

Interiérové osvětlení

Jan Červenka

Bakalářská práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací

nascannované zadání s. 1

nascannované zadání s. 2

*** naskenované Prohlášení str. 1***

*** naskenované Prohlášení str. 2***

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá problematikou interierového osvětlení. Najdeme zde jak historický vývoj, tak současné moderní trendy. Podstatnou část práce tvoří teorie o světle z fyzikálního hlediska, včetně uvedených příkladů pro výpočet správného osvětlení v interiéru.

V praktické části je řešen návrh přenosného místního zdroje osvětlení, využívající technologie High power LED a RGB LED diod.

Klíčová slova: světlo, interiérové osvětlení, LED diody, přenosný zdroj světla

ABSTRACT

This work is consider about interior lighting. We can find there historical development, but also currently modern trends. Significantly part of this work is about light and its physical aspect including example calculations of correct lighting in interior.

In practical part, there is design of moveable local light source making use of technology of High power LED and RGB LED diode.

Keywords: light, interior lighting, LED diode, moveable light source

Můj největší dík a úcta patří, bezesporu, vedoucímu mojí bakalářské práce, panu Vojtěchu Anderlemu. Pomohl mi vždy, když jsem potřeboval. Ať už radou, připomínkou nebo jen váhavým pohledem. Se spoluprací a jeho vedením jsem byl nad míru spokojen a ještě jednou mu velice děkuji a přeji spoustu úspěchů jak v osobním, tak pracovním životě.

Rovněž bych chtěl touto cestou poděkovat pánům Miroslavu Kučerovi a Pavlu Řičicovi za zasvěcení do důležitých informací o fyzice a technologii světla.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| ÚVOD | 10 |
| I TEORETICKÁ ČÁST | 11 |
| 1 SVĚTLO | 12 |
| 1.1 SLUNCE | 12 |
| 1.2 HISTORIE OSVĚTLENÍ..... | 12 |
| 1.2.1 Oheň | 12 |
| 1.2.2 Počátky veřejného osvětlení..... | 13 |
| 1.2.3 Plynové lampy..... | 13 |
| 1.2.4 Elektrické osvětlení..... | 14 |
| 1.3 SVĚTELNÝ ZDROJ | 15 |
| 2 TECHNOLOGIE | 17 |
| 2.1 ŽÁROVKA | 17 |
| 2.1.1 Standardní žárovka..... | 18 |
| 2.1.2 Halogenová žárovka..... | 19 |
| 2.1.3 LED žárovka | 20 |
| 2.2 ZÁŘIVKA | 21 |
| 2.2.1 Lineární trubicová zářivka | 21 |
| 2.2.2 Kompaktní zářivka..... | 21 |
| 3 FOTOMETRICKÉ VELIČINY | 23 |
| 3.1 SVÍTIVOST | 24 |
| 3.2 SVĚTELNÝ TOK..... | 25 |
| 3.3 INTENZITA OSVĚTLENÍ..... | 25 |
| 3.3.1 Doporučená intenzita osvětlení..... | 26 |
| 3.4 TEPLOTA CHROMATIČNOSTI | 27 |
| 3.5 JAS SVĚTLA | 28 |
| 4 EKONOMIE OSVĚTLENÍ | 29 |
| 4.1 ENERGETICKÝ ŠTÍTEK..... | 29 |
| 4.2 EKONOMICKÁ ÚSPORA..... | 30 |
| 4.3 EKOLOGICKÉ SVÍCENÍ..... | 30 |
| 4.4 DOPORUČENÍ K OMEZENÍ SPOTŘEBY | 32 |
| 5 OSVĚTLENÍ INTERIÉRU | 33 |
| 5.1 OBECNÉ INFORMACE | 33 |
| 5.1.1 Umístění světelných zdrojů..... | 33 |
| 5.1.2 Směr svítivosti svítidel..... | 33 |
| 6 VÝPOČET SPRÁVNÉHO OSVĚTLENÍ MÍSTNOSTI | 35 |
| 6.1 VÝPOČTY | 35 |
| 6.1.1 Výpočet činitele odrazu místnosti..... | 35 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 6.1.2 | Výpočet průměrného koeficientu odrazivosti stěn a stropů..... | 36 |
| 6.1.3 | Měrný výkon osvětlovací soustavy..... | 38 |
| 6.1.4 | Orientační výpočet příkonu osvětlení pro celou osvětlovanou místnost | 40 |
| II | PRAKTICKÁ ČÁST | 42 |
| 7 | PROČ ZROVNA OSVĚTLENÍ? | 43 |
| 7.1 | POČÁTEK..... | 43 |
| 7.2 | NÁVRH ŘEŠENÍ | 44 |
| 7.3 | HLAVNÍ SVĚTELNÝ PRVEK..... | 44 |
| 7.3.1 | Světlo..... | 44 |
| 7.3.2 | Ovládání | 45 |
| 7.3.3 | Stínítka | 46 |
| 7.3.4 | Zavěšení a napájení světla..... | 47 |
| 7.3.5 | Materiál a konstrukce světla | 47 |
| 7.3.6 | Nákresy | 48 |
| 7.4 | LIŠTA | 49 |
| 7.4.1 | Konstrukce lišty | 49 |
| 7.4.2 | Napájení | 49 |
| 7.5 | LAMPIČKA..... | 51 |
| 7.6 | DALŠÍ MOŽNOSTI VYUŽITÍ | 51 |
| | ZÁVĚR..... | 52 |
| | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY..... | 53 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ | 54 |
| | SEZNAM TABULEK..... | 55 |

ÚVOD

Fiat lux – neboli „Budiž světlo“. Citát z knihy Genesis, podle které Bůh započal s tvořením světa právě oddělením světla od tmy. Ať už člověk věří v mýtické stvoření světa za šest dní, nebo je zastáncem teorie velkého třesku, tento výrok bude pravdivý vždy. Světlo totiž bylo, je a bude jedním z hlavních a nejdůležitějších faktorů ovlivňující charakter celého vesmíru.

A právě okolo světla se točí celá tato práce. Problematika osvětlení interiéru je i v dnešní moderní době podle mého názoru trošku podceňovaná. Správné světelné podmínky totiž dokážou nabudit nejen psychickou, ale i fyzickou aktivitu člověka. Naopak špatně vyřešené osvětlení nám může navodit pocity únavy nebo deprese. Ve většině domácností je osvětlení řešeno stylem „padni, kam padni“. Nad správným umístěním a kombinací světelných zdrojů se pozastaví jen málo kdo. Většinou uprostřed místnosti visí ze stropu lustr a vedle sedačky nebo na stole je postavená lampička. Tento systém neumožňuje uživateli přizpůsobit si ho podle aktuální potřeby. Je limitován nejen místem, ale i závislostí na napájecím kabelu. Světelné zdroje jsou navíc velmi často vybaveny klasickými starými neekologickými žárovkami, které je potřeba často měnit a navíc ani jejich efektivita není nějak slavná.

V dnešní moderní době už existují technologie, které tyto nedostatky dokážou velice efektivně řešit. Nejsou ale zatím příliš známé. Postupně si získávají stále větší a větší oblibu hlavně u mladých lidí a u těch, kterým není lhostejný stav naší planety a vůbec sebe sama. Je to však pořád pouze mizivé procento naší populace. Buďme ale optimističtí. Bavíme-li se o světle, tak budoucnost patří jednoznačně technologiím energeticky a hlavně ekologicky nenáročných zdrojům světla.

„Budoucnost patří LED diodám!“

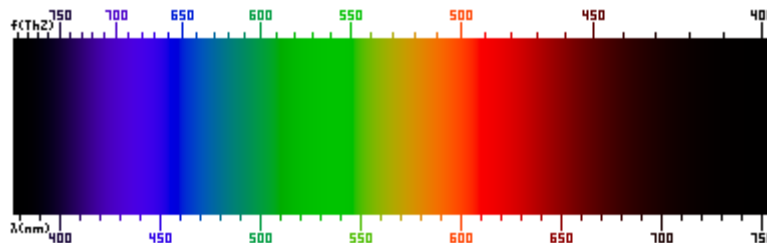
I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SVĚTLO

1.1 Slunce

Ale začněme pěkně od začátku. Pro Zemi bylo vždy hlavním zdrojem světla Slunce. V porovnání s ostatními hvězdami je naše Slunce poměrně malé. Pomocí Morganovi-Keenanovi spektrální klasifikace ho řadíme do třídy žlutých trpaslíků. Konkrétně pak do podtřídy G2V. Povrchová teplota těchto hvězd se pohybuje v rozmezí od 6000K do 5000K. Slunce má přibližnou povrchovou teplotu 5700K, což je asi 5973°C.

Energie slunečního záření je nezbytná pro jakýkoli život na Zemi. Pomineme nyní význam Slunce na podnebí, fotosyntézu a jiné jevy a zaměříme se na jeho světelné vlastnosti. Barva Slunce se během dne mění. Při východu a západu se nám jeví jako červené. Během dne se pak dostává přes žlutou až do jasně bílé, kdy je intenzita slunečního záření největší. Barvu rovněž ve velké míře ovlivňuje zemská atmosféra, která k nám propouští pouze část barevného spektra. Jedná se o všechny složky viditelného spektra o vlnové délce 400-750nm, ultrafialového spektra (UV) o vlnové délce 10-400nm a infračerveného spektra (IR) o vlnové délce 760-1000nm.



Obrázek 1 Viditelné spektrum

1.2 Historie osvětlení

1.2.1 Oheň

Oheň měl v historickém vývoji člověka velmi zásadní roli. Nejen že dodával člověku světlo a teplo, ale hlavně ochranu. Díky ohni mohl člověk začít zpracovávat nejrůznější materiály, jakými byly například vosky, kovy nebo hlína.

Význam ohně přetrvává i v dnešní moderní kultuře. Přirozená barva ohně a mihotavý plamen je stále pro spousty lidí jakýmsi symbolem, kterého využívají nejen k praktickým věcem jako například tepelné zpracování potravy nebo svícení, ale i při různých rituálních, společenských a zábavných akcích.

1.2.2 Počátky veřejného osvětlení

První pokus o rozsvícení temných městských ulic se datuje již roku 1558, kdy nechal francouzský král Jindřich II. instalovat v Paříži přes sedm set kotlů naplněných zapálenou smůlou. O padesát let později se jím nechal inspirovat i císař Rudolf II. a osvětlil část Prahy. Trvalé osvětlení získala Praha až v roce 1723 díky olejovým lucernám, které byly rozmístěny na tzv. Královské cestě (Obecní dům – Celetná ulice – Staroměstské náměstí – Karlova ulice – Karlův most – Nerudova ulice – Pražský hrad). Zpočátku lucerny svítily pouze v zimě. Postupem času, hlavně díky měšťanům, kteří si věšely lucerny na své domy kvůli bezpečí, se jejich počet několikanásobně rozšířil a v roce 1823 již byla Praha osvětlena více než tisíci lucernami.

