

Design interiérového LED svietidla

Bc. Marián Ščipa

Diplomová práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací
Ateliér Průmyslový design
akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Marián Ščipa**
Osobní číslo: **K17328**
Studijní program: **N8206 Výtvarná umění**
Studijní obor: **Multimédia a design - Průmyslový design**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Design svítidel**

Zásady pro vypracování:

1. Analýza řešené problematiky
2. Výzkumná část
3. Počáteční kresebné variantní návrhy
4. Vizualizace finálního designérského řešení
5. Ergonomická studie
6. Technická dokumentace
7. Prototyp finálního designérského řešení
8. Vypracování písemné doprovodné zprávy zahrnující všechny etapy práce

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/umělecké dílo**

Seznam odborné literatury:

KOLESÁR, Zdeno. Bratislava : Slovenské centrum dizajnu, 2009. Vydanie: 2. dopl. a rozšír. vyd. ISBN 978-80-970173-1

CHMÚRNY, Ivan. Peter TOMAŠOVIČ a Jozef HRAŠKA. Fyzika vnútorného prostredia budov

Vybrané kapitoly základov tepelnej ochrany budov, stavebnej akustiky, denného osvetlenia a insolácie budov. Bratislava: Nakladateľstvo STU, 2013, ISBN 978-80-227-3917-7

HABEL, Jiří. Světlo a osvětlování. Praha: FCC Public, 2013, 662s.

ISBN 978-80-227-3917-7

DILAURA L. DAVID, KEVIN W. HOUSER, RICHARD G. MISTRICK a GARY R. STEFFY.

The Lighting Handbook: Reference and Application. 10th Edition. New York:

Illuminating Engineering Society Of North America, 2011, ISBN: 978-0-87995-241-9

Vedoucí diplomové práce:

doc. MgA. Martin Surman, ArtD.

Ateliér Průmyslový design

Datum zadání diplomové práce:

1. prosince 2018

Termín odevzdání diplomové práce:

10. května 2019

Ve Zlíně dne 14. prosince 2018

L.S.

doc. Mgr. Irena Armutidisová
děkanka

doc. MgA. Martin Surman, ArtD.
vedoucí ateliéru

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ / DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské/diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že:

- jsem na bakalářské/diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně dne: 28.4.2019

Jméno a příjmení studenta: MARIÁN ŠČIPA
podpis studenta

ABSTRAKT

Diplomová práca je zameraná na návrh interiérového LED svetidla obsahujúceho inovatívnej patentovanej technológie firmy Solacera. Princíp technológie je postavený na automatickej zmene jasů a chromatickosti v závislosti na dennej dobe rešpektujúc ľudský biorytmus čo prispieva zmierneniu narúšania procesu tvorby melatonínu.

Teoretická časť sa chronologicky venuje historickému vývoju umelých svetelných zdrojov až po súčasnosť. V ďalšej časti sa venuje problematike psychologických a fyziologických vplyvov svetla na ľudský organizmus. Posledná časť je venovaná vysvetleniu technických pojmov, noriem a možností súčasných svetelných zdrojov.

Praktická časť sa zoberá samotným návrhom od konceptu, myšlienky cez počiatočné skice a návrhy až po vývoj konceptu a zhotovenia prototypu svetidla.

Klíčovú slova:

svetidlo, zmena jasů, zmena chromatickosti, LED, osvetlenie, biorytmus, interiér

ABSTRACT

The diploma thesis is intent on the design of the LED interior light equipped with innovative patented technology of SOLACERA company. Point of this technology is based on automatic change of brightness and color temperature depending on the time of day, which respects the human biorhythm and does not disturb the process of melatonin production.

The theoretical part describes chronologically history of light sources from past to present. The next part deals with the influence of light on the human organism by the psychologic and fyziologic way. The theoritical part end up with explaining technical standards and reveals potential of the production possibilities

The practical part describes design process from the first idea of the concept to the final construction of prototype lighting

Keywords: Luminaire; lighting; brightness change, color temperature change, LEDs, Luminaire; biorhythms, interior,

Chcel by som poďakovať:

- Vedúcemu diplomovej práce doc. MgA. Martinovi Surmanovi, ArtD. za odborné rady ohľadom mojej diplomovej práce, aj v priebehu celého štúdia a najmä za to, že som dosal šancu pôsobiť na tejto škole,
- Ing. Liborovi Kuželovi zo spoločnosti Solacera za odborné konzultácie, rady a osobný prístup pri riešení diplomovej práce a za možnosť sa spolupodieľať na vzniku potenciálne úspešného produktu inovatívnej technologickej firmy,
- Pánovi doc. Ferdinandovi Chrenkovi akad. soch. za konzultácie a hlavne kontakt ohľadom vákuovania na technického pracovníka VŠVU Ing. Eduarda Herbera,
- Lukášovi Pešekovi za sprostredkovanie CNC obrobenia vo firme Schody Valašsko prostredníctvom Vítka Číža,
- Břonislave Křepelkovej a jej pracovníkov z MGM Holešov za nečakanú ústretovosť pri výrobe difúzoru,
- MRB Sazovice za ochotu aj po druhý krát vyrezať rám na svietidlo,
- Poskytnutie prepravy Tereze Gajdošovej a Tomášovi Wernerovi,
- Firmám ktoré odmietli zákazky za ušetrené peniaze,
- V neposlednom rade rodičom za dlhoročnú trpezlivú podporu vďaka ktorej som sa mohol naplno venovať a rozvíjať čo ma baví ale aj kamarátom a spolužiakom, ktorý mi odborne či laicky dokázali dávať spätnú väzbu ktorá ma hnala vpred.

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

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 HISTORICKÝ VÝVOJ UMELÉHO OSVETLENIA	10
1.1 PRVOPOČIATKY SVETELNÝCH ZDROJOV	10
1.2 VÝVOJ SVETELNÝCH ZDROJOV	10
1.2.1 Sviečky	11
1.2.2 Olejové lampy	12
1.2.3 Petrolejové lampy.....	14
1.2.4 Plynové lampy.....	14
1.3 VÝVOJ A HISTÓRIA ELEKTRICKÝCH SVETELNÝCH ZDROJOV	16
1.3.1 Oblúčková lampa	16
1.3.2 Žiarovka	18
1.3.3 Výbojky.....	18
1.3.4 Žiarivky	19
1.3.5 Halogénové žiarovky	20
1.3.6 LED	20
1.3.7 OLED	21
2 HISTÓRIA A VÝVOJ ZÁVESNÝCH SVIETIDIEL	22
2.1 VÝVOJ A HISTÓRIA LUSTRA	22
2.1.1 Priemyselná revolúcia a osvetlenie	24
3 OSVETLENIE	26
3.1 DRUHY OSVETLENIA.....	26
3.1.1 Prirodzené osvetlenie	26
3.1.2 Umelé osvetlenie	26
3.2 DEFINÍCIA FYZIKÁLNYCH POJMOV SPOJENÝCH SO SVETLOM	27
3.2.1 Svetelný zdroj.....	27
3.2.2 Svetelný tok.....	27
3.2.3 Svietivosť	27
3.2.4 Intenzita osvetlenia.....	27
3.2.5 Jas	28
3.2.6 Merný svetelný výkon.....	28
3.2.7 Teplota chromatickosti.....	28
3.2.8 Elektromagnetické spektrum.....	29
4 VPLYV SVETLA NA ĽUDSKÝ ORGANIZMUS	32
4.1 VNÍMANIE SVETLA	32
4.2 CÍRKADIÁNNY RYTMUS	32
4.3 UMELÉ OSVETLENIE V OBYTNÝCH PRIESTOROCH	33
5 TECHNOLOGIA LED	36
5.1 HISTÓRIA A VÝVOJ LED ZDROJOV	36
5.2 VLASTNOSTI LED ZDROJOV	37
5.2.1 Výhody LED technológie	37
5.2.2 Nevýhody LED technológie.....	37

5.3	PREVÁDZKOVÁ TEPLOTA LED ZDROJOV	38
6	TECHNOLÓGIA FIRMY SOLACERA.....	39
6.1	PRINCÍPY TECHNOLÓGIE	39
6.2	VLASTNOSTI TECHNOLÓGIE.....	39
6.3	POROVNANIE S KONKURENCIOU	40
7	SÚČASNÁ PRODUKCIA	41
7.1	PHILIPS HUE	41
7.2	OSRAM LIGHTIFY	42
II	PRAKTICKÁ ČASŤ	43
8	CIEL PROJEKTU	44
8.1	CIELOVÉ UMIESTNENIE.....	44
8.2	CIELOVÝ ZÁKAZNÍK	44
9	PRIESKUM TRHU A REŠERŠ	45
9.1	TVAROVÉ RIEŠENIA KONKURENCIE	45
10	VÝVOJ DESIGNU SVIETIDLA.....	47
10.1	FÁZA 1	47
10.2	FÁZA 2	52
10.3	FÁZA 3	56
10.4	FÁZA 4	57
10.5	FINÁLNY DESIGN	59
10.5.1	Technické riešenie.....	59
10.5.2	Varianty svietidla	61
10.5.3	Ergonómia a rozmery svietidla	61
10.5.4	Vizualizácie svietidla	61
11	VIZUÁLNA IDENTITA SVIETIDLA.....	63
11.1	NÁZOV SVIETIDLA	63
11.2	NÁVRH LOGA	64
11.3	NÁVRH OBALU	65
11.4	FINÁLNY NÁVRH OBALU	66
12	VÝROBA PROTOTYPU.....	67
12.1	MONTÁRA SVIETIDLA	67
12.2	LED TECHNIKA	69
12.3	HLINÍKOVÝ RÁM.....	70
12.4	DIFÚZOR SVIETIDLA	70
12.5	TECHNICKÁ DOKUMENTÁCIA	72
	ZÁVĚR	74
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	75
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	79
	SEZNAM OBRÁZKŮ	80

ÚVOD

Projekt návrhu dizajnového LED svietidla do bytových priestorov je prakticky plynulým je plynulou nadväznosťou na minuloročné navrhovanie svietidiel do škôl alebo kancelárií. Oba projekty spája firma Solacera s ich patentovanou technológiou zmeny jasu a chromatickosti.

Navrhnuté pre zmenu svietidlo, ktoré bude disponovať týmito funkciami do domácnosti znelo ako zaujímavá výzva, pretože tieto priestory kladú odlišné kritériá na všetky aspekty dizajnu a materiálov.

Možnosť si vymyslieť a vyrobiť vlastné svietidlo som privítal z dôvodu, že mi to vždy prišla ako zaujímavá vec v rámci rôznych design weekov, výstav, či diplomových prác sledovať to, ako sa zakaždým dokáže človek originálne dizajnovy vyjadriť.

Na týchto dvoch pilieroch som začal budovať svoj návrh, ktorého cieľom je zúročiť všetky znalosti nadobudnuté za posledné roky.

Snahou tak bude dosiahnuť výsledok, ktorý budem môcť sám považovať za dôstojné zavŕšenie jednej nevšednej etapy života.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORICKÝ VÝVOJ UMELÉHO OSVETLENIA

Ľudstvo sa odjakživa prispôsobuje prírodným podmienkam na Zemi. Jeho prvým zdrojom svetla, ktoré človek vnímal, bolo Slnko, preto hlavné činnosti boli vykonávané cez deň.

Vtedy sa dokázal orientovať, rozoznávať predmety, detaily a mohol vyvíjať aktivity na rozdiel od období tmy, kedy jeho kognitívne schopnosti boli obmedzené.

Cirkadiánný cyklus rotácie Zeme okolo Slnka teda vždy podmieňoval život a vývoj ľudstva. A to z dôvodu, že riadi aj vnútorné hodiny organizmu človeka, ovplyvňujúc tak radu biologických procesov v tele. [1]

1.1 Prvopočiatky svetelných zdrojov

Potreba predlžovania dňa- svietenia sa u ľudstva vyskytovala od jeho počiatku. Prvým umelým zdrojom bol oheň, ktorého náhodný objav pravdepodobne zapríčinil blesk zapaľujúci strom. Homo erectus tak pred 400 000 rokmi p.n.l napodobnením prírody vynašiel oheň pre svoj úžitok. Okrem zdroja svetla bol aj miestom zgrupovania sa a ideálnym prostriedkom na úpravu potravy. Neskôr došiel na to, ako si ho vziať so sebou a tak vznikli prvé fakle, ktoré boli prvým osobným zdrojom svetla aj vo vtedajších interiéroch.

1.2 Vývoj svetelných zdrojov

Okolo roku 70 000 p.n.l sa objavili prvé primitívne olejové lampy vyrobené z dutých kameňov, ulít plnené machom nasiaknutým v živočíšnom tuku.

Prvé masovo vyrábané lampy sa objavili v starovekom Grécku. Boli vyrábané z hliny na hrnčiarskom kruhu. Prvé sviečky boli vyrobené 200 rokov p.n.l v Číne. Boli zhotovené z veľrybieho tuku s knôtom z ryžového papiera. [2]



Obr. 1 Lampa z Magdalénskej kultúry



Obr. 2 Staroveká Grécka lampa- 300 pred.n.l

1.2.1 Sviečky

Dlhoročným vývojom prešli sviečky, ktoré sú historicky najstarším zdrojom svetla prakticky až po súčasnosť. Vyrábali sa z rôznych druhov materiálov, podľa toho sa vyvíjala aj ich cena a dostupnosť pre rôzne vrstvy obyvateľstva. Až do 20. storočia sa sviečky vyrábali z loja, ktorý je pevnou časťou živočíšnych tukov a je najlacnejším materiálom. Bol však veľmi páchnuci a horenie spôsobovalo veľké množstvo splodín. Neskôr sa objavili sviečky z čistejších materiálov, ako rafinovaný živočíšny tuk stearín alebo rastlinný margarín.

Luxusnejším materiálom využívaným už od staroveku bol včelí vosk. Dovoliť si ho však mohla len najvyššia vrstva. Až do 19. stor. boli považované za najkvalitnejšie. Až objav a používanie parafínu počiatkom 19. storočia výrazne zlacnelo tento svetelný zdroj a stal sa tak dostupný pre široké masy.



