 622 s. ISBN 978-80-86534-21-3.
- [8] <http://www.ledtip.cz/>
- [9] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. ČSN [online]. [cit. 2015-04-12]. Dostupné z: <https://csnonline.unmz.cz/>
- [10] TZB-info.cz
- [11] Průměrná spotřeba vody. Výzkumný technologický institut. [cit. 2015-04-28] Dostupné také z: <http://www.vti-cz.com/>

Seznam použitých symbolů a zkratek

Jednotky:

W – Watt, jednotka výkonu

V - Volt, jednotka napětí

A - Ampér, jednotka proudu

I - Proud

U - Napětí

lm - lumen

μm - micrometr

cm - centimetr

Nz - pořizovací náklady na světelné zdroje (Kč)

Np - provozní náklady

N - celkové náklady

Cz – cena žárovky

n – počet kusů žárovek

P – výkon žárovky ve wattech

Cw – cena za kW hodinu

t – doba svícení

Hz – Jednotka kmitočtu

Ah - Ampér hodina

m³ – jednotka objemu, metr krychlový

l – jednotka objemu, litr

Kč – Korun českých

PVC - Polyvinylchlorid

RD - rodinný dům

UTP - nestíněná kroucená dvojlinka (Unshielded Twisted Pair)

Belden – spojovací technika

Patch panel - slouží správci sítě k připojení jednotlivých uživatelů do aktivních zařízení jako jsou switche nebo telefonní ústředny.

WC – Toaleta

CYKY – Označení kabelu, který se používá pro pevné uložení do omítky, instalačních žlabů a lišt: CYKY – kulatý

CYKY-J – Kabel s měděným jádrem, Izolace (PVC) žíly jsou stočené do duše kabelu
Obal (plastová páska, nebo výplňová guma), Plášť (PVC černý odolný proti
UV záření)

TCEKY - sdělovací a signální kabel pro místní síť

UTP 4P - Je určený pro instalace strukturovaných kabeláží nebo výrobu patch kabelů.
systém ÚT – systém ústředního topení

ČEZ - Energetická společnost

rozdávěč „RH“ - je určen k povrchové montáži Vyroběn z vysoce kvalitního plastu

ABS Rozvaděč je vybaven svorkovnicí N+PE a DIN lištou Krytí IP65

NN – nízké napětí

SMD - (Surface Mount Device / Diode)

EZS - Označení elektronický zabezpečovací systém

ČSN - chráněné označení českých technických norem

TN-C-S – druh rozvodové sítě

Seznam obrázků

Obr. 1: Barevné spektrum viditelného světla [4]

Obr. 2: Schéma přibližných barevných teplot umělých a denních zdrojů světla [2]

Obr. 3.1: Části obyčejné žárovky: [1]

Obr. 3.2: Konstrukce halogenové zářivky [1]

Obr. 3.3: Konstrukce kompaktní zářivky se zabudovaným doutnavkovým startérem a patičí G24-d [1]

Obr. 3.4: Příklad osazení LED diod [8]

Obr. 3.5: Příklad osazení SMD technologie [8]

Obr. 5 Simulace osvětlení dětského pokoje D1 – pohled shora

Obr. 6 Simulace osvětlení pracovny - pohled zezadu

Obr. 7 Simulace osvětlení pracovny - pohled shora

Obr. 8 Simulace osvětlení dětského pokoje D1 – pohled shora

Obr. 9 Simulace osvětlení pracovny – pohled shora

Obr. 10: Náklady na vytápění RD

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 Halogenová žárovka	28
Tabulka č. 2 Kompaktní zářivka	29
Tabulka č. 3 LED světelný zdroj	29
Tabulka č. 4 Náklady Halogenových žárovek na jeden rok svícení	36
Tabulka č. 5 Náklady na svícení kompaktních zářivek a halogenových žárovek	37
Tabulka č. 6 Náklady na svícení kompaktních zářivek a LED světelných zdrojů	37
Tabulka č. 7 Náklady na svícení LED světelných zdrojů	38
Tabulka č. 8 Spotřeba vody v rodinném domě	38
Tabulka č. 9 Spotřeba elektrické energie spotřebičů	43
Tabulka č. 10 Porovnání nákladů při osazení různých světelných zdrojů	45

Seznam příloh

P I - Půdorys 1. NP - Osvětlení

P II - Půdorys 2. NP - Osvětlení

P III Půdorys 1. NP - Elektrotechnologie

P IV Půdorys 2. NP - Elektrotechnologie

P V Program na výpočet návratnosti světelných zdrojů