1.2.3 Plynové lampy

S rozvojem moderních měst se na začátku 19. století objevují v ulicích již propracovanější plynové lampy. Plyn, který vyživuje plamen, se nazývá svítiplyn a vyrábí se destilací z kamenného uhlí. Poprvé se tyto lampy rozzářily na londýnské třídě Pall Mall. Později i na Westminsterském mostě a v Paříži. Objeviteli plynové lampy byli pánové Murdock a Lebon. Avšak průkopníkem této metody osvětlení měst byl Albert Winsor. O jeho původu se vedou spekulace. Podle nejstaršího objeveného zdroje – Světozor z roku 1889 – pocházel A. Winsor, vlastním jménem Zachariáš Andreas Winsler, ze Znojma.

Praha se dočkala plynového osvětlení v roce 1845, kdy první pražská plynárna dodala plyn pro rozsvícení Staroměstského náměstí, Národní třídy, Celetné a Karlovy ulice. Během dalších let postupně vznikají další plynárny na Žižkově, Smíchově a v Holešovicích.

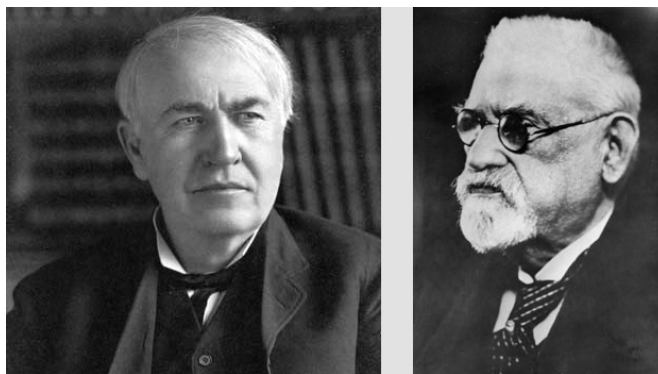


Obrázek 2 Plynové lampy

1.2.4 Elektrické osvětlení

Dalším významným mezníkem pro osvětlovací techniku byl bezesporu objev stálého zdroje napětí, Voltova článku, v roce 1800. Celá druhá polovina 19. století se pak nesla v duchu technického aplikování elektřiny na různé spotřebiče.

21. října 1879 sestrojil Thomas Alva Edison první funkční vakuovou žárovku, která byla schopna svítit zhruba 13 hodin a 30 minut. O rok později už přesahovala průměrná životnost žárovky 1200 hodin svícení. Žárovky se, jako veřejné osvětlení, poprvé použily v roce 1881 v USA a Anglii. U nás to bylo o necelý rok později v Mahenově divadle v Brně. Vedle vakuových žárovek se zhruba ve stejném období objevují i tzv. obloukové lampy. Tvůrcem prvních „obloukovek“ použitých ve veřejném osvětlení byl Pavel Nikolajevič Jabločkov. Český vynálezce František Křižík posléze významně přispěl k jejímu zdokonalení a rozšíření nejen po Evropě, ale i v USA.



Obrázek 3 Thomas A. Edison a František Křižík

V dnešní době si již ulice měst bez veřejného osvětlení snad ani neumíme představit. V České republice je nejrozšířenější osvětlení pomocí vysokotlakových sodíkových výbojek. Ty jsou z energetického hlediska nejvýhodnější, avšak jejich typická žlutá barva a nízký index barevného podání jsou cílem mnoha spekulací. Daleko lepším řešením jsou, v souladu s moderními trendy, nízkotlaké nebo vysokotlaké rtuťové výbojky, vysokotlaké halogenidové výbojky nebo zářivky.

1.3 Světelný zdroj

Jedná se o zdroj elektromagnetického záření s vlnovým rozsahem přibližně 380 - 780nm. Záření o této vlnové délce patří do skupiny viditelného spektra a můžeme ho pozorovat pouhým okem. Světelné zdroje můžeme rozdělit do dvou hlavních kategorií. Přírodní zdroje a zdroje umělé – vytvořené člověkem⁽¹⁾:

Přírodní zdroje

- kosmická tělesa – Slunce, hvězdy
- chemická reakce – oheň
- biologické – světlušky a někteří mořští živočichové
- elektrické výboje – blesk
- tektonické jevy – žhnoucí láva

Umělé zdroje – dělí se podle principu vzniku světla

- teplotní záření – žárovka
- záření elektrického výboje – zářivky, výbojky
- luminiscence – LED diody

U umělých světelných zdrojů dále sledujeme parametry jako:

- život světelného zdroje (h)
- hodnota světelného toku

- spektrální složení světelného toku
- svítivost
- jas
- teplota chromatičnosti
- index podání barev

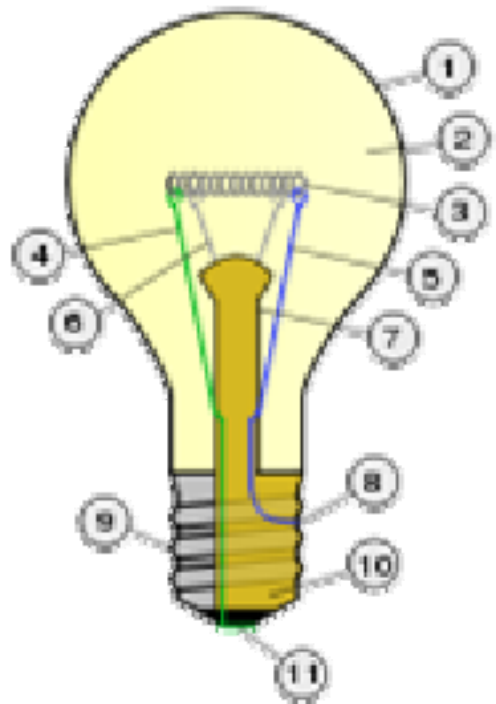
U umělých světelných zdrojů závislých na elektrické energii se udává rovněž příkon, napětí, proud a měrný výkon. Ten charakterizuje efektivnost přeměny elektrické energie na světelnou.

2 TECHNOLOGIE

2.1 Žárovka

Patří mezi jednoduchá zařízení, která převádí elektrickou energii na světelnou. Princip žárovky je založen na zahřívání tenkého vodiče elektrickým proudem. Při zahřátí vlákna na vysokou teplotu začne vlákno zářit. Převážná část tohoto záření je v infračerveném spektru. Pro nás je ale důležitá především část viditelného spektra. Když zahřejeme vlákno na ještě vyšší teplotu (přežhavíme), objevuje se i záření v ultrafialovém spektru. Tohoto se využívá zejména u halogenových a projekčních žárovek. Škodlivé ultrafialové záření ale díky skleněné baňce neproniká.

1. Skleněná baňka
2. Náplň: nízkotlaký inertní plyn
3. Wolframové vlákno
4. Kontaktní vlákno
5. Kontaktní vlákno
6. Podpurná vlákna
7. Držák (sklo)
8. Kontaktní vlákno
9. Závit pro objímku
10. Izolace
11. Elektrický kontakt



Obrázek 4 Schéma žárovky

2.1.1 Standardní žárovka

V současné době je to zatím nejvíce využívaná žárovka. Světlo vzniká rozžhavením velmi tenkého wolframového vlákna. Světelná účinnost této žárovky je poměrně hodně malá. Zhruba 8% z celkové elektrické energie. Přebytečná energie je vyzařována v podobě tepelného záření. Tento světelný zdroj je tedy nejméně hospodárný a má nejkratší životnost – cca 1000 hodin svícení. Hlavním důvodem jejího rozšíření je nízká pořizovací cena a jednoduchá manipulace.

Výhody⁽²⁾:

- jednoduché použití, okamžitý start
- přesné podání barev – klasická barva světla
- nízké pořizovací náklady

Nevýhody:

- velká spotřeba energie a nízká účinnost přeměny energie (92 % teplo a jen 8 % světlo)
- životnost jen cca 1000 hodin provozu
- relativně vysoká povrchová teplota

K dostání byly až do roku 2009 v několika příkonových a barevných variantách. V rámci Evropské unie a snahy o energetickou hospodárnost se od září 2009 již nesmí vyrábět s příkonem nad 100W. Postupně se omezení začne vztahovat i na žárovky s menším příkonem a v roce 2012 by měly klasické žárovky definitivně zmizet. Stejně omezení platí i pro barevnost baňky – konkrétně pro neprůhledné sklo baňky (matné, bílé, mléčné, ...). Snahou je přimět běžné domácnosti, aby přešly na ekologičtější formy svícení- např. halogenové žárovky.



Obrázek 5 Standardní žárovka

2.1.2 Halogenová žárovka

Fungují na stejném základu jako klasické žárovky. Jejich baňka je ale vyrobena z křemenného skla kvůli daleko vyšším teplotám uvnitř baňky. Wolframové vlákno se zde rozžhává až na teplotu okolo 3000°C. Problém s nízkou životností je u tohoto typu žárovek řešen pomocí příměsí halogenu, který omezuje vypařování wolframového vlákna.

Mezi podstatné nevýhody halogenové zářivky patří použité křemenné sklo, které je, na rozdíl od normálního skla, propustné pro UV záření. Musí se tedy používat s příměsí oxidu ceričitého nebo titaničitého. Čímž samozřejmě roste její pořizovací cena. Křemenné sklo může být rovněž poškozeno pouhým stykem s nechráněnou pokožkou. Soli obsažené v potu mohou narušit strukturu skla a způsobit jeho následné prasknutí.

Nejmodernější halogenové žárovky mají v sobě, mimo jiné, ještě příměs xenonu. Tyto vysokotlaké žárovky se nesmí používat pro veřejné osvětlení, a tak nachází své největší uplatnění v automobilovém průmyslu.

Výhody⁽²⁾:

- spotřeba o 20 – 30 % nižší než u klasické žárovky
- 2× delší životnost oproti klasické žárovce (kolem 2000 hodin)
- možnost postupného stmívání

Nevýhody:

- vyšší cena ve srovnání s klasickými žárovkami
- nižší účinnost než kompaktní úsporné zářivky



Obrázek 6 Halogenová žárovka

2.1.3 LED žárovka

V současné době ekologického svícení se do popředí čím dál více dostávají žárovky s použitím tzv. LED technologie. Pracují na principu polovodičových destiček, na kterých se dodaný elektrický proud mění přímo na světlo. Nevytváří tedy téměř žádné ztráty v podobě tepla. To v praxi znamená, že při daleko menším příkonu dosáhneme stejné svítivosti jako u předchozích žárovek (např. 7W LED žárovka = 60W klasická žárovka). Životnost těchto žárovek se pohybuje v řádech desetitisíců, až statisíců hodin.