Obr. 3 Sviečka z včelieho vosku z pohrebiska – Alpy, 6-7 st. n.l

Interiéry začali byť navrhované tak, aby napriek obmedzenej svietivosti sviečok boli čo najlepšie osvetlené. Jednou z prvých bola Zrkadlová sien vo Versailles. Aby sa zamedzilo znečisteniu ozdobených stien a stropu veľkým počtom lustrov a svietnikov, boli nainštalované zrkadlá a ligotajúce sa ozdoby a striebro, ktoré mali za úlohu odrážať svetlo a opticky presvetliť priestor. Dosiahnuté atmosférické osvetlenie bolo dostačujúce a umožňovalo v hale konať večierky. [4] [5]

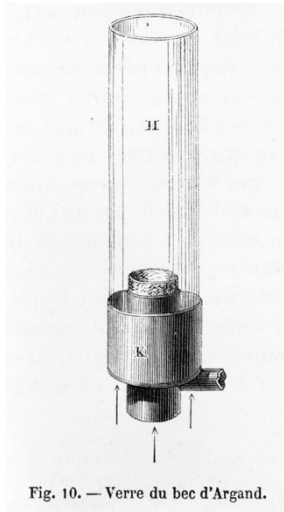


Obr. 4 Zrkadlová sien vo Versailles

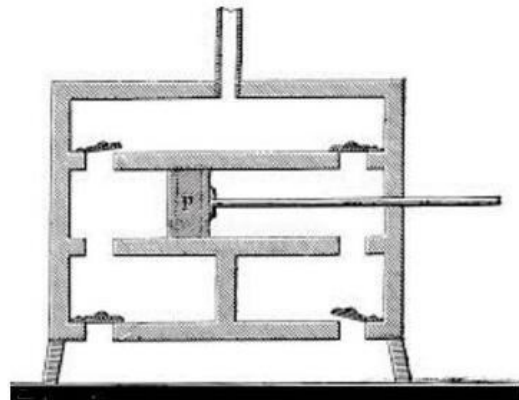
1.2.2 Olejové lampy

Významný posun z hľadiska funkčnosti a bezpečnosti lúčok nastal v druhej polovici 18. storočia. Na lampy sa začal inštalovať usmerňovač plameňa, sklenený cylinder a nový plochý knôt. Ďalším prelomom v olejových lampách spôsobila tzv. Argandova lampa, vynájdená a patentovaná v roku 1780 švajčiarskych chemikom Aime Argandom, vďaka konštrukcii s novým typom horáku a dutým knôtom. Aj keď stále využívala živočíšny olej, horela väčším plameňom, pomalšie a nebolo potrebné strihať knôt tak často, ako pri iných lampách. Jej hlavným benefitom bola svietivosť ekvivalentná 6-10 sviečkam.

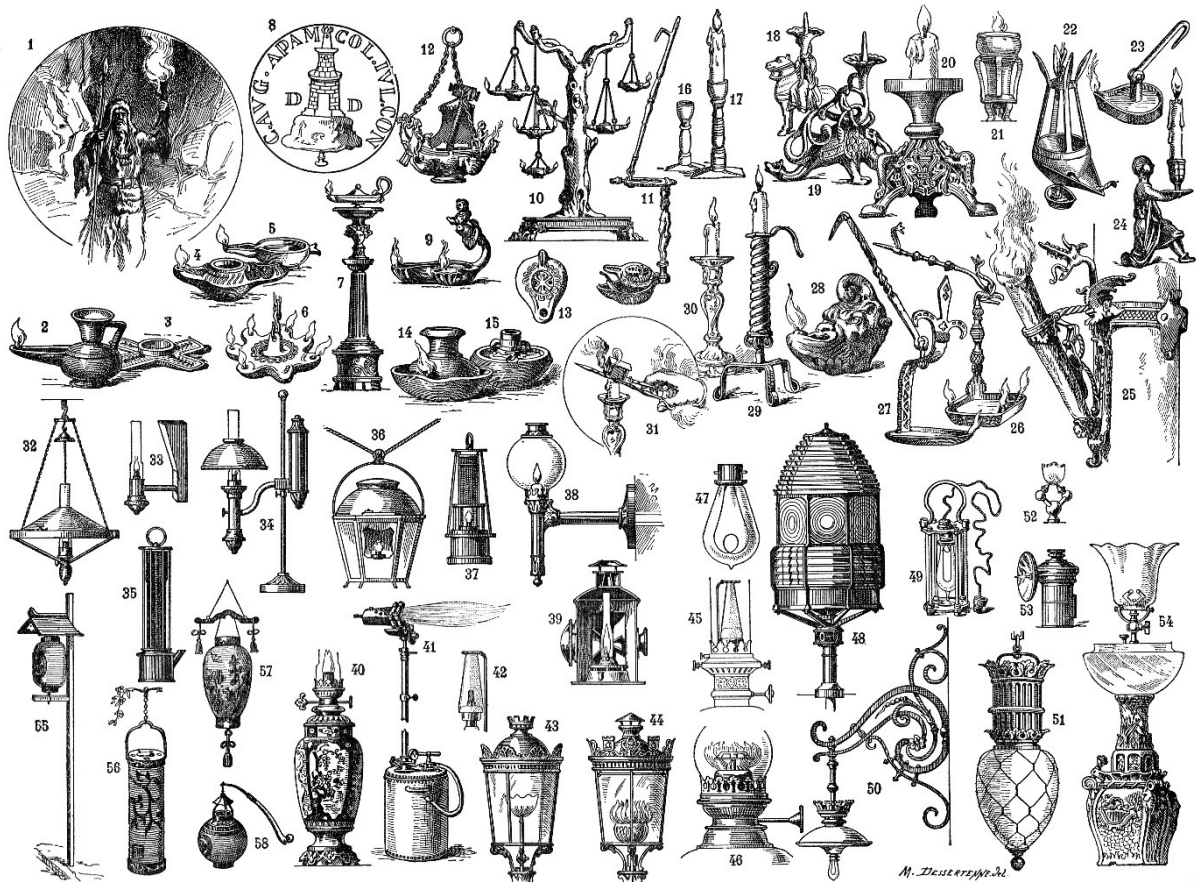
Nové technologické vylepšenie priniesol aj Guillaume Carcel. ktorý vo svojej lampe (Carcelova lampa) umiestnil zásobník oleja do podstavca, kde umiestnil aj pumpu na olej poháňanú hodinovým mechanizmom. [3] [6]



Obr. 6 Argandova lampa



Obr. 5 Pumpa z Carcelovej lampy



Obr. 7 Od prehistorickej fakle po olejovú lampu Aimého Arganda

1.2.3 Petrolejové lampy

Až na začiatku 19. storočia nastal ďalší pokrok v technológií svietenia. Olej nahradil petrolej (kerozín), ktorý sa získava frakčnou destiláciou z ropy. Prvá lampa na petrolej pre domácnosť bola zostrojená v roku 1853 poľským chemikom Ignacy Łukasiewiczom. Vylepšenie v podobe regulácie knôtu k nej pridal Američan Benjamin Silliman.

Začiatok ťažby ropy v roku 1859 spôsobil výrazné rozšírenie petrolejových lámpe pre jeho vyššiu svietivosť oproti lampovému oleju. Rozvoj naftárskeho priemyslu nastal práve z tohto dôvodu, až neskôr našiel uplatnenie ako pohonná látka. [3]

Petrolejové lampy sa z úžitkových predmetov v období secesie stali dizajnérske zdobené kúsky využívané až do 20. storočia. Aj v súčasnosti sú vyhľadávaným artiklom zberateľov.



Obr. 8 Petrolejová lampa Ignacy Łukasiewicza

1.2.4 Plynové lampy

Okrem príbytkov nastala potreba osvetľovania exteriérov- ulíc alebo tovární. Vhodným svetelným zdrojom sa stal svietiplyn, ktorý bol objavený už v roku 1659 anglickým chemikom Johnom Claytonom. Patent na prvú plynovú lampu získal francúzsky chemik Philipe Lebon v roku 1799. Vo svojom dome s ním však svietil už v roku 1792 priekopník v používaní svietiplynu britský vynálezca William Murdock .

Prvé verejné plynové osvetlenie bolo nainštalované v Paríži v roku 1801, v Londýne v roku 1807, Prahe 15. septembra 1847 a v Bratislave v marci 1856, o pol roka skôr než v susednej Budapešti.

Svieti plyn sa stal historicky prvým komerčne využívaným zdrojom svetla. Pre svoju výbušnosť a jedovatosť sa používal väčšinou len v exteriéroch. Vhodný zdroj pre interiéry a domácnosti stále čakal na vynález elektrickej energie.



Obr. 9 Typ Bratislavskej historickej pouličnej lampy

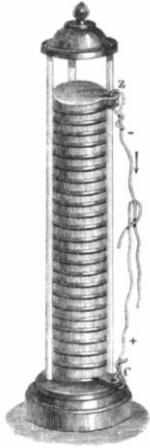
Zatiaľ poslednou, do dnes trvajúcou kapitolou v histórii umelého osvetlenia sú svietidlá napájané elektrickým prúdom, ktorých vznik sa datuje do rovnakého obdobia ako používanie plynu alebo petroleja. Vynález elektrickej energie zmenil vývoj ľudstva od základov a nasmeroval ho do modernej éry.

Taliansky fyzik Alessandro Volta inšpirovaný pokusmi Luigiho Galvaniho so žábiami stehienkami, ktorých svaly sa sťahovali pri zásahu statickou elektrinou (kovový skalpel), odhalil, že sa nejedná o „živočíšnu energiu“, ale reakciu dvoch kovov. Tento fyzikálny jav nazval na jeho počesť Galvanickým prúdom.

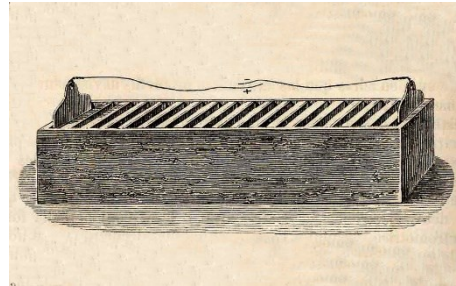
Na základe pokusov na tomto princípe v roku 1800 zostrojil Volta prvý elektrický článok – Voltov stĺp. Išlo o galvanickú batériu zloženú z niekoľkých sériovo zapojených elektrických článkov so zinkovou a medenou elektródou. Medené a zinkové pliesky boli navrstvené a preložené plátni kože namočené v kyslom roztoku – elektrolyte a zapojené do série.

Konce stĺpu – medený a zinkový nazval Volta póly. Spojením pólů vodičmi prechádzal dlhotrvajúci elektrický prúd.

Jedným z objaviteľov, ktorý sa snažili nadviazať a vylepšiť Voltove pokusy bol škótsky profesor chémie William Cruickshank. Ten uložil články horizontálne a tým v roku 1802 vytvoril prvú elektrickú batériu. [8]



Obr. 11 Voltov stĺp



Obr. 10 Prvá elektrická batéria

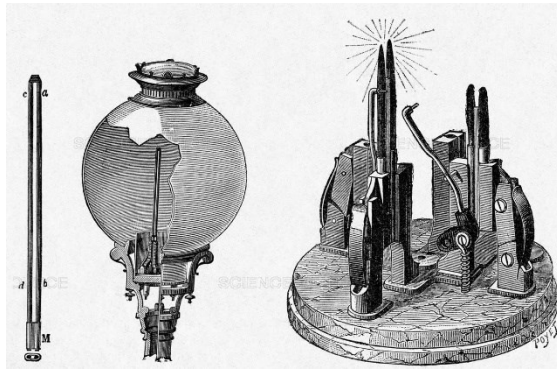
1.3 Vývoj a história elektrických svetelných zdrojov

1.3.1 Oblúčková lampa

„Oblúčková lampa produkuje svetlo jiskrením elektrického oblouku, tedy proudu vysoké hodnoty mezi dvěma elektrodami. Elektrody, nejčastěji uhlíkové pruty, se během procesu jiskření pomalu odpařují a pro udržení oblouku je třeba jejich vzdálenost pravidelně nastavovat.“ [9]

Oblúčková lampa sa stala historicky prvým svetelným zdrojom napájaným elektrickým prúdom. Už okolo roku 1802 prebiehali prvé pokusy o vznik svetla žhavením rôznych materiálov pomocou elektrického prúdu. Prvé oblúčkové svietidlá však boli zložité zariadenia s hodinovým strojom a elektromagnetmi.

Ruský elektrotechnik Pavel Nikolajevič Jabločkov prišiel s prelomovým objavom a to umiestnením elektród rovnobežne a oddelených kaolínovou izoláciou. Vznikla tak tzv. Jabločkovova elektrická sviečka, ktorá dokázala svietiť 1,5 hodiny . Vynález bol úspešne predstavený na svetovej výstave v roku 1878 a bol použitý na osvetlenie Avenue de l'Opéra.

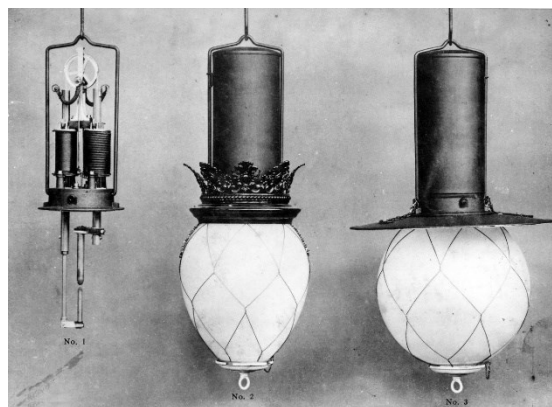


Obr. 12 Jabločkovova elektrická svíčka

Český technik, priemyselník a vynálezca František Křižík si v Paríži všimol tento vynález, pridal rad zlepšení a v roku 1880 si dal patentovať zdokonalenú oblúkovú lampu.

Křižík skonštruoval jednoduché elektromagnetické zariadenie, ktoré pomocou dvoch cievok a kužeľových železných jadier udržiavalo v lampe stály elektrický prúd.

Křižíkove oblúkové lampy zaznamenali v roku 1881 úspech na parížskej výstave. Boli osadené na hlavnom schodisku a v rakúskom pavilóne. Súperil tu s so žiarovkami Edisona. V konkurencii 50 podobných zariadení vyhral zlatú medailu. [9]



Obr. 13 Křižíkove oblúkové lampy

1.3.2 Žiarovka

Vynález elektrickej žiarovky sa nedá pripísať jednému vynálezcovi. Prvé pokusy o zostrojenie žiarovky siahajú do roku 1854, kedy nemecký hodinár Henrich Göbel vytvoril prvý odporový zdroj svetla. Elektrickú žiarovku ako ju poznáme dnes, vynašli nezávisle na sebe Joseph Swan z Newcastle vo Veľkej Británii v roku 1878 a Thomas Alva Edison v USA v roku 1879, ktorý si tento vynález dal aj patentovať.

Edisonov tím vyrobil žiarovku s karbonizovaným vláknom, potiahnutým bavlnenou niťou, ktorá svietila, ale len okolo 14 hodín. Ďalšími pokusmi zistil, že osadením bambusového filamentu dosiahne až 1200 hodín svietenia.

Žiarovka funguje na princípe odporového zahrievania vodiča vo vákuu elektrickým prúdom, ktorý ním preteká. Pri vysokej teplote vlákno žiarovky žiari ako absolútne čierne teleso v infračervenom, ultrafialovom a viditeľnom spektre. Sklenená banka žiarovky je však pre ultrafialové žiarenie nepriepustná.

Edison vytvoril aj patent závitú s označením „Edison screw“, ktorým je doteraz štandardná objímka žiaroviek. Jeho označenie je typ E (E27). Prvé praktické využitie Edisonovej žiarovky bolo na parníku Columbia. [3] [10]



Obr. 14 Edisonova žiarovka

1.3.3 Výbojky

Súbežne s predchádzajúcimi objavmi a vývojom žiaroviek prebiehal výskum aj iných zdrojov svetla. Zaujímavým vynálezom 19. storočia boli Geisslerove trubice ktoré zostrojili dvaja Nemci, sklár Heinrich Geissler a lekár Julius Plücker. Zistili že môžu produkovať

svetlo tým, že z dlhej sklenenej trubice odstránia vzduch a nechajú ňou prejsť elektrický prúd.