K dostání jsou rovněž v několika barevných variantách. Barva se zde odvíjí od chemického složení polovodiče. Novinkou na trhu jsou dnes tzv. RGB LED, kde pomocí tří základních barev, červené, zelené a modré, můžeme dosáhnout prakticky jakéhokoli barevného odstínu.

Snad jedinou podstatnou nevýhodou je v dnešní době pořizovací cena těchto žárovek. Jedná se však o nový produkt na trhu, čili můžeme předpokládat, že se cena bude s postupem času a rozšířením této technologie rapidně snižovat.

Výhody⁽²⁾:

- nižší spotřeba než úsporné zářivky
- dekorativní využití, možné změny barvy světla, bez barevných filtrů
- extrémně dlouhá životnost
- odolnost vůči nárazům a nešetrnému zacházení
- odolnost k častému vypínání a zapínání
- rychlé rozsvícení
- neobsahují rtuť

Nevýhody:

- vyšší pořizovací náklady
- světlo z bílých LED diod může zkreslovat barvy



Obrázek 7 LED žárovka

2.2 Zářivka

2.2.1 Lineární trubicová zářivka

V dnešní době se jedná se o jeden z nejvíce využívaných zdrojů světla tam, kde je důležité optimálně využívat elektrickou energii. Zejména kanceláře a veřejné prostory. Zářivky mají dlouhou životnost (okolo 16 000 hodin) a rovnoměrně šíří světlo.

Světlo je tvořeno pomocí elektrického pole. To mezi elektrodami vybudí páry rtuti, které začnou vyzařovat neviditelné UV záření. Díky speciální látce lumiforu na vnitřním povrchu trubice se UV záření mění na viditelné světlo. Správnou volbou lumiforu můžeme také ovlivňovat výslednou barvu světla.

Výhody⁽²⁾:

- vysoká životnost (až 16 000 hodin)
- úspora energie až 85 %

Nevýhody:

- pomalejší náběh do plné svítivosti
- omezený výběr svítidel



Obrázek 8 Lineární zářivka

2.2.2 Kompaktní zářivka

Jejich vznik a vývoj byl zapříčiněn zejména snahou o ekologičtější svícení. Slouží jako náhrada klasických žárovek, oproti kterým jsou až o 80% úspornější s životností od 6000 do 16 000 hodin. Fungují na stejném principu jako lineární zářivky, ale byly navrženy tak, aby pasovaly do stejných objímek jako klasické žárovky (E27,E14).

Výhody⁽²⁾:

- vysoká životnost (až 15 000 hodin u kvalitních výrobků, tj. 15x delší než u běžných žárovek)
- úspora energie 70 - 80 %
- 4-5x vyšší účinnost ve srovnání s klasickou žárovkou (23W zářivka = 100W žárovka)
- široká nabídka tvarů a barev světla

Nevýhody:

- vyšší pořizovací náklady
- nebezpečný odpad



Obrázek 9 Kompaktní zářivka

3 FOTOMETRICKÉ VELIČINY

tabulka 1 Fotometrické veličiny⁽³⁾

| veličina | symbol | jednotka SI | označení | poznámka |
|-------------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------|--|
| světelná energie | Q_V | lumen sekunda | lm*s | zářivá energie vyvolávající světelný vjem ohodnocená velikostí vjemu |
| světelný tok | Φ nebo F | lumen | lm (=cd*sr) | světelná energie za jednotku času procházející určitou plochou, někdy označovaný jako světelný výkon |
| svítivost | I nebo I_V | kandela | cd=(lm*sr ⁻¹) | základní jednotka SI |
| jas | L nebo L_V | kandela na metr čtverečný | cd*m ⁻² | světelný tok do jednotkového prostorového úhlu na "promítnutou" jednotkovou plochu zdroje |
| osvětlenost | E_V | lux | lx=(lm.m ⁻²) | světelný tok dopadající na plochu |
| světlení | H_V nebo M_V | lumen na metr čtverečný | lm*m ⁻² | světelný tok emitovaný plochou zdroje |
| světelná účinnost | K | lumen na watt | lm*W ⁻¹ | poměr světelného toku k zářivému toku |

3.1 Svítivost

tabulka 2 Hodnoty svítivosti vybraných zdrojů světla

| svítivost | zdroj |
|--------------|---------------------------------------|
| 0,005 cd | LED dioda |
| 1 cd | svíčka |
| 135 cd | 100W žárovka |
| 100 000 cd | reflektory auta (směr vpřed) |
| 1 000 000 cd | fotografický blesk (špičková hodnota) |

Svítivost charakterizujeme jednotkou kandela (cd), která patří do základních jednotek SI. Jedná se o sílu světla v určitém směru od zdroje. Udává prostorovou hustotu světelného toku zdroje světla v různých směrech. Svítivost se určuje pouze pro bodový zdroj.

Symbol veličiny: I

Svítivost I ve směru určeném úhlem γ je rovna

$$I = d\Phi / d\Omega,$$

kde $d\Omega$ je prostorový úhel, jehož osa leží ve směru určeném úhlem γ a $d\Phi$ je tok světelného zdroje vyzařující do prostorového úhlu $d\Omega$.

3.2 Světelný tok

Označujeme jím světelnou energii vyzářenou zdrojem světla za jednotku času. Jedná se o fotometrickou veličinu. Je tedy posuzována pouze z hlediska citlivosti lidského oka na různé vlnové délky.

Symbol veličiny: Φ

Základní jednotka: lumen (lm)

3.3 Intenzita osvětlení

Definujeme ji jako poměr světelného toku vůči osvětlované ploše.

Symbol veličiny: E

Základní jednotka: lux (lx)

$$E = \Phi / S$$

Jedním luxem se rozumí osvětlení o velikosti 1lm dopadající na plochu 1m²

3.3.1 Doporučená intenzita osvětlení

tabulka 3 Nejnižší přípustná intenzita osvětlení

| prostor | nejnižší příp. osvětlenost |
|--|----------------------------|
| sklepy, chodby (mimo byt) | 20 lx |
| předsíň, vstup do domu | 30 lx |
| obytné pokoje | 50 lx |
| chodby (v bytech), komunikace ve veřejných budovách | 75 lx |
| užitkové místnosti (WC, šatník, koupelna) | 100 lx |
| čekárny, haly, prádelny, pracovny pro hrubé práce | 150 lx |
| jídelní stůl pro společné stolování v domácnosti | 200 lx |
| učebna, kancelář, domácí dílna, psací stůl, pracovní plocha v kuchyni, | 300 lx |
| provozovny pro jemné práce, kreslírny, počítačová pracoviště, vyšetřovny, laboratoře | 750 lx |

tabulka 4 Doporučené hodnoty pro místní osvětlení (domácnost)

| druh činnosti | doporučené hodnoty pro místní osvětlení |
|--------------------|---|
| domácí dílna | 500 lx |
| čtení krátkodobé | 250 lx |
| studium a rýsování | 500 lx |
| hra na piano | 250-500 lx |
| běžné šití | 500 lx |
| kuchyňské práce | 250-500 lx |

3.4 Teplota chromatičnosti

Teplota chromatičnosti je barevná teplota popisující spektrum bílého světla, které při různých teplotách vyzařuje jinak barevné tepelné záření.



Obrázek 10 Teplota chromatičnosti

Příklady barevných teplot různých světelných zdrojů⁽⁴⁾ :

- 1200 K - svíčka
- 2800 K - žárovka, slunce při východu a západu
- 3000 K - studiové osvětlení
- 5000 K - obvyklé denní světlo, zářivky
- 5500 K - fotografické blesky, výbojky
- 6000 K - jasné polední světlo
- 6500 K - standardizované denní světlo
- 7000 K - lehce zamračená obloha
- 8000 K - oblačno, mlhavo (mraky zabarvují světlo do modra)
- 10 000 K - silně zamračená obloha nebo jen modré nebe bez Slunce

3.5 Jas světla

Jas je fotometrická veličina svítivosti. Díky nedokonalosti lidského oka je vnímán velice subjektivně. Jas různých předmětů vnímáme odlišně v závislosti na okolním prostředí. Například tmavý předmět na světlém pozadí vnímáme tmavěji. Na tomto faktu je založena podstatná část optických klamů.

Mají šedé pruhy stejnou barvu? Ano. Oba pruhy mají stejnou barvu, ale lidské oko vnímá jejich odlišné hodnoty jasu. Dochází tedy k optické iluzi a levý pruh se nám zdá světlejší.



Obrázek 11 Optický klam

4 EKONOMIE OSVĚTLENÍ

4.1 Energetický štítek

Podle směrnice 98/11/EC a nařízení o vyznačování spotřeby energie musí být světelné zdroje pro použití v domácnosti označeny energetickým štítkem.

Energetický štítek musí obsahovat⁽⁵⁾:

- třídu energetické účinnosti – indikační písmeno (A nejúspornější, G nejméně úsporné)
- světelný tok zdroje v lumenech (1500 lm)
- střední dobu životnosti (10000 hodin)
- údaj 24W/ 827 obsahuje následující informaci:
 - 24W příkon ve wattech (24W)
 - 8 podání barev Ra = 8 (standardní pro většinu zářivkových zdrojů)
 - 27 teplota chromatičnosti (přidáte 00), 2 700 K, warm white – teplá bílá



Obrázek 12 Energetický štítek

4.2 Ekonomická úspora

V dnešní době je to velice diskutované a prosazované téma. Což je dle mého názoru velmi dobře. I když počáteční investice do úsporných zářivek bývá zpravidla znatelně vyšší, postupem času se tato investice vrátí. Nemluvě o rapidním snížení spotřebované energie a s tím související hladiny vypouštěného oxidu uhličitého (CO₂). Tento problém se na evropském kontinentě začal viditelně řešit až se vznikem Evropské unie.

V následující tabulce si uvedeme příklad ekonomické výhodnosti pořízení úsporných zářivek místo klasických žárovek.