Takéto výbojky a ich princíp sa stali základom vývoja mnohých osvetľovacích technológií, ako neónových svetiel a žiariviek. Súčasné výbojky sú plnené zmesou výparov a plynov. Podľa tlaku plynovej náplne sú delené na vysokotlakové (sodíkové, xenónové, halogénové, ortuťové, plazmové) a nízkotlakové (sodíkové, kompaktné, žiarivky, indukčné výbojky).

[3] [11] [12]



Obr. 15 Gesslerova trubica

1.3.4 Žiarivky

V 20. – 30. rokoch 20. storočia robili európsky výskumníci experimenty s neónovými trubicami potiahnutými fosforom pre jeho schopnosť absorbovať UV svetlo, ktoré premieňa neviditeľné svetlo na užitočné biele svetlo. V začiatkoch išlo o jasne žlté svetlo, ktoré našlo uplatnenie v exteriérovom osvetlení, ale aj v ikonickej „bankárskej“ lampe prvej polovice 20. stor.- lampe Emeraldite. Výroba skleneného zeleného krytu prebiehala na Morave v meste Rapotín. V tej dobe stála Česká Republika na vrchole sklárskeho priemyslu. [11] [14]



Obr. 16 Lampa Emeraldite

1.3.5 Halogénové žiarovky

Halogénové žiarovky fungujú na podobnom princípe ako klasické, s tým rozdielom, že náplň banky je zmes halogénových plynov (jód, bróm). Oproti klasickej žiarovke nečernie, ale znižuje svoju účinnosť. Nečernie v dôsledku väčšieho tlaku plniaceho plynu, ktoré znižuje množstvo odpareného plynu. Halogénové plyny sa tiež viažu na odparený volfrám pričom sa tato zlúčenina vracia smerom k rozžeravenému vláknu. Tu sa rozkladá späť na volfrám, ktorý sa usadzuje na vlákno a na halogén, ktorý zostáva v priestore banky a celý proces sa opakuje.

Halogény však majú vysokú pracovnú teplotu, čo automaticky obmedzuje ich finálne využitie a nízku energetickú účinnosť. [14]



Obr. 17 Volfrámová žiarovka

1.3.6 LED

LED dióda (Light-Emitting Diode - dióda emitujúca svetlo) je polovodičová elektronická súčiastka, vyžarujúca úzkospektrálne svetlo, pri prechode elektrického prúdu v priepustnom smere.

Britský vedec Henry Joseph Round v roku 1907 objavil a popísal jav elektroluminiscencie - jav, pri ktorom sa elektrická energia prechodom prúdu vhodným luminoforom mení na žiarenie.

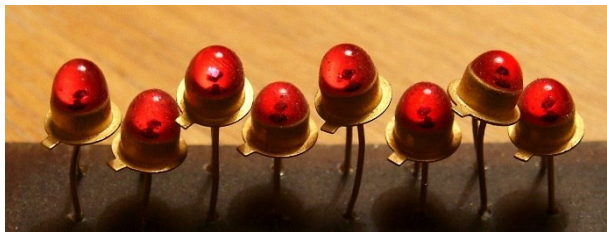
Tieto poznatky využil až v roku 1962 americký vedec Nick Holonyak z Univerzity v Illinois pracujúci pre General Electric na zostrojenie prvej LED- diódy červenej farby. Roku 1971 boli skonštruované LED diódy zelenej, žltej a oranžovej farby, čo umožnilo ich široké využitie pre svetelnú signalizáciu prístrojov a zariadení (kontrolky).

Počiatok tejto prelomovej technológie sa viaže k ére prvých elektrochipov, senzorov, počítačov, televízorov, elektrospotrebičov a v neposlednom rade aj k vesmírnemu programu NASA.

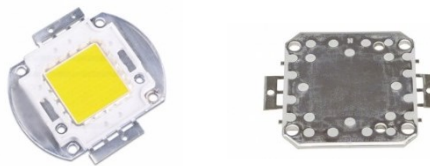
- Pre rozvoj LED zdrojov boli významné 90. roky, keď bola vynájdená modrá LED- dióda.
- V roku 1995 vznikli prvé biele LED diódy využívajúce vrstvu luminoforu na vznik bieleho svetla. [14] [15] [16]



Obr. 19 Rôzne druhy LED diód



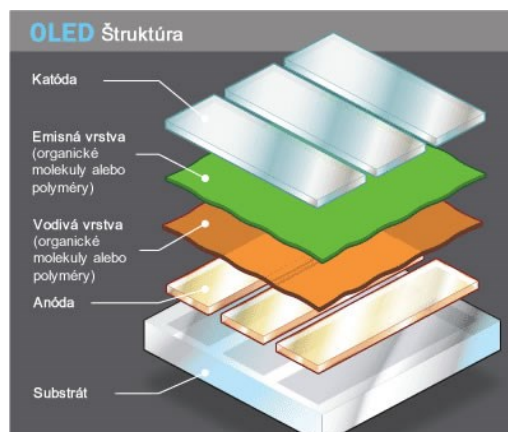
Obr. 20 Elektroluminiscenčné diódy Tesla LQ-100-prvé LED vyrábané v Československu v 2. pol. 70. rokov



Obr. 18 Typ moderného LED chipu

1.3.7 OLED

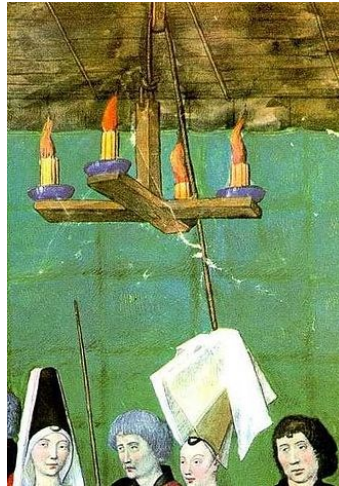
Jednou z posledných novinek v oblasti svetelnej techniky je organická svetlo emitujúca dióda OLED (Organic Light-Emitting Diode). Táto technológia využíva na generovanie žiarenia organické materiály umiestnené medzi kovovou anódou a transparentnou katódou.[17]



Obr. 21 Štruktúra OLED diódy

2 HISTÓRIA A VÝVOJ ZÁVESNÝCH SVIETIDIEL

Jeden z mála predmetov, ktorý si po stáročia dokázal udržiavať funkčnú a zároveň deko-
račnú funkciu je luster. Od počiatku predstavoval štatút bohatstva a postavenia majiteľa.
Zároveň reflektoval pozadie svojej doby, spoločnosti a jej hodnoty.



Obr. 22 Stredoveká ilustrácia lustru

2.1 Vývoj a história lustra

Vývoj týchto závesných svietidiel má za sebou dlhú históriu siahajúcu do obdobia Byzancie. Tu sa začali vyrábať prvé podoby lustrov nazývaných Polycandelon (6. st.), ktoré boli vyrobené zo zliatiny. Boli osadené sviečkami ktoré kvapkali, preto sa knôty sa museli strihať. Z dôvodu uľahčenia neustálej obsluhy sa začali osadzovať na kladkové systémy. Knôty bez potreby ustrihávaní sa začali používať až 19. st. V tej dobe boli sviečky drahým nedostatkovým tovarom a počas dňa sa dávali dole. Keď chcel človek poukázať na svoje bohatstvo nechával horiace sviečky neustále zapálené. [18] [19]



Obr. 23 Polycandelon

Medzi ďalší druh lustrov patrili Maurské závesné lampy z 8. storočia. Geometrické tvary a symetria bola inšpirovaná islamským štýlom. Sviečky boli uložené vo vnútri tienidla v ozdobených obaloch s perforovanými otvormi v tvare ornamentov. Pri svietení tak hádzalo zaujímavé tieň, ktorými dekorovalo priestor.

Obrat vo vývoji lustrov nastal až v 15. storočí s nástupom tzv. holandského typu mosadzného lustra, ktorý ako nový typ závesného svietidla mal veľký a trvalý dopad na neskorší vývoj lustrov. Typickým pre neho bol guľový stredový klin, ktorý sa skladal z veľkej mosadznej gule, či série vzostupných guľ nesúcich esovito zatočené ramená. Leštená mosadz prispievala k odrazom svetla sviečok, čím zvyšovala jeho svetelné vlastnosti.

V 16. storočí vstupuje na scénu lustrov nový materiál a to sklo. Prvé lustre boli ešte ovešané prírodnými kryštálmi ktoré mali pomenovanie Rock Crystal. Tento typ okrášľoval zámky vo Versailles alebo Fontaineblau. Takéto prírodné kamenné kryštály boli typické pre Francúzsko 16-17 storočia. V 17. storočí sa rozmohla výrobná technológia kremičitého skla s obsahom oxidu olovnatého, ktorého výsledkom bolo dokonale číre sklo pôsobiace vzácnejšie, než vzácny kamenný kryštál. Sklo bolo tvrdé, bolo ho možno rezať a brúsiť do vysokého lesku. Znamenalo to veľkú zmenu pri tvorbe lustrov, visiacich krištáľových dekorácií všetkých tvarov a rozmerov. V tomto období sa začala takáto výroba aj v Českej Republike a zrod firmy Preciosa.

V roku 1750 pri príležitosti korunovácií rakúskej cisárovnej Márie Terézie vytvorili českí sklári na jej počesť rovnomenný luster určený do paláca vo Viedni. Luster typu Maria Theresa bol inšpirovaný francúzskymi ornamentami bez stredovej nosnej tyče. Stal sa ikonou pre jeho typický tvar, ktorého základ kostry tvoria ploché kovové obruče pokryté sklenenými lištami spojené rozetami. Prázdny priestor vo vnútri vyplňa baluster. [18] [19]



Obr. 24 Luster typu Maria Theresa

2.1.1 Priemyselná revolúcia a osvetlenie

Obdobie rokov 1750-1900 je spojené s finančne rastúcou strednou vrstvou a znamenal aj návrat k starým slohom (cyklická zmena módy). Príčinou bolo objavenie ruín Pompejí s následkom rozkvetu neoklasicistického štýlu. Nové objavy zdrojov svetelnej techniky (plynové a elektrické) znamenali nové možnosti pre svietidlá, ktoré sa vyrábali v stropných aj nástenných verziách. S plynovým osvetlením vyžarujúcim viac jasnejšieho svetla prišiel sklenený štít v tvare banky, ktorý chránil a rozptyľoval svetlo lepšie do všetkých strán a tým zvyšoval jeho účinnosť

Uvedenie elektrickej žiarovky znamenalo revolúciu v designe. Súdobí dizajnéri čerpali tvarové inšpirácie z prírody neľahiac na predchádzajúce slohy.

Prvý stmievač žiaroviek zostrojil španielsky umelec Mariano Fortuny. Jeho najznámejším počinom je však stojanová lampa, využívajúca odrazené svetlo z plochy kupolového krytu vyrobeného z hodvábu. [18] [19]



Obr. 25 Lampa Mariana Fortuny

Daniel Swarovsky, český sklár skonštruoval v 19. st. stroj na presné brúsenie krištáľového skla. Tento prístroj používal hlavne na výrobu šperkov. Firma Swarovsky svoje portfólio rozšírila o lustre až v roku 1965.



Obr. 26 Luster Swarovsky

Na svietidlá sa používali osvetľovacie sklá z číreho brúseného skla, zakalených sklovín, opálového, alebo alabastrového skla, či matovaných skiel. Problém bol vždy v zlom rozptýlení svetla alebo malej priepustnosti. Problém sa podarilo vyriešiť až v 80tych rokoch 19. storočia zdokonalenom opálového skla alebo jeho vrstvením medzi dve číre skloviny, ktorá z nich bola na povrchu matovaná. Tieto osvetľovacie sklá boli ozdobené o brúsené dekóre a mohli byť vyrobené v rôznych veľkostiach a tvaroch. Nové lustre a stropné svietidlá sa začali odlišovať umiestnením zdroja svetla. Oproti klasickým lustrom so sviečkami alebo plynom, kde bol smer osvetlenia smerom nahor, elektrické smerovali dole. Toto technické riešenie znamenalo nové typy svietidiel, kde vrchol dosiahli počiatkom 20. storočia. V tom období začal vládnuť svetu nový trend- modernizmus, ktorý postupne predurčoval nový spôsob života a i podobu svietidiel. Väčšina umeleckých smerov prvej polovice 20. storočia malo vplyv na formovanie nového vzhľadu svietidiel, pričom postupne začali ubúdať dekoračné prvky, nastala potreba po prepojení funkcie s formou s väčšou vizuálnou čistotou. [18] [19]



Obr. 27 Luster z obdobia Art Deco

3 OSVETLENIE

Jedným z hlavných faktorov ovplyvňujúcich život ľudí je svetlo. Podľa neho sa vždy človek orientoval, pracoval a prispôboval svoje fungovanie. Vnímanie svetla odjakživa sprostredkovalo človeku 80% informácii a vnemov nadobudnutých počas dňa. Svetlo nesprostredkúva len vizuálne vnemy, ale aj ovplyvňuje chod ľudského tela. Tak ako vnímame automaticky kolobeh denného svetla od svitania po stmievanie vizuálne, rovnako sa tento kolobeh odráža aj na fyziologických javoch v našom tele, ktoré sa tempom prispôbuje danej dennej dobe. Jedná sa o fyziologický mechanizmus, ktorý dôsledkom evolúcie vnímame automaticky. Okrem fyziologického aspektu je rovnako dôležitý aj psychologický. Psychologická odozva ľudí na svetelné podnety a podmienky predurčuje a rozhoduje ako sa daný jedinec bude chovať a cítiť v určitom prostredí. V tomto dôsledku sa nároky na správne osvetlenie zvyšujú, či už ide o požiadavky na pracovné prostredie, zníženie energetickej náročnosti či zníženie únavy očí, prípadne zvýšenie komfortu. [20] [21]

3.1 Druhy osvetlenia

Osvetlenie z hľadiska zdroja svetla je možné rozdeliť na 3 druhy: osvetlenie prirodzené, umelé a kombinované.

3.1.1 Prirodzené osvetlenie

Jeho zdrojom je Slnko, na ktorého svit sa v priebehu miliónov rokov adaptovala väčšina živočíchov vrátane človeka. Hlavnou výhodou slnečnej energie je jeho voľná dostupnosť (zdarma pre všetkých). Nevýhodou je jeho obmedzená denná dostupnosť a intenzita chromatickosti, v priebehu dňa často v vplyvom počasia kolíše, čo nášmu spôsobu života nemusí vyhovovať. [1] [2]

3.1.2 Umelé osvetlenie

Riešením na nestálosť slnečného žiarenia bol vznik umelého osvetlenia, ktoré môže svietiť stálou intenzitou kedykoľvek potrebujeme. Takémuto osvetleniu je v súčasnosti človek vystavený viac než prirodzenému slnečnému svitu, z toho dôvodu narastajú požiadavky na jeho kvalitu.

3.2 Definícia fyzikálnych pojmov spojených so svetlom

3.2.1 Svetelný zdroj

Je zdroj elektromagnetického žiarenia vo viditeľnej časti spektra. Pôvod žiarenia môže byť rôzny- prirodzený slnečný svit, oheň alebo svetlo generujúce priechod elektrického prúdu.