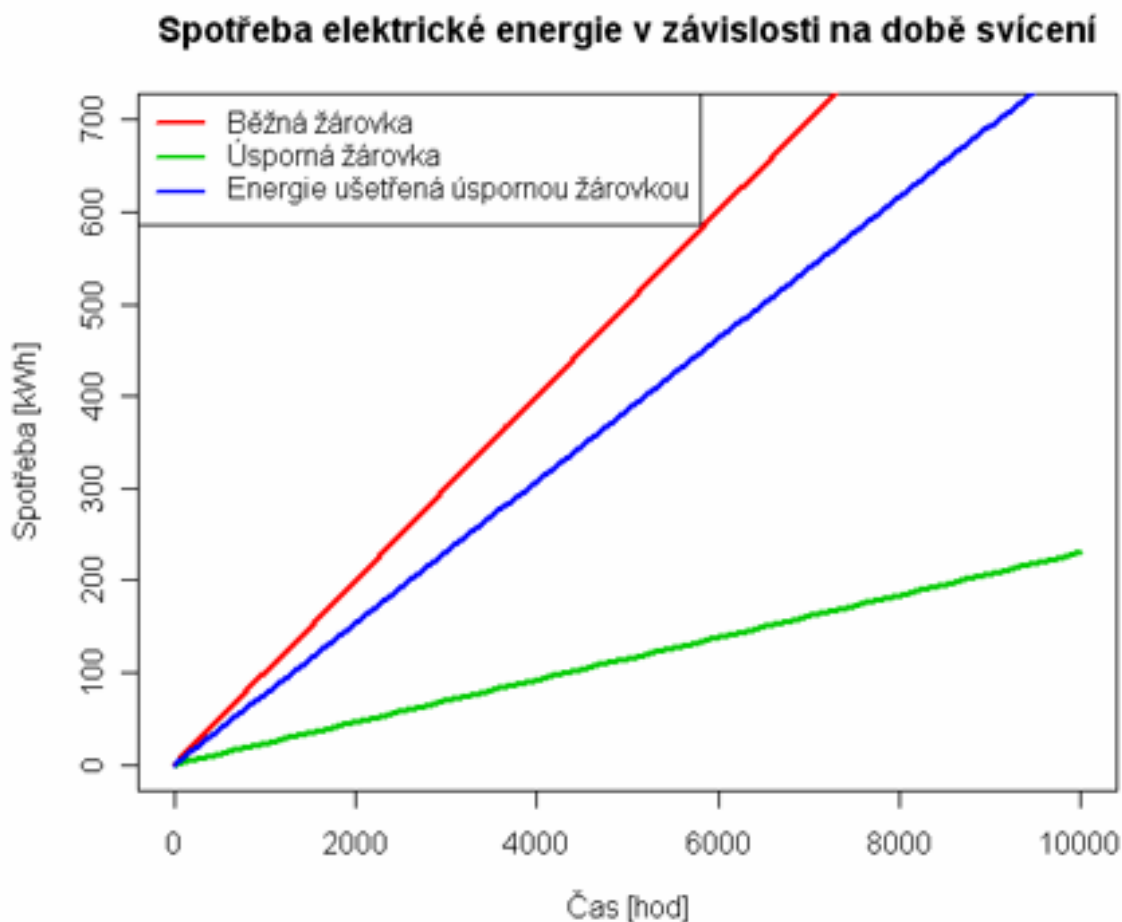
tabulka 5 Orientační výpočet ekonomické úspory ⁽⁵⁾

| náklady na 10 000 hodin provozu | 100W žárovka | úsporná zářivka |
|--|---------------------|------------------------|
| spotřebováno kWh | 1000 kWh | 210 kWh |
| cena za kWh celkem v Kč | 4720,- Kč | 991,- Kč |
| cena za počet zdrojů | 10ks x 10Kč = 100Kč | 1ks x 200Kč |
| náklady celkem | 4820,- Kč | 1191,- Kč |

Je zde tedy úspora celkem 3629,- Kč při výměně jedné klasické žárovky za úspornou zářivku, což není nezanedbatelná částka. Bereme-li v potaz počet žárovek v běžné domácnosti, úspora se dále zvyšuje. Vysoká cena, která je daná podmínkami na trhu, se postupem času a množstvím prodaných úsporných zářivek neustále snižuje.

4.3 Ekologické svícení

Pokud se budeme hlouběji zabývat dopadem na ekologii, musíme se pohybovat v globálním měřítku. Na jednu spotřebovanou kilowatthodinu se spálí zhruba jeden kilogram uhlí, přičemž do ovzduší unikne více než jeden kilogram oxidu uhličitého.



Obrázek 13 Graf spotřeby elektrické energie

Zelená křivka, označující úspornou zářivku, je viditelně ekologičtější než červená, která vyjadřuje spotřebu energie klasické žárovky. Nejdůležitější křivkou pro obecné srovnání je modrá, udávající celkovou uspořenou energii díky použití úsporné zářivky. Konkrétně například po šesti tisících hodinách svícení ušetříme 450kWh, což je zhruba 2000,- Kč z našich kapes a asi 450kg uhlí a 450kg oxidu uhličitého ve prospěch přírody.

4.4 Doporučení k omezení spotřeby⁽⁵⁾

- omezujte zbytečné stálé svícení (např. na chodbách) nebo dekorativní osvětlení.
- halogenová svítidla pro dekorativní osvětlení výrazně zvyšují spotřebu elektřiny a mají relativně krátkou životnost.
- namísto klasických žárovek používejte kompaktní zářivky – mají 5x menší spotřebu a až 15x delší životnost.
- klasické žárovky používejte jen ke krátkodobému svícení (koupelna, WC, šatna).
- používejte kompaktní zářivky s elektronickým předřadníkem s vhodnou barvou světla. Čím vyšší barevná teplota, tím bělejší světlo podobné dennímu. Bílé světlo je vhodné zejména pro pracovní činnosti (čtení, rýsování, ruční práce apod.).
- před koupí kompaktní zářivky se ujistěte, že pasuje do konkrétního svítidla. Kompaktní zářivky mají často objemnější spodní část – patici, která znemožňuje umístění v některých svítidlech.
- vybírejte pouze kvalitní světelné zdroje ve specializovaných obchodech. Kvalitní zářivky mají delší životnost, lepší podání barev i odolnost vůči častému spínání.
- pravidelně zbavujte svítidla prachu

5 OSVĚTLENÍ INTERIÉRU

Většina dnešních interiérů má špatně vyřešené světelné podmínky. Tento nedostatek působí jak na psychickou, tak i na zdravotní kondici člověka. Je to díky tomu, že se osvětlení interiérů nemístně podceňuje. Díky speciálním softwarům se již dnes dá předem naprojektovat ideální rozmístění, intenzitu i orientaci světelných zdrojů.

5.1 Obecné informace

5.1.1 Umístění světelných zdrojů

- **celkové osvětlení** – označuje hlavní osvětlovací prvek v místnosti, intenzita osvětlení by měla být dostatečně velká pro snadnou orientaci v prostoru, nejběžnější celkové osvětlení je tzv. lustr uprostřed místnosti
- **místní osvětlení** – osvětluje pouze část prostoru (např. pracovní stůl)
- **kombinované osvětlení** – kombinuje místní a celkové osvětlení, používá se v případech, kdy není potřeba osvětlovat celou místnost pomocí celkového osvětlení
- **sdrúžené osvětlení** – sdrúzuje osvětlení přírodní a umělé

5.1.2 Směr svítivosti svítidel

- **svítidla pro osvětlení přímé** - svítí jen jedním směrem a jsou to v podstatě reflektory. Reflektorové stínítko je neprůhledné a neprůsvitné. Používají se pro místní intenzivní osvětlení např. nad pracovním stolem. Světlo je však ostré, stíny jsou tvrdé a může nastat oslnění. Většinou se zmírňuje tím, že se používá žárovka s matným sklem.
- **svítidla pro osvětlení polopřímé** – stínítko ve tvaru reflektoru je vyhotoveno z neprůhledného materiálu (např. opálového skla). Podstatné je, že nejméně 60% světla proudí směrem dolů a zbývajících 40% se rozptyluje do prostoru a osvětluje ho. Používá se např. nad kuchyňskými stoly, kde svítidlo je dole otevřené nebo uzavřené matovým sklem.

- **svítidla pro osvětlení smíšené** – světlo proudí na všechny strany se stejnou intenzitou. Většinou se jedná o různé skleněné koule. Používá se pro obecné rovnoměrné osvětlení, tento typ svítidel většinou špatně osvětluje podlahy.
- **svítidla pro osvětlení polonepřímé** - používá se neprůhledné stínítko ve tvaru reflektoru, které je obrácené nahoru. V tomto případě 60% světla proudí ke stropu a 40% světla do stran a dolů (přes neprůhledné stínítko). Tento typ osvětlení je měkký a příjemný.
- **svítidla pro osvětlení nepřímé** – stínítko reflektoru je neprůhledné a neprůsvitné a veškerý tok světla je usměrněn ke stropu. Světlo se od stropu odráží a vytváří se příjemné slavnostní osvětlení. Zde však dochází k největším ztrátám světla. Toto svítidlo se většinou kombinuje s dalšími typy svítidel.
- **svítidla pro osvětlení bočně stíněné** – většinou se jedná o dekorativní svítidlo, které svítí jak dolů, tak nahoru, nesvítí tedy do stran.

6 VÝPOČET SPRÁVNÉHO OSVĚTLENÍ MÍSTNOSTI

6.1 Výpočty

6.1.1 Výpočet činitele odrazu místnosti

Důležité pro správný výpočet odrazu místnosti je změřit si plochu všech povrchů (stěny, strop, podlaha, nábytek apod.). Ke každé ploše následně vyhledáme přibližný koeficient odrazivosti z níže uvedené tabulky a zprůměrnujeme výslednou hodnotu odrazivosti místnosti.

tabulka 6 Orientační hodnoty odrazivosti povrchů

| Druh povrchu | Koeficient odrazu světla v % |
|-----------------------------|------------------------------|
| dřevo | |
| dub přírodní | 30 až 40 |
| překližka | 40 až 45 |
| papír, tkaniny | |
| papír (bílý) | 80 až 85 |
| záclona světlá (bílá) | 25 až 65 |
| sklo | |
| zrcadlo | 70 až 90 |
| bezbarvé, průhledné | 6 až 8 |
| stavební hmoty | |
| pískovec světlý (nový) | 30 až 35 |
| žula světlá | 15 až 25 |
| barvy, malby, nátěry | |
| bílá | 75 až 85 |
| černá | 2 až 4 |
| modrá (světlá) | 35 až 55 |

| | |
|------------------------|-----------|
| kovy | |
| hliník (matný) | 48 až 52 |
| měď | 40 až 50 |
| zlato | 80 až 97 |
| ostatní povrchy | |
| trávník (suchý) | 15 |
| sníh (čerstvý) | 93 až 100 |