3.2.2 Svetelný tok

Svetelný tok je fotometrická fyzikálna veličina, vyjadrujúca koľko zdroj vyžiari svetelnej energie do všetkých smerov za 1 sekundu. Jednotkou je 1 lumen (lm) a symbolom Φ . Hodnoty svetelného toku sa pohybujú od 200 lm pri štandardnej 25 W po 1500 lm u 100 W.
 $\Phi = L \cdot \omega$.

3.2.3 Svietivosť

Je základnou fotometrickou veličinou vyjadrujúcou množstvo svetelného toku, ktoré vyžiari svetelný zdroj v určitom konkrétnom uhle.

Termín svietivosť sa používa prevažne u reflektorových zdrojov.

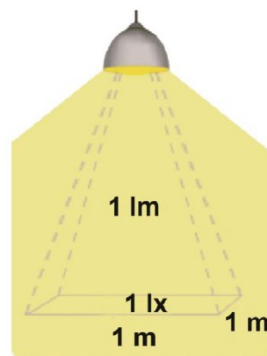
Jednotkou svietivosti je 1 kandela (cd). [20] [22]

3.2.4 Intenzita osvetlenia

Intenzita osvetlenia (symbol E) je veličina udávajúca koľko svetelného toku dopadá na jednotku plochy (1m^2). Jednotkou intenzity osvetlenia je 1 lux (lx).

V miestnostiach, kde osvetlenie slúži k orientácii v priestore- chodby, kúpeľne, spálne sa odporúča 150 lx. Pre učebne, kancelárie je odporúčaných 250 – 500 lx.

Výrobné haly a miestnosti na montáž elektroniky vyžadujú 1000-1500 lx a pre hodinársku prácu treba svietidlo s hodnotou 2000 lx.



Obr. 28 Schéma výpočtu intenzity osvetlenia

3.2.5 Jas

Predstavuje mernú veličinu svietivosti. Je rozhodujúcou veličinou pre vnímanie svetla na základe svetelného zdroja alebo osvetľovacej plochy.

Jednotkou je cd/m^2 so symbolom L

3.2.6 Merný svetelný výkon

U elektrických zdrojov osvetlenia je pre užívateľa dôležité vedieť aké veľké množstvo dodanej energie je zdroj schopný premeniť na viditeľné žiarenie.

Merný svetelný výkon vyjadruje ako účinne zdroj mení vstupnú energiu na svetlo. Je vyjadrený pomerom medzi svetelným tokom v lumenoch (lm) a príkonom vo wattoch (W)
Jednotkou je lm/W

3.2.7 Teplota chromatickosti

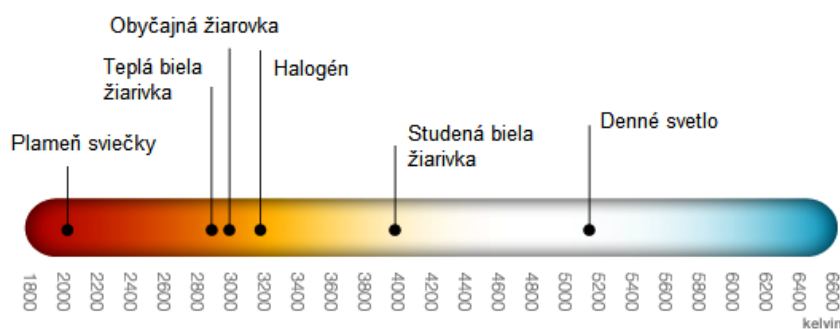
Teplota chromatickosti je fyzikálna veličina charakterizujúca farbou žiarenia vydávaného zahrievaným telesom. Jednotkou je Kelvin (1K)

Definuje sa v porovnaní s tzv. čiernym telesom a znázorňuje pomocou Plankovej krivky. Zahrievaním ideálneho telesa čiernej farby na dostatočne vysokú teplotu bude jeho farba prechádzať z červenej cez žltú a bielu až k modrej.

Teplá biela (2800 – 3300 K) – svetelný zdroj žltého až oranžového odtieňa na človeka pôsobí uskladňujúcim a príjemným dojmom.

Neutrálna/denná biela (4300 – 4700 K) – zdroj svetla bielej až jemne žltej farby pôsobí neutrálnym dojmom.

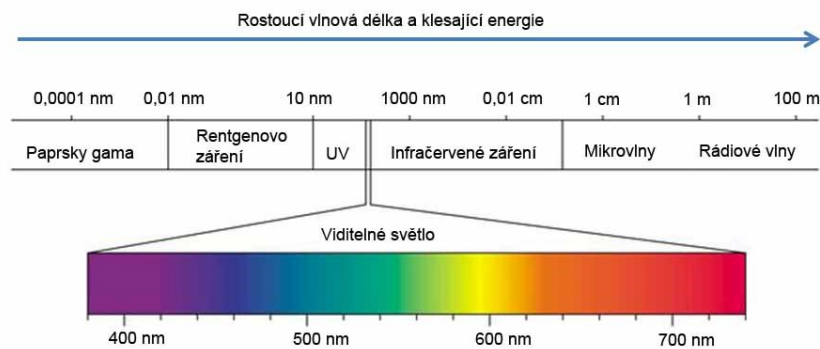
Studená biela (5000 – 6000 K) – vyžaruje svetlo namodralej farby, ktoré pomáha eliminovať pocit únavy a človeka vybudzuje k aktivite [23] [24]



Obr. 29 Farebná škála teplôt chromatickosti

3.2.8 Elektromagnetické spektrum

Svetlo je s fyzikálneho pohľadu vnímané dvoma spôsobmi. Prvým je svetlo ako prúd fotónov umožňujúci určovať rýchlosť šírenia svetla. Druhým je považovanie svetla ako elektromagnetické vlnenie, kde hodnota vlnovej dĺžky určuje farbu vnímania ľudského oka.



Obr. 30 Elektromagnetické spektrum

Žiarenie vlnovej dĺžky kratšej než 380 nm je pre ľudské oko neviditeľné a nazýva sa ultrafialové UV. Svetelným spektrom je nazývaná časť elektromagnetického spektra s vlnovými dĺžkami od 380 nm-740 nm, ktoré obsahuje farby vnímané ľudským okom.

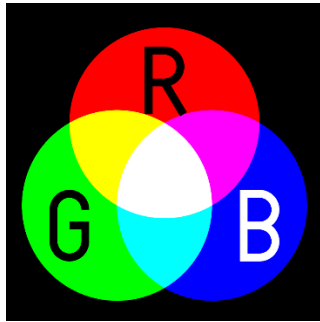
Okom pozorovateľná prvá farba je fialová, prechádza cez modrú, zelenú cez žltú až k červenej. Infračerveným žiarením nazývame žiarenie o vlnovej dĺžke vyššej ako 740 nm. [26] [27]

Aditívne miešanie farieb

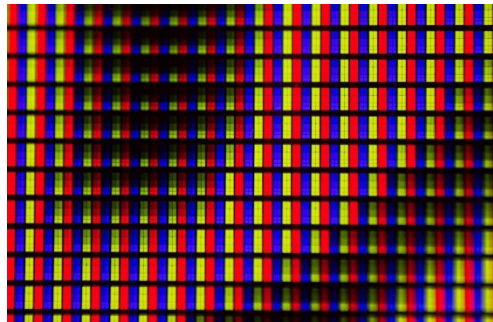
Aditívne miešanie (sčítanie) farieb nastáva kombináciou jednotlivých zložiek farieb svetiel, čím sa vytvára svetlo väčšej intenzity. Výsledná intenzita sa rovná súčtu intenzít jednotlivých zložiek. Skombinovaním troch základných farieb svetelného spektra- červenej, zelenej a modrej získame biele svetlo.

Miešaním dvoch základných farieb vzniká tretia základná farba- komplementárna (doplnková).

Na tomto princípe funguje farebný model RGB, používaný v svetlo vyžarujúcich zariadeniach ako pc monitory, dataprojektory televízie, atď. pričom každý pixel na obrazovke je prezentovaný ako hodnota pre červenú, zelenú a modrú. Tieto hodnoty sú prevedené do elektrického napätia cez gama korekciu a výsledná intenzita je premietnutá na displej. [28] [29]



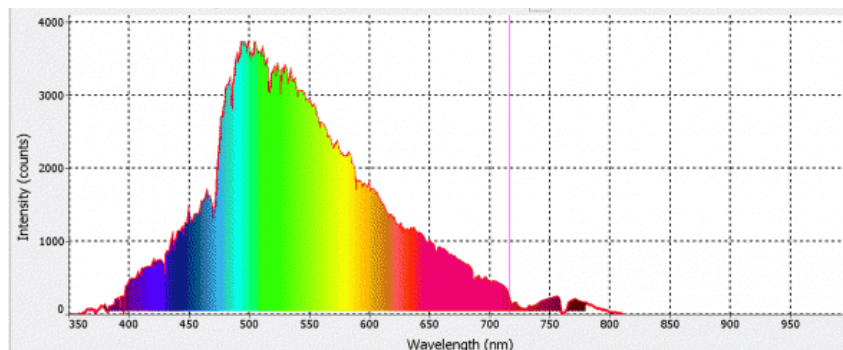
Obr. 31 Farebný model RGB



Obr. 32 Detail pixelov obrazovky

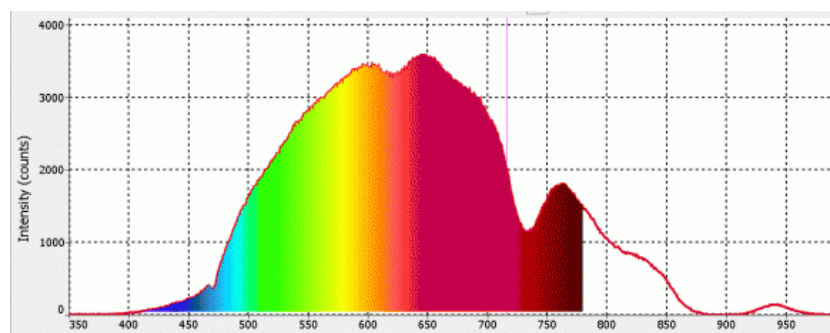
Svetelné spektrá zdrojov žiarenia

Na meranie svetelných spektier sa používa prístroj Spektrometer. Je to druh vedeckého prístroja umožňujúceho merať spektrum svetla a elektromagnetického žiarenia mimo viditeľnú oblasť. Rozlišuje na akých vlnových dĺžkach je nesená a aká veľká je časť celkovej intenzity. Spektrum slnečného svetla je označované ako spektrum spojité, lebo obsahuje všetky vlnové dĺžky- všetky farebné odtiene. Dopadom svetla napr. na žltý objekt dôjde k pohlteniu modrej časti spektra, tak odrážané svetlo vnímame ako žlté.



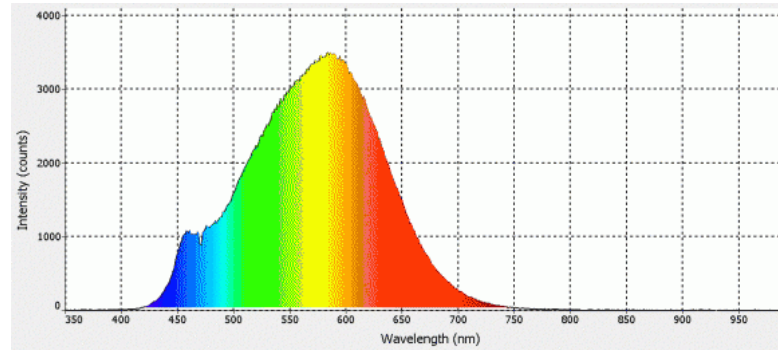
Obr. 33 Spektrum slnečného svetla

Spojité spektrum sa týka klasickej volfrámovej žiarovky, ktorá vyžaruje väčšie množstvá svetla v žltej až červenej oblasti.



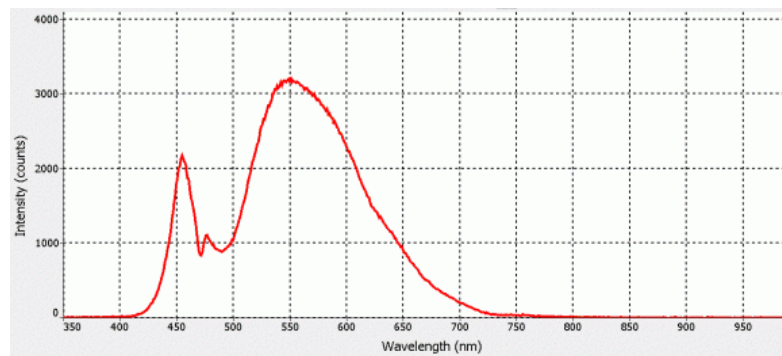
Obr. 34 Spektrum volfrámovej žiarovky

Moderné LED-chipy, tak ako tie spoločnosti Solacera majú zub na kraji UV oblasti potlačený. Ich svietenie je bližšie k spektru slnečného žiarenia oproti starším do modra ladeným (majú zmenenú aj krivku luminoforu). Tepelné ladenie odpovedá žiarovke (2700K)



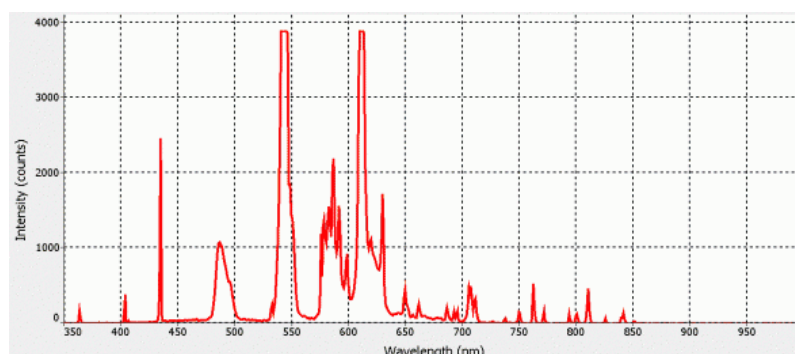
Obr. 35 Spektrum moderných LED-chipov

Staré LED-chipy mali výrazný zub na kraji spektra, a spektrum malo podobný tvar ako denné svetlo.



Obr. 36 Spektrum starých LED-chipov

Úsporná žiarivka je príkladom nespojitého svetelného spektra, zloženého z oddelených vlnových dĺžok jednotlivých farieb. Všetky farby však v spektre nie sú obsiahnuté, preto takéto osvetlenie skresľuje vnímanie farieb v priestore. [28] [29]



Obr. 37 Spektrum úsporných žiaroviek

4 VPLYV SVETLA NA ĽUDSKÝ ORGANIZMUS

4.1 Vnímanie svetla

Zo všetkých zmyslových vnemov, ktorými poznávame vonkajšie prostredie tvoria zrakové vnemy 75-80 %. Zrak a vnímanie farieb je umožnené komplexným procesom, pri ktorom svetlo preniká do vnútra oka. Svetelné žiarenie preniká rohovkou a je filtrované dúhovkou- špeciálnym kruhovým svalom, ktorý svojim sťahovaním a rozťahovaním upravuje množstvo svetla prepusteného do zadnej časti oka kde svetlo dopadá na svetlocitlivú sietnicu.