6.1.2 Výpočet průměrného koeficientu odrazivosti stěn a stropů

Bereme-li v úvahu běžnou domácnost, musíme do výpočtu započítat nábytek, záclony, koberce, barvu stěn apod.. Orientačně si můžeme vypočítat průměrný koeficient odrazivosti pomocí vzorce:

$$K = (\sum Ki \times Si) / \sum Si$$

K_i - koeficient odrazivosti konkrétní plochy s pořadovými číslem *i*

S_i - plocha konkrétní plochy s pořadovými číslem *i* (počítá se se všemi plochami stropu a stěn)

tabulka 7 Příklad výpočtu

| plocha v místnosti | rozměr (š x v) | plocha (cm²) / váha | koeficient v % | koef. x plocha | poznámka pru. - průměr |
|---------------------------------|---------------------------|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| 1. stěna (s okny) celkem | 434 x 258 | 111972 | | | |
| plocha záclon (bílých) | 250 x 160 | 40000 | 65 | 2600000 | |
| plocha závěsů (růžových) | 140 x 160 | 22400 | 47,5 | 1060000 | pru. 35-60 |

| | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------|---------------|------|-----------------|------------|
| volná plocha (světle žlutý nátěr) | zbytek dopočítáno | 39972 | 67,5 | 2698110 | pru. 60-75 |
| sedací (červená) | 120 x 80 | 9600 | 10 | 96000 | |
| 2. stěna (s linkou) celkem | 475 x 258 | 122550 | | | |
| plocha nábytku (světlá bříza) | 250 x 200 | 50000 | 60 | 3000000 | |
| volná plocha (světle zelený nátěr) | zbytek dopočítáno | 65300 | 55 | 3591500 | pru. 45-65 |
| sedací - červená | 120 x 80 | 7200 | 10 | 72000 | |
| 3. stěna (s dveřmi) celkem | 434 x 258 | 111972 | | | |
| plocha dveří (bílé) | 80 x 200 | 16000 | 80 | 1280000 | bílá 75-85 |
| volná plocha (světle žlutý nátěr) | zbytek dopočítáno | 20772 | 67,5 | 1402110 | |
| plocha nábytku (světlá bříza) | 376 x 200 | 75200 | 60 | 4512000 | |
| 4. stěna (s počítačem) celkem | 475 x 258 | 122550 | | | |
| plocha nábytku (světlá bříza) | 260 x 200 | 52000 | 60 | 3120000 | |
| volná plocha (světle zelený nátěr) | zbytek dopočítáno | 43350 | 55 | 2384250 | |
| plocha obrazů (tmavě červené) | 120 x 85 | 10200 | 10 | 102000 | |
| sedací (béžová – textil) | 200 x 85 | 17000 | 45 | 750000 | pru 25-65 |
| | | | | | |
| strop bílý | 434 x 475 | 206150 | 80 | 16492000 | pru 75-85 |

| | | | | | |
|--|--|---------------|--|-----------------|--|
| Součet pro stěny a strop (ΣS) | | 675194 | | 43178970 | |
| Průměrný koeficient odrazivosti stěn a stropu v % | | | | 63,95 | |

Závěr: průměrný koeficient odrazivosti stěn a stropů daného pokoje je **64%**

6.1.3 Měrný výkon osvětlovací soustavy

Vycházíme z předem vypočítaného koeficientu odrazivosti místnosti. Je-li výsledek vyšší než 70 %, jedná se o světlou místnost, kolem 60 % je místnost středně světlá a při výsledku nižším než 50 % ji označujeme jako tmavou. Důležitou veličinou je také činitel místnosti (m). Ten dostaneme podílem délky kratší strany místnosti (a) a výšky umístění svítidla v metrech (h).

$$m = a / h$$

Z následující tabulky si stanovíme potřebný měrný příkon osvětlovací soustavy.

tabulka 8 Měrné příkony osvětlovací soustavy ⁽⁶⁾

| Typ svítidel | Činitel místnosti | Stěny a strop osvětleného prostoru | | |
|--------------|-------------------|------------------------------------|---------|-------|
| | | světlé | střední | tmavé |
| | | Měrný příkon lm/W | | |
| Přímá | 1 | 51 | 59,5 | 79,4 |
| | 1-1,5 | 43,4 | 50,2 | 62,7 |
| | 1,5-2 | 33,4 | 37,4 | 41,4 |
| | 2-3 | 29,0 | 31,6 | 34,2 |

| | | | | |
|---|-------|------|-------|-------|
| | 3-4 | 25,8 | 27,8 | 29,9 |
| | 4-6 | 23,5 | 25,1 | 26,3 |
| | >6 | 22,3 | 23,8 | 24,6 |
| Smíšená | 1< | 84 | 142,9 | 204,1 |
| | 1-1,5 | 73,1 | 116,1 | 161,6 |
| | 1,5-2 | 56,6 | 80,4 | 107,1 |
| | 2-3 | 45,9 | 63,2 | 83,3 |
| | 3-4 | 38,3 | 51,3 | 66,8 |
| | 4-6 | 33,4 | 43,7 | 55,7 |
| | >6 | 31,1 | 39,7 | 49,3 |
| Nepřímá | 1< | 95,2 | 158,7 | - |
| | 1-1,5 | 89,6 | 144,3 | - |
| | 1,5-2 | 73,1 | 116,0 | 208,3 |
| | 2-3 | 57,5 | 93 | 168,7 |
| | 3-4 | 48,1 | 76 | 144,3 |
| | 4-6 | 41,5 | 63,8 | 119,9 |
| | >6 | 39,7 | 59,5 | 109,9 |
| Nepřímá - stropní římsy | - | 91,4 | 137,1 | - |
| Poznámka: Měrné příkony osvětlovací soustavy byly stanoveny pro osvětlenost 100 lx a měrný výkon světelných zdrojů 10 lm/W | | | | |

Příklad: Jelikož v našem modelovém obývacím pokoji máme světlý strop i stěny, vychází nám pro přímé osvětlení a pro činitel místnosti 4 měrný příkon **Pm= 23,5 W/m²**.

6.1.4 Orientační výpočet příkonu osvětlení pro celou osvětlovanou místnost⁽⁶⁾

- **1.krok** - vybereme požadovanou intenzitu osvětlení v místnosti (intenzita se označuje E). Intenzita osvětlení je jednak stanovena normami a předpisy (tam se většinou udávají minimální hodnoty), obvykle pracujeme s doporučenými hodnotami, které jsou nejvhodnější pro dosažení světelné pohody. V závislosti na druhu místnosti a činnosti v ní prováděné si můžete pro vaši místnost vybrat z našich tabulek hodnotu pro návrh osvětlení. Jako příklad si vybereme např. doporučenou hodnotu osvětlení pro obývací pokoj, která je **100 luxů**. Tuto hodnotu budeme chtít volbou našeho osvětlení dosáhnout. Tedy $E=100 \text{ lx}$.

- **2.krok** - výpočet příkonu osvětlení pro místnost

- **nejprve se vypočte tzv. činitele místnosti m**

Obývací pokoj má rozměr 5 x 6 m, používá se osvětlení přímé, které je zavěšeno 1,25 metry nad srovnávací rovinou (85 cm nad podlahou). Činitel této místnosti je tedy : $m = 5 / 1,25 = 4$

- **musíme určit potřebný měrný výkon osvětlovací soustavy**

V našem modelovém obývacím pokoji máme světlý strop i stěny, vychází nám pro přímé osvětlení a pro činitel místnosti 4 měrný příkon $p_m = 23,5 \text{ W/m}^2$.

- **dále vypočteme informativní hodnotu potřebného příkonu osvětlovací soustavy dosazením do vzorce:**

$$P = P_m \times (E / 10 \eta) \times S$$

P - příkon osvětlovací soustavy

P_m - měrný příkon osvětlení odečtený z tabulky č.8

E - požadovaná osvětlenost v lx (pro obývací pokoj 100lx)

η - měrný výkon použitých světelných zdrojů (100W žárovky mají měrný výkon 12,6 lm/W)

S - plocha místnosti v m², pro náš pokoj bude 30 m²

Dosažením do vzorce získáme $P = 23,5 \times ((100 / (10 \times 12,6))) \times 30 = 560 \text{ W}$

Znamená to, že pro optimální osvětlení tohoto pokoje je třeba použít **cca 6 kusů 100W žárovek**.

PRAKTICKÁ ČÁST

7 PROČ ZROVNA OSVĚTLENÍ?

7.1 Počátek

Můj zájem o tematiku světla a světelných zdrojů vznikl víceméně z čistě praktického hlediska. Už od střední školy jsem si zvykl pracovat spíše v noci. Všude už je klid, slunce vám nesvítí do monitoru, nikdo vás neruší, na ulici se jen sem tam něco šustne, žluté světlo pouličních lamp vytváří zajímavou hru barev a stínů, a tak dále a tak dále. Atmosféra jak stvořená pro kreativní práci.

Ale přírodě se poručit nedá. Člověk přece jenom není noční tvor a jeho přirozená doba činnosti je přes den. Práce po setmění tedy doslova vyžaduje jakési „obelhání“ lidské přirozenosti. A to pomocí dostatečně silného uměle vytvořeného zdroje světla. A jsme u toho. Jak jsem již výše uvedl, drtivá většina domácností má špatně vyřešené osvětlení. Je tomu tak, bohužel, i u nás doma. Lustr uprostřed pokoje osvětluje celou místnost. V něm dvě, v dnešní době už pomalu vzácné, 100W žárovky. Na stole lampička s „šedesátkou“. Dá se říct, že světla na práci je dost. Ale co když se budu chtít přesunout od stolu na sedačku? Lustr zůstává, ale lampičku musím buď přenést a přepojit nebo mít další u sedačky. Ze sedačky další stěhování, tentokrát k pracovnímu stolu. Další lampička, další „šedesátka“. Od pracovního stolu rovnou do postele. Spát se mi ještě ale nechce, tak co třeba „mrknout“ ještě na nějaký film. Lustr už není potřeba, ale úplná tma ještě taky ne. Což znamená další světylko. Chci ho mít u sebe? Nebo spíš někde u televize? Jak kdy. Anebo film pro dnešek padá a jen tak si lehnu a budu chvíli relaxovat? Co takhle nějakou pohodovější barvu? Vyměnit žárovku? Stínítka? Do toho se mně už nechce...

Možností jak pracovat se světlem je tedy, i v jednom pokoji, poměrně hodně. Když to tak počítám, vychází mi šest světelných zdrojů jenom v mém pokoji 5x6m. Z toho současně používám maximálně dva. To znamená čtyři momentálně zbytečně obsazené zásuvky a místa. Šest neekologických žárovek. Šest stejných barev.

Co takhle světlo, které si můžu přizpůsobit podle konkrétní situace? Chvíli ho mít na jednom místě, potom ho, bez nutnosti přepojovat napájecí šňůru, přenést jinam. Mít možnost nastavit nejvhodnější intenzitu světla pro práci, odpočinek, zábavu. Libovolně měnit barvu podle aktuální nálady a potřeby. To je to, co hledám!

7.2 Návrh řešení

Vycházím-li tedy ze svých požadavků, aby světlo bylo variabilní jak po světelné, tak poziční stránce, musím řešit nejen samotnou konstrukci světelného zdroje, ale i způsob vedení elektrické energie po místnosti.