Zdravé ľudské oko dokáže vnímať obraz vo veľmi širokom rozsahu hladín osvetlenia. Naši predkovia teda neboli len dennými tvormi, ale aj nočnými, čo dokazujú dvoje receptory oka.

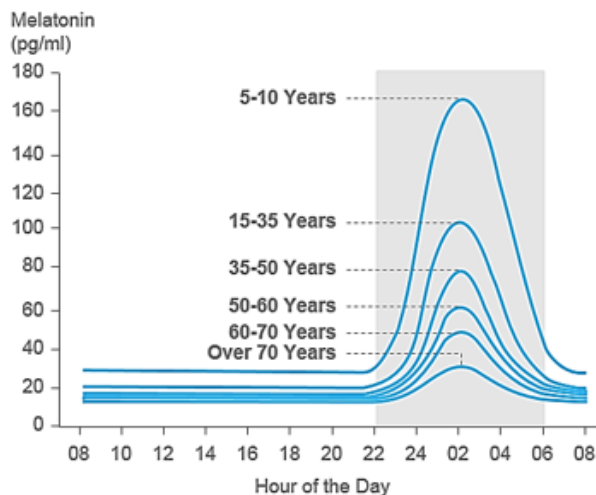
Čapíky- reagujú na väčšie svetelné kvantá. V sietnici ľudského oka je ich cca 8 miliónov. Človek ich má 3 druhy a tie sú citlivé na rôzne vlnové dĺžky RGB a ich kombinácie čo nám umožňuje vidieť farby. Citlivosť nie je u všetkých ľudí rovnaká, dokonca je rôzna aj v rámci očí jedného človeka.

Tyčinky – reagujú na malé energetické kvantá svetla, čoho výsledkom je čiernobiely obraz, pri ktorom rozlišujeme svetlejšie a tmavšie plochy- vnímame podľa kontrastu. Tento typ videnia je označovaný ako nočné, čiernobiele alebo skotopické.

Zmiešané alebo súmravné (mezopické) videnie vzniká pri hodnotách, keď úroveň osvetlenia zodpovedá stmievaniu alebo súmraku. V tomto rozpätí nefungujú ani tyčinky ani čapíky s vrcholnou účinnosťou, ale oboje aktívne prispievajú pri vizuálnej percepcii.

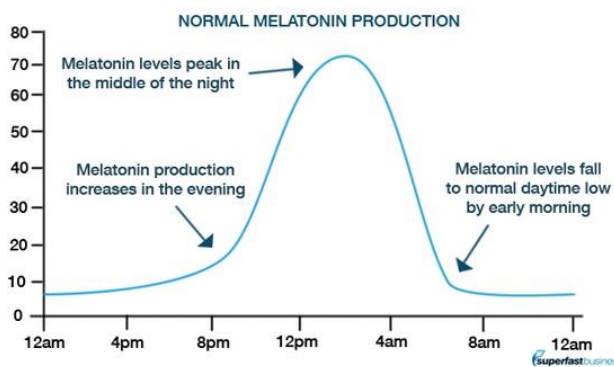
4.2 Cirkadiánnny rytmus

Striedaniu dňa a noci v 24 hodinových intervaloch zapriečenému otáčaním Zeme okolo svojej osi sa evolučne prispôsobila väčšina živých organizmov. Striedanie svetla a tmy ovplyvňuje tvorbu melatonínu- hormónu regulujúceho cykly spánku a bdelosti. Hormón je vytváraný v časti mozgu, v šuškovitom teliesku- epifýze. Melatonín ovplyvňuje únavu človeka a proces zaspávania. Jeho tvorbu ovplyvňuje intenzita svetla- jeho tvorba je nim brzdená. Tvorí sa ho však 8-10 násobne viac v noci ako cez deň, čo podmieňuje cirkadiánnny rytmus človeka a pre telo je subjektívnym „signalizátorom času“ v rámci 24 hodín i v priebehu roka.



Obr. 38 Graf denní tvorby melatoninu v závislosti na věku

Kedysi sa človek orientoval podľa Slnka a na spánok sa uberal prirodzene s jeho západom. V dnešnej dobe umelého osvetlenia dochádza k narúšaniu prirodzených rytmov človeka. Najproblémovejším svetlom je chladné (do modra), ktoré si organizmus spája so svitom slnka na pravé popoludnie, pričom sa obmedzuje tvorbu melatoninu. Nespôsobuje to len problémy so spánkom, ale keďže melatonín podľa výskumov pôsobí v tele ako antioxidant podporujúci imunitný systém, ktorý očisťuje telo od voľných radikálov jeho nedostatok môže zvyšovať riziko rakoviny a zrýchľovať aj proces starnutia. [32] [33]



Obr. 39 Graf tvorby melatoninu v závislosti od časti dňa

4.3 Umelé osvetlenie v obytných priestoroch

Zrakové vnímanie vnútorného prostredia ovplyvňujú tri základné oblasti ktorými sú:

fyzikálne vlastnosti svetla a prostredia, fyziológia zrakového vnemu, psychológia vnímania.

Pre návrh umelého osvetlenia sú prvoradá vlastnosti osvetľovacieho telesa a vlastnosti prostredia, ktoré sú dôležité pre synergiu svetla s architektúrou. [30] [31]

Pri návrhu osvetlenia sa postupuje podľa týchto troch hľadísk:

1. Voľba intenzity osvetlenia

Zvyšujúcim množstvom svetla sa zlepšuje viditeľnosť a podporovaný je aj stav fyzickej aktivity. Intenzita osvetlenia pôsobí prirodzene aj na psychológiu vnímania. Pod pojmom svetlý priestor si ľudia najčastejšie predstavujú priestranné svetlé priestory podporujúce celkový pocit bezpečia. Opakom je tmavý priestor pôsobiaci stiesňujúco. Tento dojem z priestorov však nemusí byť jednoznačný. Presvetlený priestor, v ktorom vidieť všetko, mnohým ľuďom pripadá, že je zbavený intimity.

Z podobných skúseností je možné usúdiť, že záleží aj na samotnej situácii, účelu priestoru a aktivite, ktorá si vyžaduje osobitú intenzitu osvetlenia .

2. Smerové vlastnosti osvetlenia.

Svetlo, ktoré má určitý priamy smer vytvára tieň, ktoré napomáhajú vnímať tvar.

Podvedomím vzorom pre osvetlenie sú situácie známe z prírody, medzi ktoré patria:

a) Prvá nastáva pri prevažne zamračenej oblohe, keď je prostredie osvetlené rozptýleným svetlom so slabými vertikálnymi tieňmi, len s mäkkými horizontálnymi. Kontrasty svetla a tieňa sú malé a rovnomernosť osvetlenia veľká. Takého svetelné podmienky sú vhodné pre väčšinu činností, ale nie pre fotografovanie. Ekvivalentom týchto podmienok je rovnomerné umelé osvetlenie kancelárií a pracovísk.

b) Prostredie s priamym slnečným svitom. Keď slnečné svetlo prichádza šikmo zo strany vytvárajúc výraznejšie vertikálne tieň zmäknuté svetlom z oblohy. Vznikajú výraznejšie kontrasty svetlých a tmavších miest. Osvetlenie tohto typu je vhodné na fotografovanie a pre mnoho ľudí je dobrým vzorom pre umelé osvetlenie miestností.

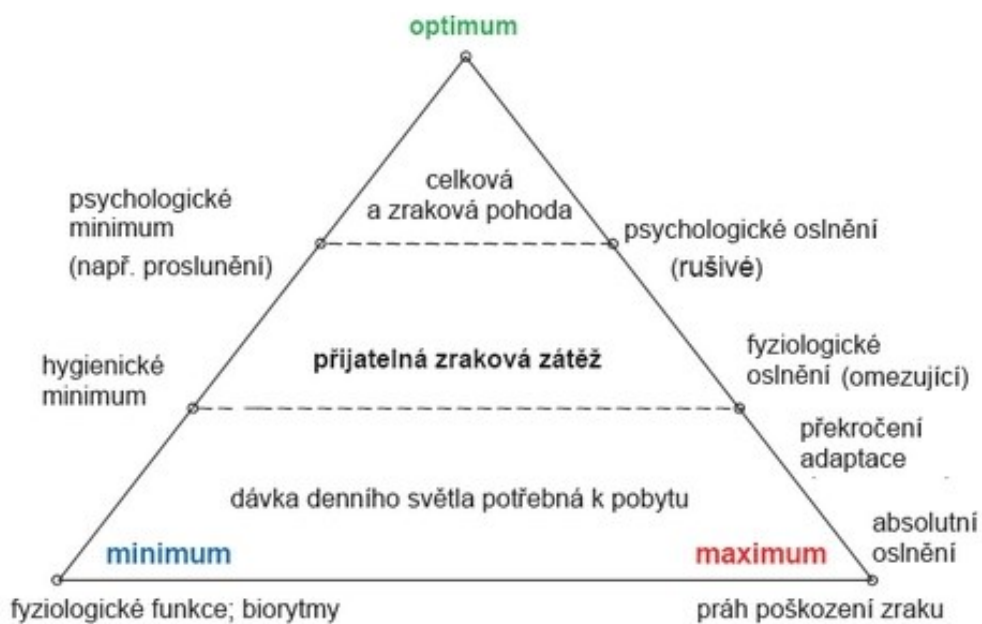
c) Vzhľadom na historický vývoj človeka je treťou vzorovou situáciou svetlo ohniska či krbu. Charakterizujúcimi znakmi je nižšia poloha svetelného zdroja, vyšší jas v blízkosti tváre človeka, výraznejšie kontrasty svetla a typické teplé tóny sfarbenia svetla.

3. Vlastnosti světelného spektra a jeho vplyv na vzhľad a vnímanie farieb

Pri plnom fotopickom videní je vnímanie farieb dôležitejšie než kresba tieňov. Pri nižších hladinách osvetlenia sú farebné účinky svetla jedným z hlavných podnetov psychologického vnímania osvetlenia.

4. Vplyv osvetlenia na pocity a náladu

Otázky fyzikálnych vlastností svetla a fyziológie sú spracované v mnohých publikáciách, ale málo pozornosti sa venuje vplyvu osvetlenia na vznik pocitov a nálad. Osvetlenie je ale dôležitou zložkou zmyslového vnímania, pôsobiac na ľudskú dušu v rozsahu zahŕňajúcom citové a estetické vnemy. Toto sa využíva hlavne pri scénickom osvetlení, výstavách, ale aj pre komerčné účely. [30] [31]



Obr. 40 Schéma svetelnej záťaže na organizmus

5 TECHNOLOGIA LED

5.1 História a vývoj LED zdrojov

LED technológie sú jednou z najrýchlejšie rozvíjajúcich sa technológií zdrojov osvetlenia v súčasnosti. Skratka LED pochádza z anglického Light-Emitting Diode (dióda emitujúca svetlo, luminiscenčná dióda). LED dióda je polovodičová elektronická súčiastka, ktorá vyžaruje úzkospektrálne svetlo pri prechode elektrického prúdu v priepustnom smere. Svielenie vzniká následkom žiarivej rekombinácie elektrónovo-dierového páru, ktoré je formou elektroluminiscencie. Farba vyžarovaného svetla závisí od štruktúry PN priechodu aj od použitého materiálu.

Pre rozvoj LED zdrojov boli kľúčové 90. roky v dôsledku vynájdenia modrej LED diódy. Do vtedy neboli LED diódy využívané ako zdroj osvetlenia pre svoju malú svietivosť, ale hlavne aj pre nemožnosť poskytnúť biele svetlo. Príchodom modrej LED sa tento stav zmenil, pretože kombináciou červeného, zeleného a modrého svetla (RGB) vzniká biele svetlo. Spôsob miešania troch farieb k vytvoreniu bielej sa nazýva trichromatický.

V roku 1995 vznikli prvé biele LED diódy využívajúce vrstvu luminoforu na vznik bieleho svetla. Tieto LED diódy fungujú na princípe konvertovaní vlnových dĺžok, kde LED dióda vyžarujúca modré svetlo (ktorého časť je vyžarovaná priamo k pozorovateľovi) je absorbovaná fosforovým konvertorom, ktorý následne eliminuje svetlo v žltom spektre. Keďže modrá a žltá sú komplementárne farby, dohromady tak vytvárajú bielu. Takúto LED diódu je vo vypnutom stave ľahko poznať podľa typickej žltej farby (farby fosforového konvertoru). [14] [15]

V súčasnosti sa popri bežných LED diód objavujú na trhu LED s veľkým výkonom – COB LED (chip on board). Boli prvýkrát predstavené v roku 2011 firmou Citizen Electronics. Svetelné COB LED diódy využívajú koncentráciu jednotlivých LED čipov na malej ploche, pri ktorej sú LED čipy umiestnené na plošnom keramickom spoji pokryté vrstvou luminoforu. Zabezpečený je tak rovnomerný odvod tepelných emisií z LED čipov, pričom je možné integrovať LED pole o vyššej hustote a tým dosiahnuť vyššieho svetelného výkonu v porovnaní so staršími LED diódami. Sú tak schopné dosahovať vysokého svetelného toku, ale za cenu zvýšených nárokov na odvod tepla. [35] [36]

5.2 Vlastnosti LED zdrojov

5.2.1 Výhody LED technológie

- takmer neobmedzené možnosti tvaru a rozmeru svetelných zdrojov
- malé rozmery čipov umožňujú ich koncentráciu do zväzkov
- produkujú viac svetla na Watt v porovnaní s obyčajnou žiarovkou. Najvýkonnejšie LED viac ako 160 lm/W, žiarivka 48-65 lm/W, halogénová žiarovka 16-22 lm/W, obyčajná žiarovka cca 15 lm/W
- majú pri porovnateľnej svietivosti niekoľkonásobne nižšie prevádzkové náklady
- produkujú neporovnateľne menej tepla ako obyčajné žiarovky, typický do 40°C pri výkone 3-5W
- dosahujú extrémne dlhú životnosť - okolo 50.000 hodín (viac ako 34 rokov pri 4 hodinovej dennej prevádzke), špičkoví výrobcovia uvádzajú až 100.000 hodín, ale ich cena je 3x vyššia.
- neemitujú ultrafialové ani infračervené žiarenie, sú preto vhodné pre použitie aj v múzeách, galériách a ďalších aplikáciách kde je UV a IR vyžarovanie zo svetelného zdroja neprijateľné
- rozsvetujú sa okamžite (rádovo sú to milisekundy)
- odolné voči nárazom a inému nešetrnému zaobchádzaniu
- ideálne pre použitie, tam kde je nutné časté vypínanie a zapínanie
- neobsahujú ortuť ani ťažké kovy škodlivé životnému prostrediu a ľudskému zdraviu.