Pro světelný prvek pro mě byla už od počátku jednoznačná volba technologie LED diod. Konkrétně tzv. RGB High Power LED, díky kterým si uživatel může kombinací červené, zelené a modré nastavit neuvěřitelných 16 000 000 barev. LED diody jsou vlastně hlavním prvkem, od kterého se odvíjí další. Mezi patrně největší výhody, z hlediska jejich praktického využití, patří malá velikost a ještě menší spotřeba energie. Diodám stačí ke svícení napětí kolem 5V. Podle vyhlášky je povoleno v domácnostech a veřejných prostorách vést napětí do 24V, aniž by bylo jakkoli izolované. Tato skutečnost pro mě byla klíčová hlavně pro řešení možnosti přenášení světla po místnosti.

Právě přenášení už nebylo tak jednoznačné. Udělat světlo s „pevnou nožkou“ – stojánkem, nebo tyto dva prvky od sebe oddělit a každému nechat svůj osobitý ráz? Po analýze možností umístění světla v prostoru jsem dospěl k názoru, že patrně nejideálnějším místem jsou stěny. Ty nabízí po celém obvodu pokoje spoustu místa pro umístění světelného zdroje. Nakonec se tedy „oddělená“ varianta ukázala jako nejlepší řešení. Samotné světlo tedy bude přenosné, ale trvalý zdroj napájení bude instalován na stěnách v podobě jakési lišty.

Koncept jsem měl tedy už víceméně jasný. Teď bylo na řadě jeho převedení z idejí a snů do reálného světa.

7.3 Hlavní světelný prvek

7.3.1 Světlo

Tohle asi bude nejdůležitější část projektu. Ve výsledku by se mělo jednat o předmět denní (resp. noční) potřeby. Je zde tedy veliký požadavek na funkčnost a praktičnost celého světelného prvku. V první řadě je nutno podotknout, že se jedná o zdroj místního, nikoli celkového osvětlení. Intenzita osvětlení je nicméně dostačující jak pro práci, tak pro jiné činnosti. Na hlavním osvětlovacím prvku se nachází celkem 40 bílých High power LED diod. Svítivost jedné je přibližně 5500mcd, což ve výsledku

činí svítivost srovnatelnou se dvěma 100W žárovkami. Jejich spotřeba se však pohybuje okolo 15W. Osvětlovací úhel tohoto typu LED diod je 125°. To v kombinaci s předsaženým rozptylovým stínítkem z mléčného plexiskla zajišťuje rovnoměrné rozprostření světla po celé místnosti.

Pro dekorativní, barevné, osvětlení je zde dalších 40 RGB diod, u kterých se svítivost pohybuje v rozmezí 700 – 2000mcd v závislosti na aktuální barvě.



Obrázek 14 Hlavní světelný prvek

7.3.2 Ovládání

Ovládání je vyřešeno pomocí výsuvného panelu na pravém boku světla. Otevírání a uzamykání funguje na tzv. Tip-on principu. Lehkým zatlačením na ovládací panel ho odemkneme a povysuneme. Na panelu máme následně několik možností nastavení. Je zde tlačítko „Power“, kterým se světlo zapíná a vypíná. Další tlačítka, „Intensity“ slouží pro nastavení intenzity světla zvlášť pro každou barvu – včetně bílé. Poslední tlačítka slouží k celkovému nastavení intenzity. Všechna tlačítka jsou doteková, není tedy třeba na ně vyvíjet tlak. Od toho se odvíjí tlouška panelu, která je pouze 5mm. Po nastavení všeho potřebného stačí panel zasunout zpět a opět lehce zatlačit, čímž panel uzamkneme.



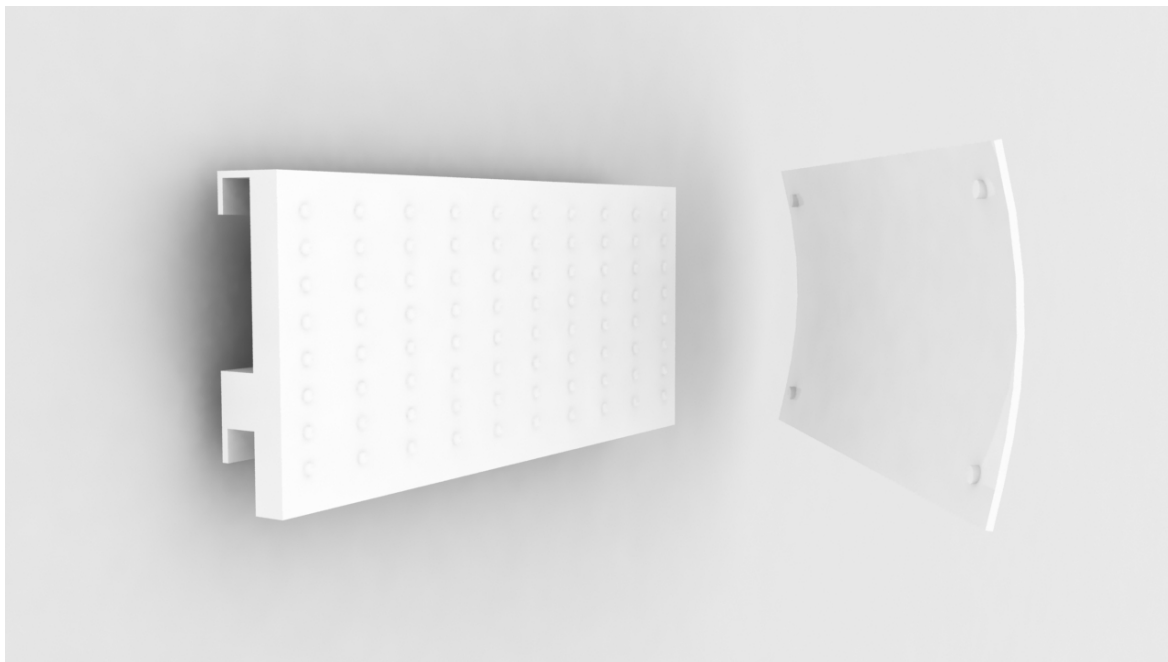
Obrázek 15 Ovládací panel

7.3.3 Stínítko

Stará se o rovnoměrný rozptyl světla a chrání zrak před přílišným a nepříjemným oslněním. Základní varianta je vyrobena z mléčného plexiskla. Je zde však možnost ho vyměnit za jiná, která mají stejné vlastnosti jako základní varianta, ale jejich povrch zdobí ještě laserově vygravírovaný dekorativní prvek. Může se jednat prakticky o jakýkoli výtvarný vzor. Potencionální zákazník si tak může zvolit některou z připravených variant nebo si navrhnout i vlastní. Gravírovaný vzorek v kombinaci se světlem posouvá světlo z čistě praktické záležitosti na zajímavý dekorativní objekt.



Obrázek 16 Příklady gravírované dekorace



Obrázek 17 Stínítko

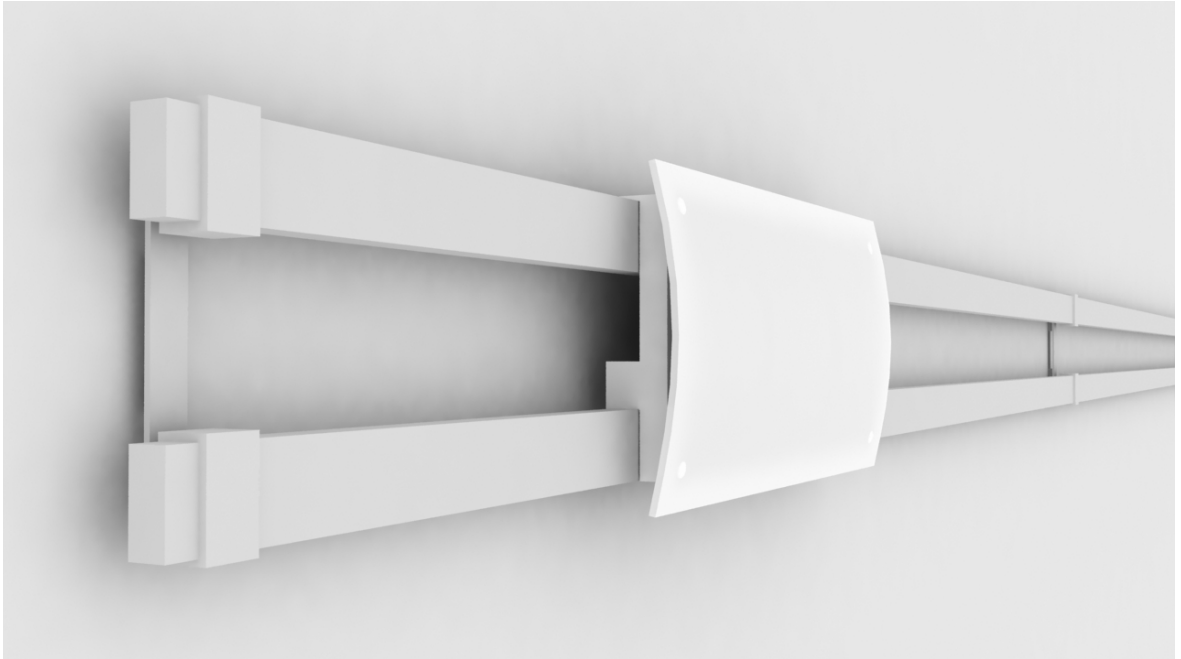
7.3.4 Zavěšení a napájení světla

Světlo je, dle mých požadavků, přenosné a nezávislé na napájecím kabelu. Způsob uchycení na stěnu je vyřešen pomocí zavěšovací lišty. V této liště je rovněž veden elektrický proud. Podrobněji se jí budu zabývat později. Světlo samo o sobě obsahuje malý akumulátor. Ten dokáže po určitou dobu (v závislosti na aktuálně nastaveném světle) dodávat energii potřebnou ke svícení. Je zde například proto, aby při neopatrném pohybu po liště a ztrátě kontaktu světlo nezhaslo, ale i jako náhradní zdroj při výpadku proudu nebo přenosu, při kterém se světlo musí z lišty sundat.

Lišta slouží tedy jako kolejničky, po kterých se světlo pohybuje. Zavěšením světla na lištu získáme vodivý kontakt, který napájí LED diody a případně i dobíjí akumulátor.