[35] [36]

5.2.2 Nevýhody LED technológie

- vyššie obstarávacie náklady v pomere cena za 1 lumen
- svietidlá so zlým chladením, nekvalitnými diódami a zdroji (problém u lacných výrobkoch)
- nutnosť napájanie konštantným prúdom, v opačnom prípade dochádza k zníženiu životnosti
- pri zlom umiestnení môžu LED svietidlá oslňovať [37]

5.3 Prevádzková teplota LED zdrojov

LED svetelné zdroje pre ich účinnejšiu premenu el. energie na svetlo nevydávajú do okolia toľko tepelnej energie ako volfrámové žiarovky alebo halogénové svietidla, ktoré môžu pri častom vypínaní a zapínaní zhorieť či až privodiť požiar. Napriek tomu je tiež najväčším problémom LED zdrojov vznikajúce teplo. Keďže LED vyžaruje iba malé množstvo infračerveného žiarenia je možné odvádzať teplo iba prúdením a vedením s cieľom dosiahnuť čo najnižšiu prevádzkovú teplotu, aby nedošlo k skracovaniu životnosti a bol dosahovaný plný výkon. Preto je design odvodu tepla LED zdrojov v svietidlách veľmi dôležitý.

Chladenie môžeme použiť:

- pasívne – chladič (ako chladič môže slúžiť aj vhodne navrhnutá konštrukcia svietidla), ktorý je priamo prepojený na zdroj a odvádza teplo bez použitia el. energie.
- aktívne – ventilátor ktorý na chladenie vyžaduje ďalšiu el. energiu. [37]

6 TECHNOLOGIA FIRMY SOLACERA

Zadávateľ firma Solacera s ktorou spolupracujem už na druhom projekt vyvinula a patentovala vlastnú technológiu umožňujúcu u svietidiel automatickú reguláciu jasú a chromatickosti. Umožňuje to aby svetlo farebne čo najviac odpovedalo prirodzenému slnečnému svitu a to umožňuje svietidlu meniť pozvoľna svoju chromatickosť v závislosti od dennej doby.

6.1 Princípy technológie

Svetelné spektrum vyžarované LED svietidlami SOLACERA sa približuje viac než 95% k spektru svetla vyžarovaného Slnkom. Vyžarujú všetky vlnové dĺžky viditeľného svetla oproti žiarivkám vyžarujúcim len niekoľko farieb. Na rozdiel od žiaroviek vyžarujú tiež spektrum zelených a zeleno-modrých farieb, čím sa stávajú prvým zdrojom umelého osvetlenia ktoré dokáže verne napodobiť svetlo Slnka.

Podľa dennej doby automaticky nastavujú farbu bielej (chromatickosť) v ranných a večerných hodinách vyžarujú svetlo s chromatickosťou zapadajúceho Slnka – 2700K. Predpoludním majú chromatickosť 4000K na poludnie vyžarujú s chromatickosťou (studená biela) podobnou ako ma v tej dobe Slnko. Táto funkcia má vysoký pozitívny dopad na biorytmy prebiehajúce v ľudskom tele na cirkadiánný rytmus.

6.2 Vlastnosti technológie

Každý výrobca LED svietidiel v súčasnosti má vo svojom portfóliu mnoho tvarových riešení a následných variant, ktoré sa odlišujú od seba len svetelným výkonom. Ďalším kritériom pri výbere je aj intenzita svetelného toku.

Svietidlá SOLACERA nastavujú intenzitu osvetľovanej plochy tak, ako vyžaduje norma, aj v prípade že na plochu začne dopadať vonkajšie svetlo. Plocha je následne osvetľovaná rovnakým svitom. V prípade že je miestnosť osvetlená denným svetlom nerovnomerne, vtedy svietidla regulujú svoj svit tak, aby plocha pod nimi bola osvetlená stále rovnakou intenzitou. Pri použití viacerých svietidiel v jednej miestnosti si každé jedno stráži svoju osvetľovaciu plochu čo umožňuje dosiahnutie rovnomerného osvetlenia.

Druhou výhodou vlastnej, automatickej regulácie svetelného výkonu svietidiel SOLACERA je vysoká úspora elektrickej energie, ktorá oproti klasickým žiarivkám dosahuje 70 až 90%.

6.3 Porovnanie s konkurenciou

Obe výhody sú štandardom svietidiel SOLACERA. Nie je potrebné nič dokupovať alebo zapájať nové káble alebo prerábať elektroinštaláciu, svietidlo sa len pripevní na pôvodné miesto. Diaľkové ovládače alebo riadiace jednotky napojené na sieť nie sú tak isto potrebné. Po zapojení jednoducho svietidlo funguje automaticky. [33] [38]

7 SÚČASNÁ PRODUKCIA

Jedna s prvých firiem ktorá začala venovať vývoju systému biodynamického osvetlenia je talianska spoločnosť iGuzzini. V spolupráci s University of Troy v USA vypracovali v roku 1988 štúdiu vplyvu umelého osvetlenia na človeka. Vzišiel z nej patentovaný systém biodynamického osvetlenia SIVRA napodobňujúci prirodzené zmeny slnečného žiarenie počas dňa [39]

Súčasný trh ponúka množstvo LED svietidiel pre domácnosť. Málo z nich však z technického hľadiska funguje na princípe biodynamického osvetlenia.

S pomedzi nájdených komerčných produktov zatiaľ nikto neponúka technológiu automatickej zmeny parametrov. Pre porovnanie som vybral produkty svetoznámych výrobcov Philips a Osram ktoré umožňujú ovládať intenzitu alebo farbu svetla prostredníctvom riadiacej jednotky napojenej na ethernet alebo wi-fi. Tá vysiela signál pre diaľkový ovládač alebo smartfón ktorému je pomocou aplikácie umožnené ovládanie svetla. V oboch prípadoch sa jedná o platformy založené na náhrade halogénových žiaroviek za smart.

7.1 Philips HUE

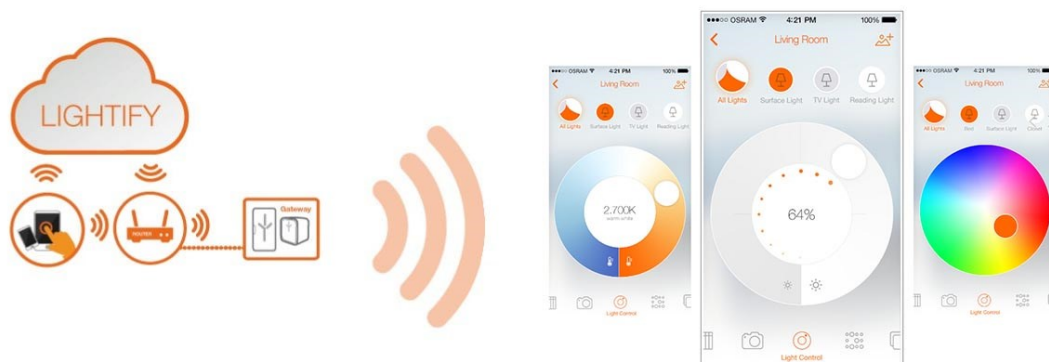
Philips HUE je systém domáceho osvetlenia, ktorý je možné intuitívne ovládať prostredníctvom aplikácie v smartfóne alebo tablete. Riadiaca jednotka tu môže obsluhovať až 50 svetiel s možnosťou nastavenia rôznej farby a intenzity alebo doby svietenia. [40]



Obr. 41 Philips HUE

7.2 Osram Lightify

Tento systém je určený na bezdrôtové ovládanie farebného svitu žiaroviek pomocou smartfону alebo tabletu, vďaka technológii ZigBee. Umožňuje nastaviť akúkoľvek farbu a intenzitu svetla alebo si zvoliť z množstva svetelných scén. [41]



Obr. 42 Osram Lightify

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 CIEL PROJEKTU

Cieľom diplomovej práce v spolupráci s firmou SOLACERA je návrh a realizácia interiérového svietidla do domácnosti s využitím ich patentovanej technológie. Návrh myšlienkového vychádza z predchádzajúcej spolupráce a to návrhu svietidla do škôl. Výsledkom by mal byť svetelný objekt, ktorý v sebe skĺbi eleganciu, ľahkosť a minimalizmus v dizajnovom i konštrukčnom riešení spojenia jednotlivých dielov.

8.1 Cieľové umiestnenie

Svietidlo je vhodným riešením osvetlenia väčších otvorených priestorov v domácnosti, akými sú obývačka, kuchyňa alebo jedáleň, kde by jeho cieľená nenápadnosť vynikla v pohľade s každého uhla a rozprúdila tak debatu o rafinovanosti dizajnu. V týchto priestoroch ľudia trávajú spoločne najviac času, preto je dôležité zabezpečiť kvalitný zdroj osvetlenia ktorý nezaťažuje zrakové zmysli.

8.2 Cieľový zákazník

Potenciálnym záujemcom by mali byť ľudia vyznávajúci známe krédo „Form follows function“. Požadujúci od svietidla funkčnosť a inovatívnosť zabalenú do rafinovaného dizajnu, ktorý nebude výrazným prvkom v interiéri ale objektom dopĺňajúcim moderný charakter priestoru.

9 PRIESKUM TRHU A REŠERŠ

V rámci rešerše a prieskumu trhu ktorý bol uskutočnený až vo fáze, keď som mal za sebou už viacero návrhov aj približné smerovanie. Dôvodom bolo predísť prílišnému ovplyvneniu. Navštívil som niekoľko obchodov medzi ktorými boli hobby markety Baumax, Hornbach a Bauhaus ale aj predajne nábytku a bytových doplnkov na Ikea a Kika.

Zámerom prieskumu bolo zistiť aké tvarové a riešenia majú stropné nezávesné svietidlá, aby som predišiel k nechcenému náhodnému odkopírovaniu v ďalších etapách dizajnerskeho procesu. Naživo z blízka som mal aj lepšiu možnosť preskúmať a pochopiť technické riešenia uchytenia, konštrukcie jednotlivých dielov s ohľadom na možné vylepšenie, úpravu či zjednodušenie.

Zámerné som si vybral finančne prístupné typy obchodov kde nakupuje väčšina obyvateľstva. Snažil som sa dokázať nájsť a pochopiť rozdiely hromadne vyrábaných svietidiel od "dizajnoviek", pretože jedným s cieľom projektu bolo navrhnúť cenovo dostupné dizajnové svietidlo.

9.1 Tvarové riešenia konkurencie

Z ponúkaného sortimentu som bol prekvapený až sklamaný. Dôvodom bolo, že tvar svietidiel bol všade rovnaký a to obmedzený prevažne na varianty kruhu a zaobleného štvorca. Odlišovali sa od seba len hrúbkou, zakrivením difúzora, prípadne tvar svietidla bol len rámik daného tvaru (napr. prstencovitý tvar). Príčinou bolo zrejme to, že okrem predajne Ikea mala v ostatných zo svojim sortimentom prevahu firma Eglo. Pár predávaných svietidiel bolo aj značky Philips.

Skepsu následne vystriedal pozitívny pocit, keďže som videl že môžem vytvoriť niečo originálne. Podobne to dopadlo aj v prieskume medzi drahšími dizajnovými svietidlami, ktorých kvalita materiálov a spracovania bola nepomerne vyššia.



Obr. 43 Uchytenie difúzoru montúrou svetidla



Obr. 44 Uchytenie difúzoru rámom svetidla



Obr. 45 Centrálné uchytenie difúzoru svetidla

10 VÝVOJ DESIGNU SVIETIDLA

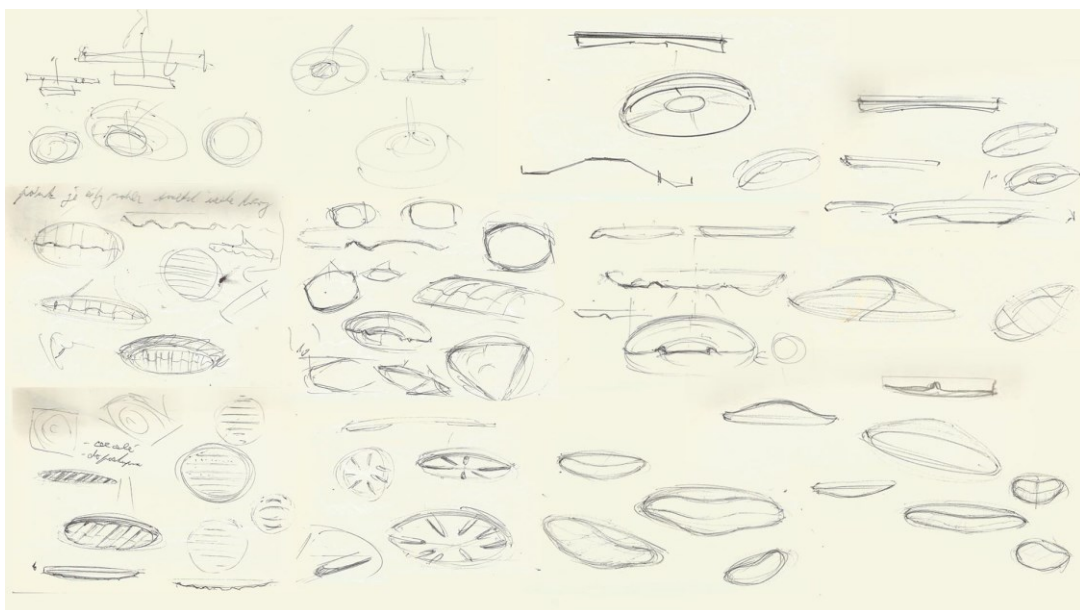
Smer projektu od začiatku udal zadávateľ projektu zástupca firmy SOLACERA Ing. Libor Kužel. Jeho požiadavka bola návrh bytového svietidla kruhového tvaru s priemerom 60 až 90 cm s minimálnou vzdialenosťou LED panelu od difúzoru 30 mm. Dodržať danú vzdialenosť bolo nutné z dôvodu optimálneho rozptylu svetla z LED chipov skrz opálovo mliečny difúzor, ktorý sa plánoval od začiatku umiestniť v určitej podobe na svietidlo.

Viac než polročnú tvorbu ovplyvnenú konzultáciami s vedúcim Ateliéru priemyslového designu pánom doc. MgA. Martinom Surmanom a Ing. Liborom Kuželom som rozdelil do štyroch fáz, ktoré formovali design až k jeho finálnej podobe.

10.1 Fáza 1

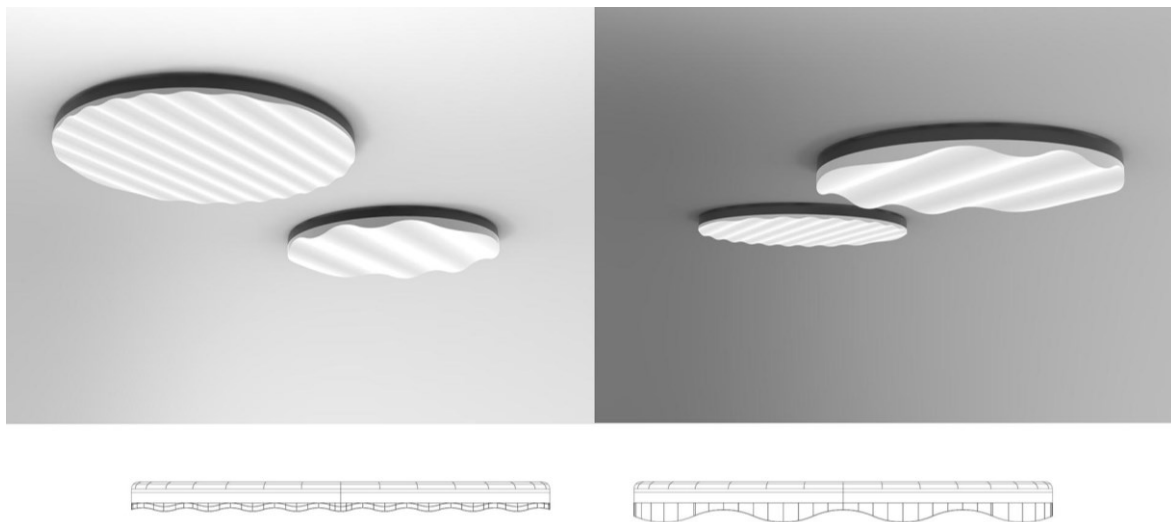
V počiatkovej fáze som si zaznamenával primárne ideové skice do notesa v chvíľach kedy ma niečo napadlo či už pri cestovaní alebo pred spaním. V ranných fázach projektov som si postupne rokmi zvykol ešte nerobiť rešerš pozostávajúcej z konkurenčných výrobkov, alebo konceptov. Venovaná je skorej na rôzne textúry, povrchy, tvarové detaily naprieč architektúrou, dizajnom, či grafikou.

Keďže, zadanie znelo kruhové svietidlo, tak som svoju snahu upriamil na čo najkreatívnejšie využitie daného tvaru prostredníctvom tvarovania difúzora.



Obr. 46 Ideové skice svietidla

Počiatkové vlnkové alebo zárezové návrhy mi prídu spätne až nepochopiteľné, hlavne z hľadiska zložitosti, či skôr nereálnosti výroby či už modelu alebo prípadnej sériovej produkcie. V prípade že by sa jednalo o menšie napríklad nástenné svietidlá by som si také tvarovanie vedel predstaviť, ale vlny na takmer metrovom objekte by pôsobili až veľmi okázalo a hlavne by lámali tok svetla.

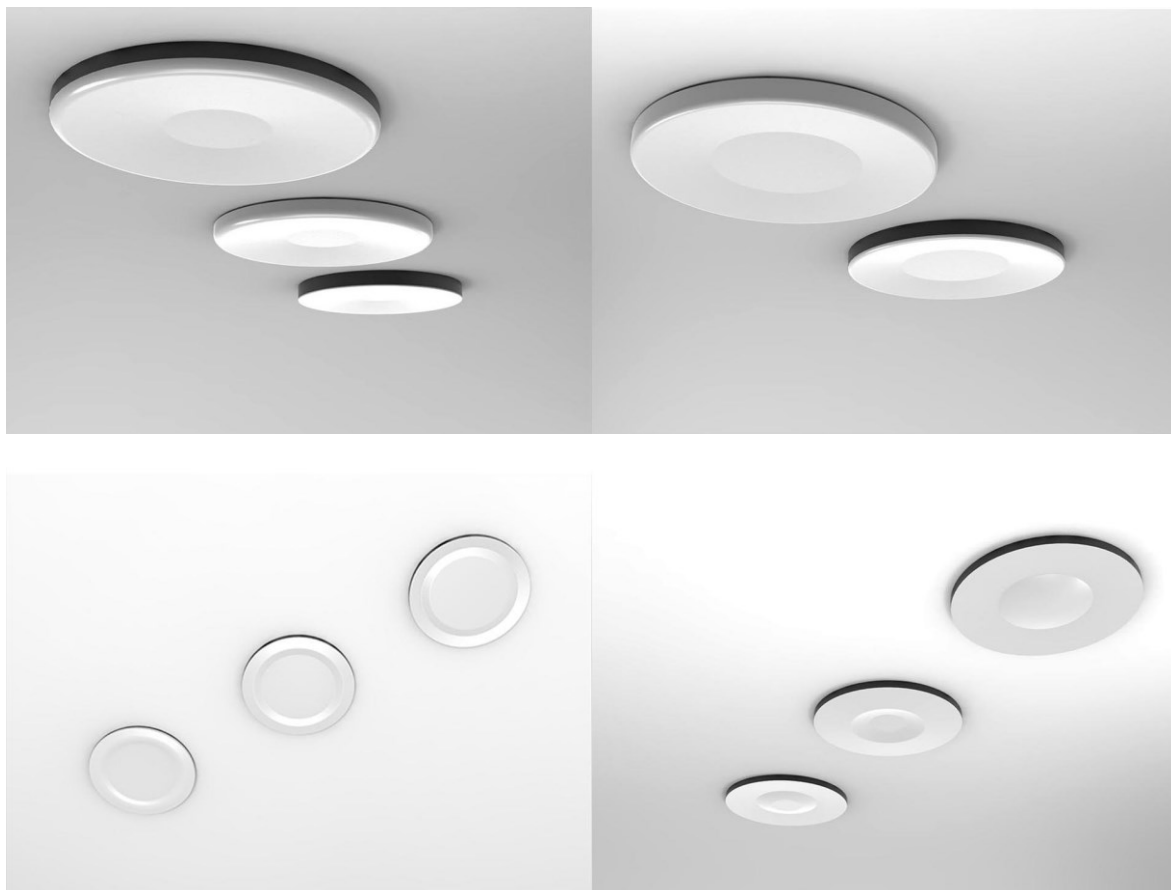


Obr. 47 Vlnková verzia



Obr. 48 Zárezová verzia

Ďalšia séria návrhov bola v „tanierovitom“ štýle difúzora v rôznych variantoch rádiusov, zaoblení a skosení plôch. Polykarbonátový kryt má plošný alebo objemový charakter. Variovanie spočíva v rôznom zakrivení a priemeroch kruhových plôch a tvare plôch medzi nim.



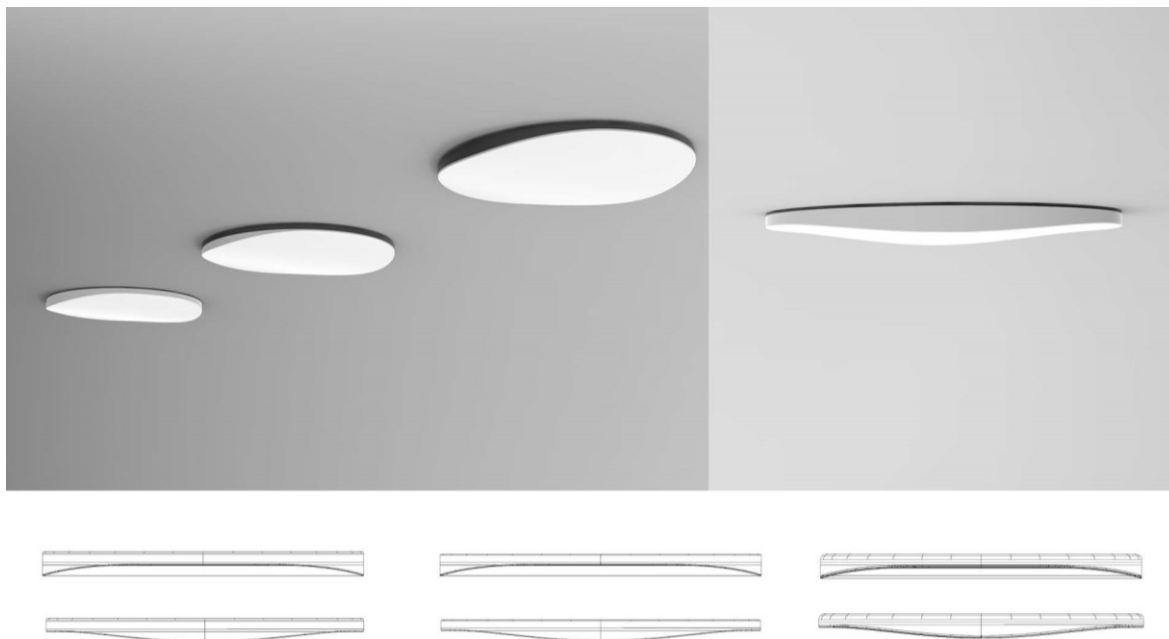
Obr. 49 Tancierové verzie

Nasledovali striedamejšie návrhy svietidla s vypuklým šošovkovým tvarom dnu alebo von.

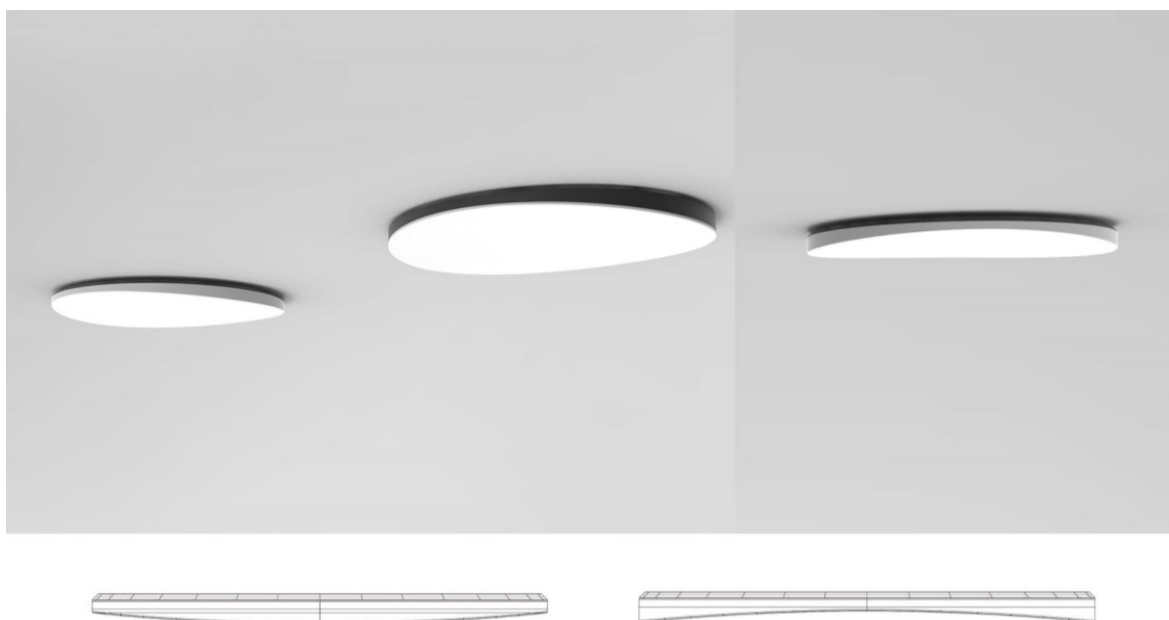


Obr. 50 Šošovkové verzie

Mojím favoritom tejto fázy sa stali posledné návrhy s krytom hyperbolického tvarovania. Ich tvar sa stal zaujímavým kompromisom počiatočných vln a cieľeného minimalizmu na kruhovom pôdoryse a hlavne som sa medzi svietidlami s podobným nestretol.

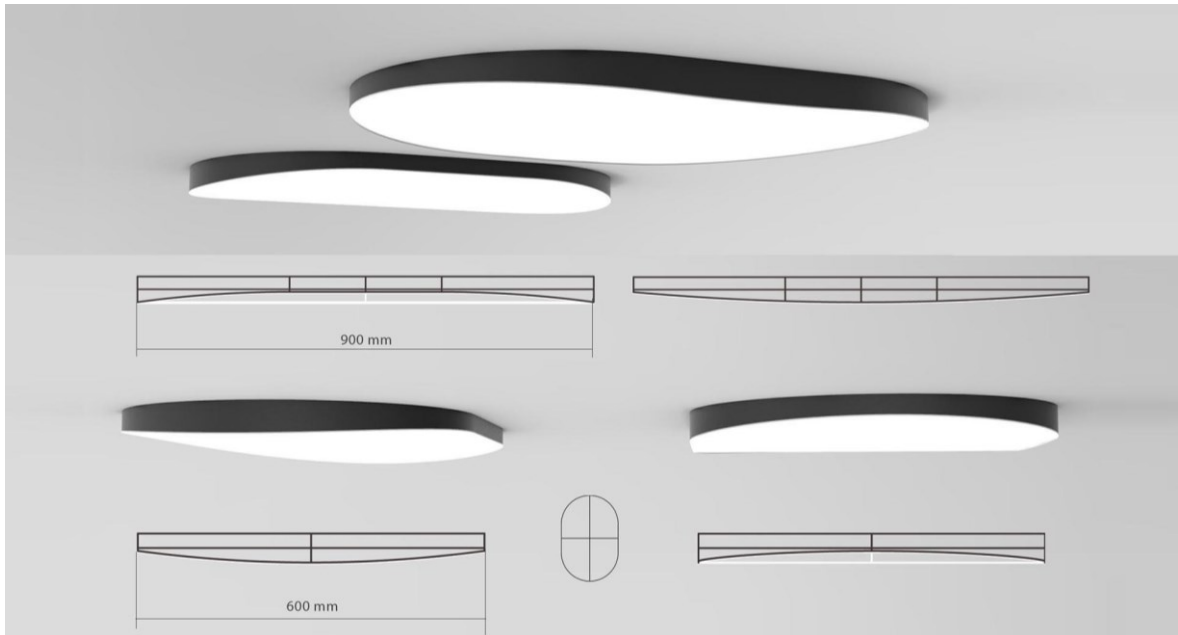


Obr. 51 Hyperbolická verzia 1



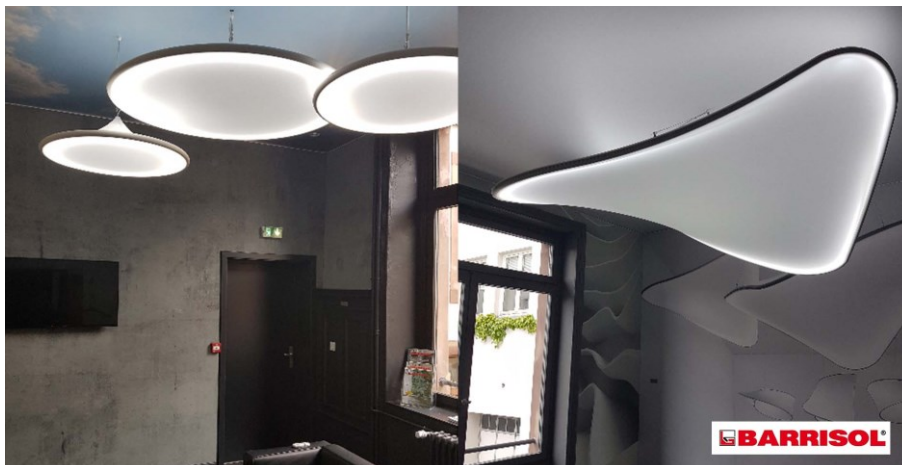
Obr. 52 Hyperbolická verzia 2

Okrem kruhovej verzie som spravil aj oválnu s pôdorysom tvoreného z dvoch pol kružníc a priamok ako variantu pre užšie a dlhšie miestnosti.



Obr. 53 Oválna hyperbolická verzia

Počas tvorby rešerše som objavil do vtedy mne neznámy materiál Barrisol, s ktorého je možné vytvoriť rôzne zaujímavé tvary a plochy svietidiel až po celý svetelný strop. Jedná sa o bielu svetlo prípustnú (s možnosťou potlačie) elastickú fóliu, ktorá je umiestňovaná a nashponovaná do rámu. Prišlo mi to ako zaujímavý materiál na môj návrh, keďže okrem plošných návrhov boli z neho vyrobené aj svietidlá v približne rovnako veľkých rozmeroch ako moje.