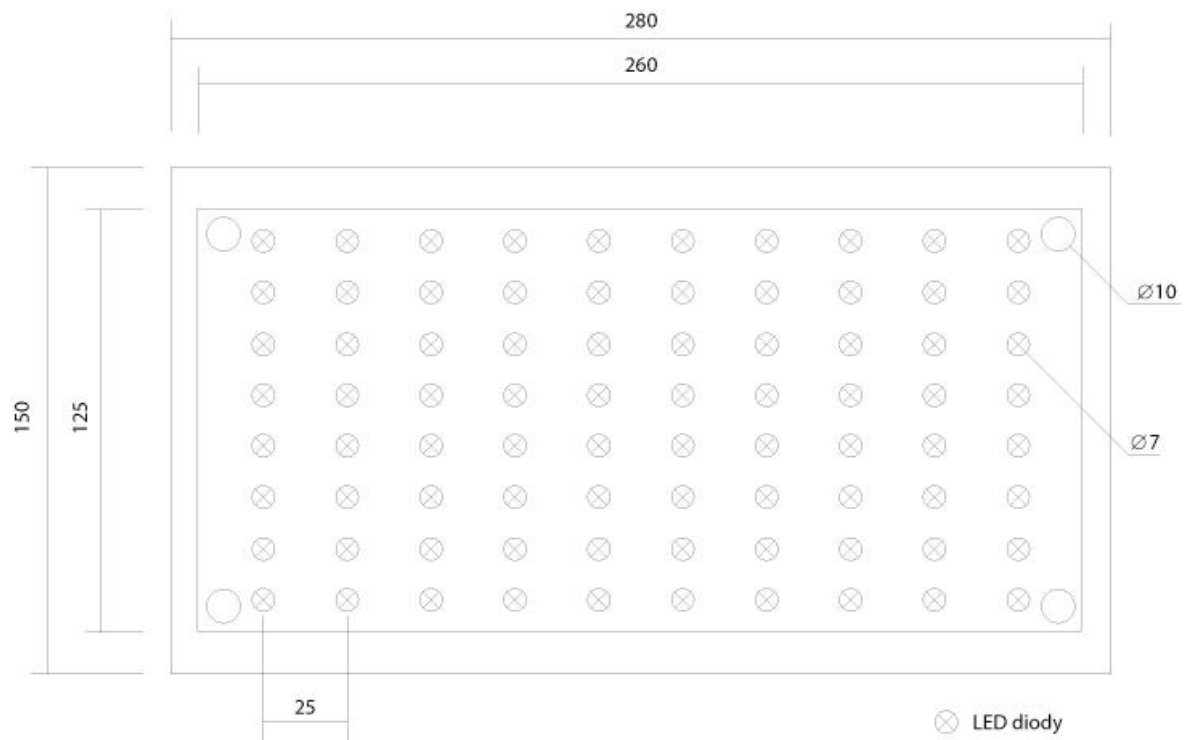
7.3.5 Materiál a konstrukce světla

Tělo světla je, kvůli lepšímu odvodu tepla od High power LED diod, vyrobeno z hliníku. Akumulátor a nezbytné ovládací prvky jsou umístěny ve spodní závěsné hraně. Světlo je zadní strany opatřeno větracími otvory a izolační vrstvou, aby nedocházelo k nechtěnému vodivému kontaktu mezi lištou a světlem. Pouze vnitřní strany závěsných hran jsou bez izolace.

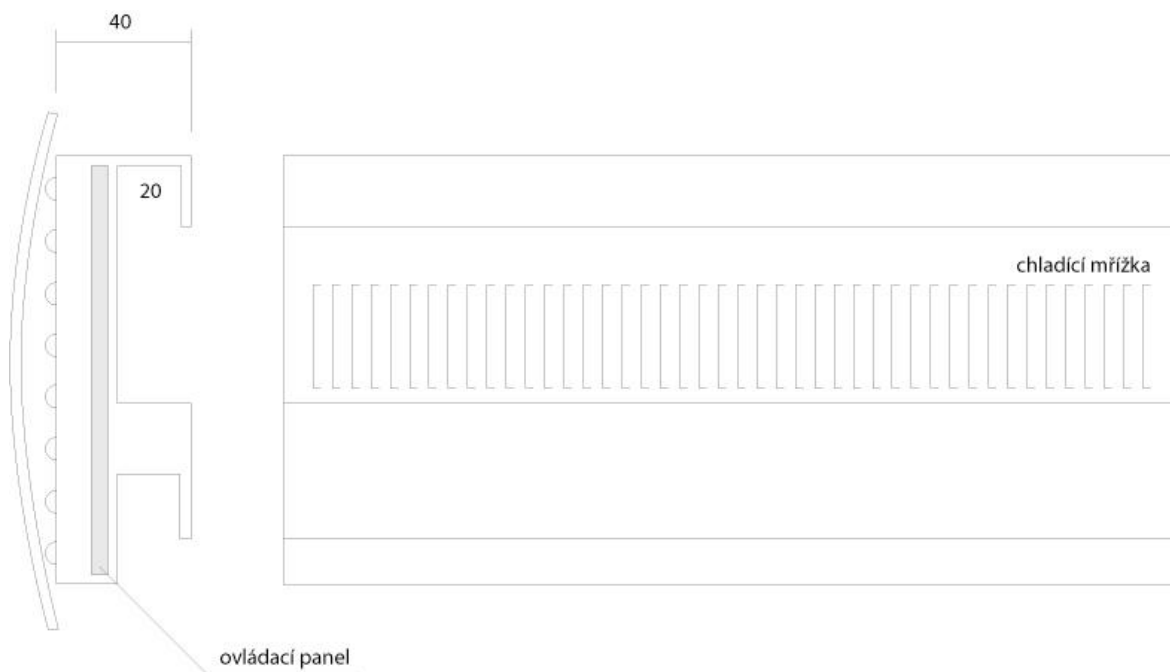


Obrázek 18 Zavěšení světa

7.3.6 Nákresy



Obrázek 19 Nákres - pohled zepředu



Obrázek 20 Náskres - pohled zprava a zezadu

7.4 Lišta

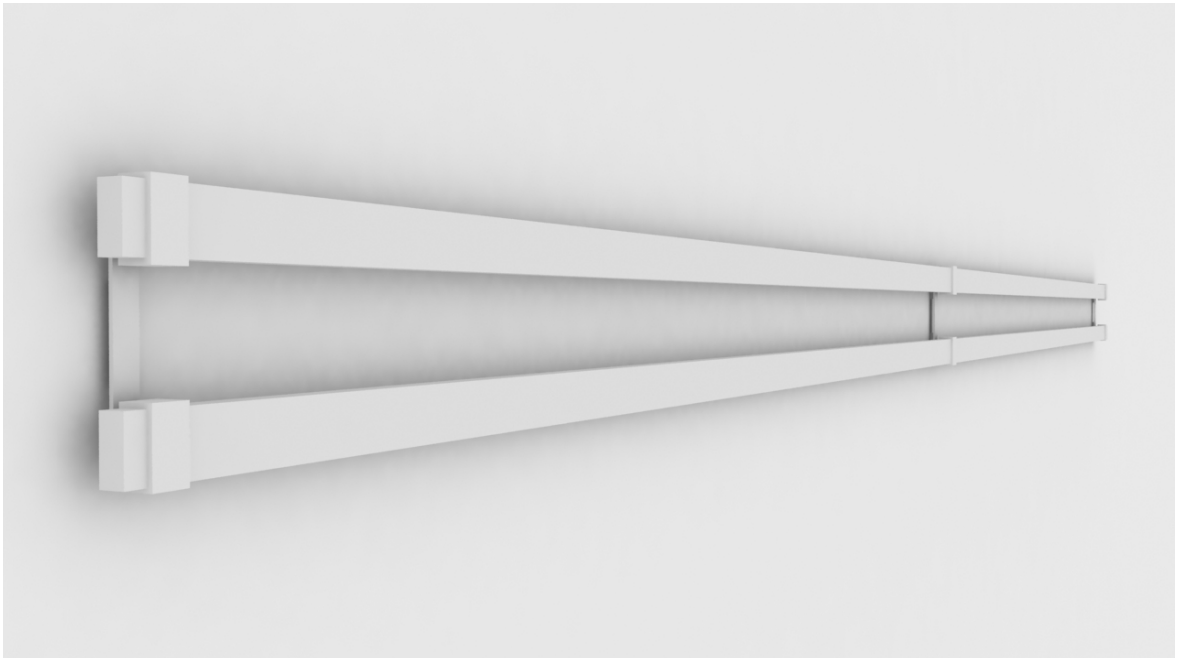
7.4.1 Konstrukce lišty

Působí v interiéru jako samostatný prvek. Skládá se ze dvou kolejniček, do kterých je veden elektrický proud. Ve vrchní je kladný pól, ve spodní záporný. Jako materiál použitý pro výrobu jsem zvolil anodizovaný hliník, který se běžně používá při řešení nejrůznějších interiérových prvků (nábytek, rámy, dekorace,...). Jeho vzhled působí velice moderně a kultivovaně a poskytuje i dostatečnou pevnost konstrukce. Jako levnější varianta se místo hliníku může použít plast.

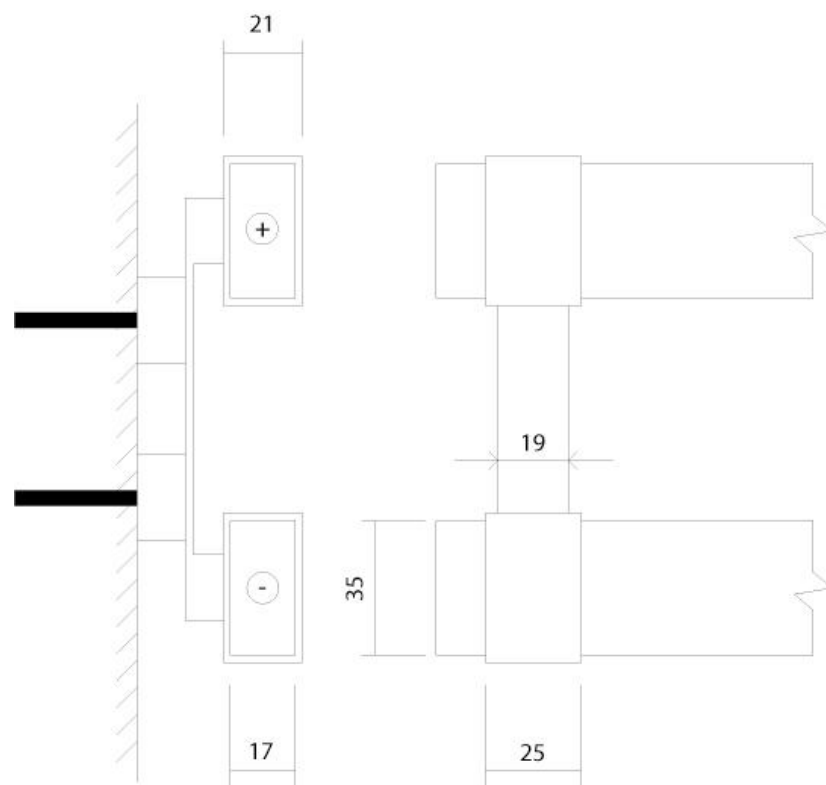
7.4.2 Napájení

O vodivý kontakt mezi osvětlovacím prvkem a lištou se starají vodivé pásy na vrchní straně každé kolejničky. Hodnota napětí v celém systému je 24V – jedná se tedy o bezpečné napětí, které nemusí být v interiéru izolované. Jistou nevýhodou LED diod je, že potřebují stabilní zdroj napětí. Musí zde být tedy samostatný zdroj, který je napojen na běžnou elektrickou síť a převádí nestabilních 230V na stabilních 24V. Umístění tohoto zdroje je čistě na zvážení zákazníka, popř. projektanta interiéru. Musí být ale dodržena

možnost dostatečného odvodu vzniklého tepla. Moje doporučení je umístit zdroj do pojistkové skříně a kabely vést ve zdi společně s ostatním vedením.



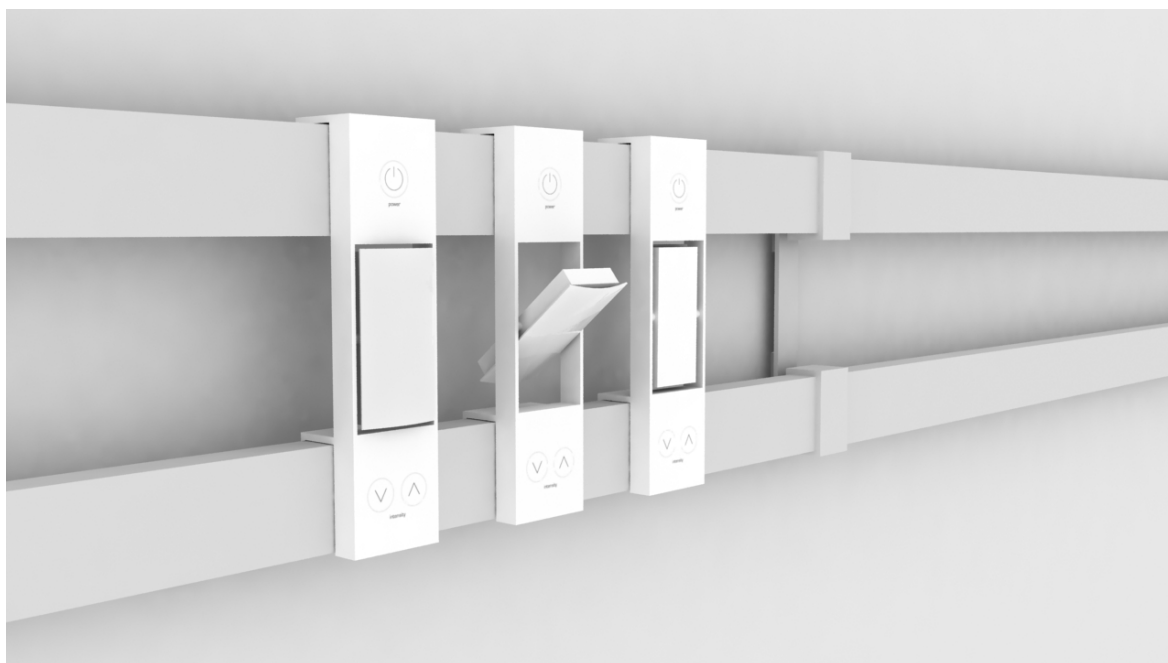
Obrázek 21 Lišta



Obrázek 22 Náskres - pohled zleva a zepředu

7.5 Lampička

Slouží jako místní bodové osvětlení, není-li potřeba velké světlo. Můžeme ji využít například při čtení, drobné práci, pro orientaci a tak dále. Oproti hlavnímu světlu obsahuje pouze bílé High power LED diody a nemá tedy možnost barevného přizpůsobení. To zde ale není až tak potřeba. Nastavení intenzity zůstává a navíc přibyla možnost nasměrovat si světlo ve vodorovné ose libovolně o 360°. Otočíme-li světlo lampičky proti zdi a snížíme-li intenzitu, můžeme ji použít například jako noční orientační světýlko. Princip uchycení na lištu a napájení je rovněž stejný jako u velkého světla.



Obrázek 23 Lampička

7.6 Další možnosti využití

Proč ale zůstat pouze u světla. Napětí 24V je v dnešní době dostačující pro spoustu dalších zařízení. Pro příklad jmenujme třeba nabíječku na mobilní telefon, dokovací stanici pro MP3 přehrávač spolu s reproduktory, různé větráčky, osvěžovače vzduchu apod. Lišta se tedy v interiéru může stát univerzálním nosičem pro nejrůznější elektrická zařízení.

ZÁVĚR

Práce na tomto projektu byla pro mě velikou zkušeností. Problematika světla je, jak jsem zjistil, velice obsáhlá a zajímavá. Spousty poznatků budu bezpochyby využívat i ve své osobním životě. Asi nejpřínosnější části teoretické práce pro mě byly informace o správném vyvážení a nastavení osvětlení v interiéru a ekonomickém a ekologickém svícení. Doufám, že už blízká budoucnost přinese jistou revoluci ve světelných zdrojích a lidé se konečně začnou více zajímat o tuto problematiku. Zpříjemnili by si totiž život nejen sami sobě, ale i svému okolí. A i naše planeta Země by si hodně ulevila.

Mnozí berou světlo jako maličkost a samozřejmost. Pouze jako nástroj, kterým si ve tmě posvítí. A přitom stačí docela málo a něco pro nás tak běžného se promění v mocný nástroj, který dokáže ovlivnit jak naši psychickou, tak fyzickou kondici.. Je potřeba se na světlo podívat z trošku jiného úhlu, začít s ním pracovat a porozumět mu. Využívat všech jeho barev a intenzity k navození té správné atmosféry pro konkrétní situaci. Měnit jeho polohu podle potřeby. Prostě a jednoduše, přijmout ho jako významnou součást života.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] *Wikipedia* [online]. 2010 [cit. 2010-05-10]. Světelný zdroj. Dostupné na internetu: http://cs.wikipedia.org/wiki/Sv%C4%9Bteln%C3%BD_zdroj

[2] *Energetický poradce* [online]. 2008 [cit. 2010-05-10]. Druhy světelných zdrojů. Dostupné na internetu: <http://www.energetickyporadce.cz/osvetleni--regulace/osvetleni/druhy-svetelnych-zdroju.html>

[3] *Wikipedia* [online]. 2009 [cit. 2010-05-10]. Fotometrické veličiny. Dostupné na internetu: http://cs.wikipedia.org/wiki/Fotometrick%C3%A9_veli%C4%8Diny

[4] *Wikipedia* [online]. 2010 [cit. 2010-05-10]. Barevná teplota. Dostupné na internetu: http://cs.wikipedia.org/wiki/Barevn%C3%A1_teplota

[5] *Energetický poradce* [online]. 2008 [cit. 2010-05-10]. Tipy pro úspory. Dostupné na internetu: <http://www.energetickyporadce.cz/osvetleni--regulace/osvetleni/tipy-pro-uspory.html>

[6] *Lustry-svitidla* [online]. 2008 [cit. 2010-05-10]. Výpočet osvětlení. Dostupné na internetu: <http://www.lustry-svitidla.cz/vypocet-osvetleni>

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| <i>OBRÁZEK 1 VIDITELNÉ SPEKTRUM</i> | 12 |
| <i>OBRÁZEK 2 PLYNOVÉ LAMPY</i> | 14 |
| <i>OBRÁZEK 3 THOMAS A. EDISON A FRANTIŠEK KŘÍŽÍK</i> | 14 |
| <i>OBRÁZEK 4 SCHÉMA ŽÁROVKY</i> | 17 |
| <i>OBRÁZEK 5 STANDARDNÍ ŽÁROVKA</i> | 18 |
| <i>OBRÁZEK 6 HALOGENOVÁ ŽÁROVKA</i> | 19 |
| <i>OBRÁZEK 7 LED ŽÁROVKA</i> | 20 |
| <i>OBRÁZEK 8 LINEÁRNÍ ZÁŘIVKA</i> | 21 |
| <i>OBRÁZEK 9 KOMPAKTNÍ ZÁŘIVKA</i> | 22 |
| <i>OBRÁZEK 10 TEPLOTA CHROMATIČNOSTI</i> | 27 |
| <i>OBRÁZEK 11 OPTICKÝ KLAM</i> | 28 |
| <i>OBRÁZEK 12 ENERGETICKÝ ŠTÍTEK</i> | 29 |
| <i>OBRÁZEK 13 GRAF SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE</i> | 31 |
| <i>OBRÁZEK 14 HLAVNÍ SVĚTELNÝ PRVEK</i> | 45 |
| <i>OBRÁZEK 15 OVLÁDACÍ PANEL</i> | 46 |
| <i>OBRÁZEK 16 PŘÍKLADY GRAVÍROVANÉ DEKORACE</i> | 46 |
| <i>OBRÁZEK 17 STÍNÍTKO</i> | 47 |
| <i>OBRÁZEK 18 ZAVĚŠENÍ SVĚTLA</i> | 48 |
| <i>OBRÁZEK 19 NÁKRES - POHLED ZEPŘEDU</i> | 48 |
| <i>OBRÁZEK 20 NÁKRES - POHLED ZPRAVA A ZEZADU</i> | 49 |
| <i>OBRÁZEK 21 LIŠTA</i> | 50 |
| <i>OBRÁZEK 22 NÁKRES - POHLED ZLEVA A ZEPŘEDU</i> | 50 |
| <i>OBRÁZEK 23 LAMPÍČKA</i> | 51 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|--|----|
| TABULKA 1 FOTOMETRICKÉ VELIČINY | 23 |
| TABULKA 2 HODNOTY SVÍTIVOSTI VYBRANÝCH ZDROJŮ SVĚTLA | 24 |
| TABULKA 3 NEJNIŽŠÍ PŘÍPUSTNÁ INTENZITA OSVĚTLENÍ..... | 26 |
| TABULKA 4 DOPORUČENÉ HODNOTY PRO MÍSTNÍ OSVĚTLENÍ (DOMÁCNOST)..... | 26 |
| TABULKA 5 ORIENTAČNÍ VÝPOČET EKONOMICKÉ ÚSPORY | 30 |
| TABULKA 6 ORIENTAČNÍ HODNOTY ODRAZIVOSTI POVRCHŮ | 35 |
| TABULKA 7 PŘÍKLAD VÝPOČTU..... | 36 |
| TABULKA 8 MĚRNÉ PŘÍKONY OSVĚTLOVACÍ SOUSTAVY | 38 |