Obr. 54 Barrisol svietidlá

V mojej predstave sa tento materiál stal vhodný pre použitie na mnou preferovaný hyperbolicky tvarovaný návrh. Na následných konzultáciách sa docentovi Surmanovi tento dizajn a tiež použitie Barrsolu pozdával.

Nasledoval mailový a telefónny kontakt so zástupcom Barrisol v Českej Republike. Dozvedel som sa, že proces výroby svietidiel je omnoho zložitejší než som si predstavoval. Jedným z hlavných dôvodov prečo som svietidlo nedal zhotoviť z daného materiálu je, že základom stavby je LED plocha, na ktorú sa postupne montuje celá kostra, pričom zhotovenie svietidla prebieha na konkrétnom mieste, kde ho zákazník chce mať.

Fáza 1 bola zavŕšená stretnutím s pánom Kuželom, ktorému boli predložené a od prezentované všetky vtedajšie návrhy. Nápad žeby svietidlo bolo vyrobené s Barrisolu ním bol zamietnutý z dôvodu inej predstavy konštrukcie a tvaru svietidla. Bolo ňou to, aby som typovo a konštrukčne vychádzal z môjho minuloročného návrhu svietidla pre školské a kancelárske priestory.

V tejto verzii ešte nebolo riešené konštrukčné riešenie uchytenia jednotlivých dielov z dôvodu že išlo len o fázu hľadania smerovania dizajnu a v prípade že by sa svietidlo vyrobilo s Barrisolu tak som predpokladal že konštrukcia a postup výroby bude na danej firme.



Obr. 55 Svietidlo pre školské a kancelárske priestory

10.2 Fáza 2

Novým udaným smerom bolo navrhnuť svietidlo s hliníkovým rámom, pričom elektronika bude umiestnená vo vrchnom kryte tak, aby z bežného pohľadu bude skrytá. Umocnený by tak bol opticky úzky dojem zo svietidla pri dodržaní minimálnej vzdialenosti 30 mm medzi difúzorom a LED panelom.

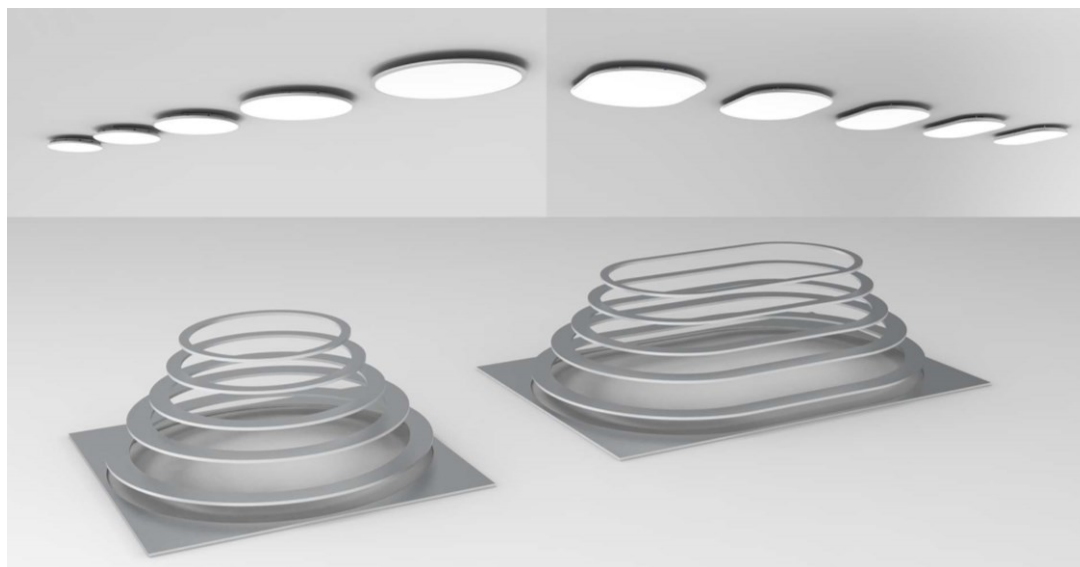
Nové dizajnové riešenie tak pozostávalo zo 40 mm širokého kruhového alebo oválneho hliníkového rámu na ktorom z vonkajšej strany je pripevnený plochý svetelný difúzor príslušného tvaru. Ich rozmer dosahuje 10 mm od vonkajšieho obvodu rámu, aby tak bola docielená tenkosť celého objektu. Na ráme by bol priskrutkovaný vrchný kryt z lisovaného hliníkového plechu. Zabezpečoval by lepší odvod tepla od LED panelu a na ňom umiestnených zdrojov napájania. Pre rozmery zdrojov je nutná dištancia minimálne 30 mm od stropu.



Obr. 56 Počiatočné návrhy fáze 2

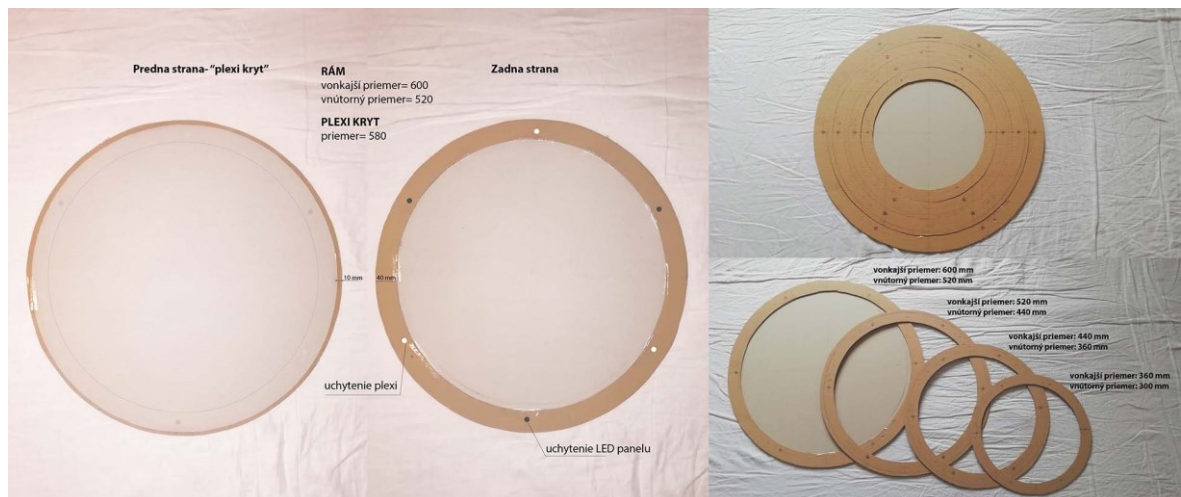
Podvedome mi začali byť inšpiráciou produkty Apple (hliníkové telo) alebo všeobecne smartfony a tablety. Dôvodom bolo docielenie podobnej hrúbky ale aj princípu vrstvenia jednotlivých dielov a súčiastok.

Pre čo najväčšiu využiteľnosť materiálu boli veľkostné varianty riešené odstupňovane podľa zmeny priemerov a šírky hliníkového rámu.

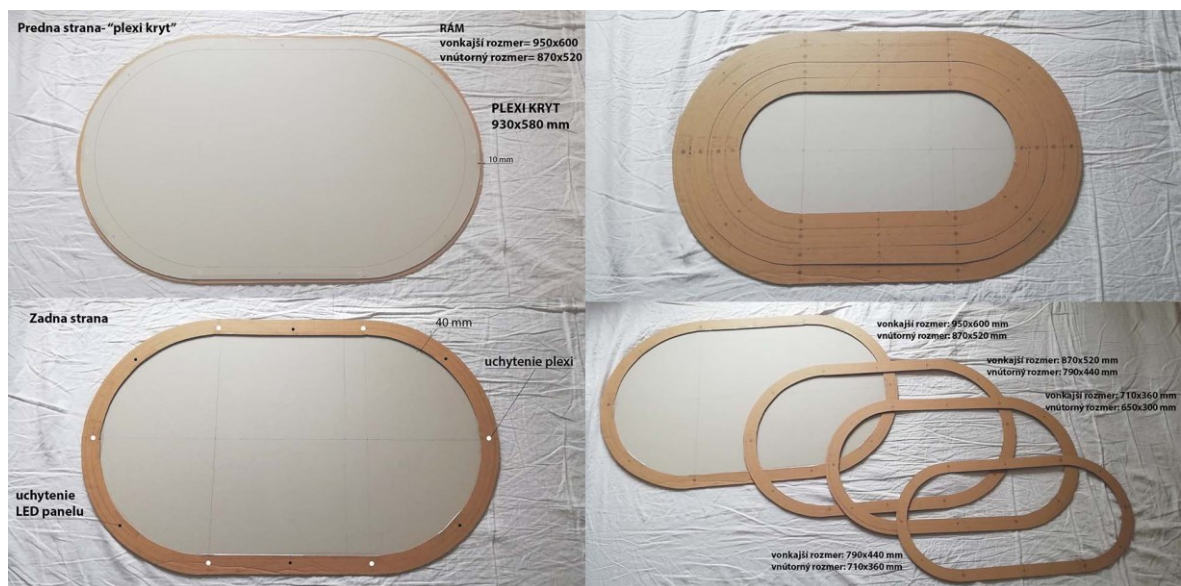


Obr. 57 Rozmerové varianty

Pre presnejšiu predstavu o rozmeroch som si vyrezal z kartónu a lepenky maketu v mierke 1:1. Mnohé proporcie ma v reálnej veľkosti prekvapili. Zistil som, že predstaviť si rozmery takéhoto veľkého objektu v 3D programe Rhinoceros, kde dochádza k určitému skresleniu je problematické.



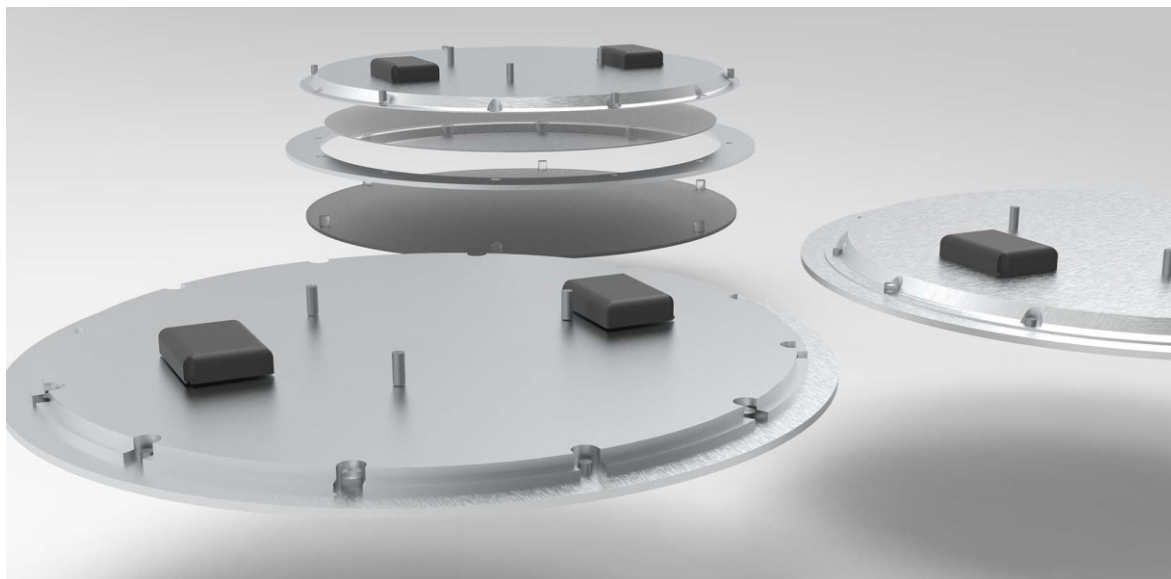
Obr. 58 Maketa kruhového svetidla



Obr. 59 Maketa oválneho svetidla

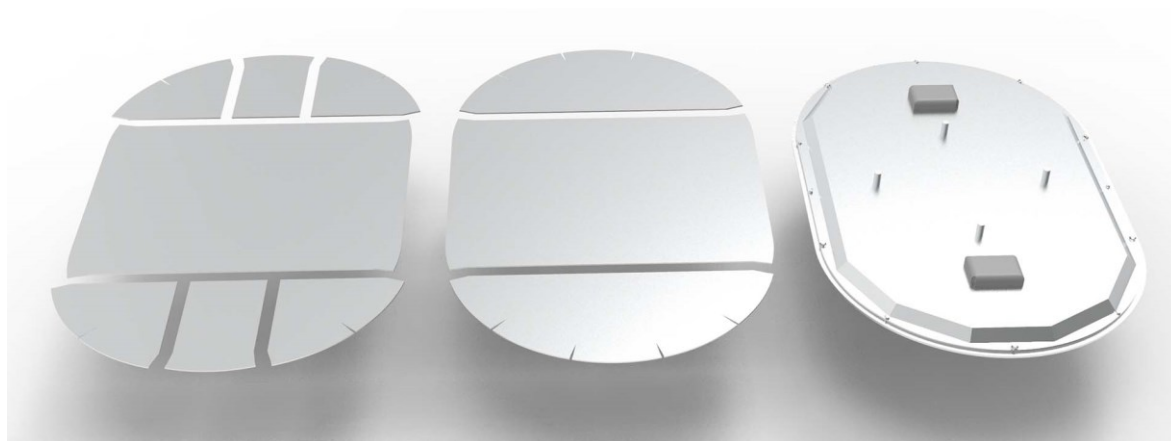
Po spoločnej konzultácii s docentom Surmanom a pánom Kuželom nastala zhoda na tom, že z dôvodu väčšej atraktívnosti tvaru mám pokračovať na tvorení dizajnu svetidla s oválnym pôdorysom. Dané smerovanie bolo správne lebo ako som už predtým zistil podľa prieskumu trhu, že kruhové svetidlá sú v rôznych vyhotoveniach najčastejšie sa vyskytuje. Pričom môj základný oválny tvar sa vyskytuje v jedinom nájdenom prípade na internete.

Pretrvávajúcim problémom bolo naďalej vyriešenie spôsobu spojenia jednotlivých častí. Stenčovanie hrúbok dielov jednotlivých vrstiev postupne znemožnilo použiť skrutkové spojenie bez toho aby nebolo viditeľné, čo bolo mojím cieľom. Nápadom bol aj na lepený spoj. Do úvahy tak prišli kolíkové, alebo závlačkové spôsoby uchytenia difúzoru a horného krytu s rámom. Nevýhodou tohto spojenia by bola komplikovanosť a celková funkčnosť či sila spoja z ohľadom na dané rozmery.



Obr. 60 Ukážka spojenia ešte na kruhovej verzii

Mnoho zmien dostal vrchný kryt a to z hľadiska výroby (predovšetkým modelu), ktorá v mala za cieľ z obísť lisovanie. Nájst' alternatívu k lisovaniu v podobe ohnutia rovných plôch a zvarenia ocelového plechu narezaného tak aby sa po zvarení tvarovo priblížil lisovanému komponentu.



Obr. 61 Testovanie hranatej verzie krytu z ocele

10.3 Fáza 3

Prezentovanie návrhov a zmien docentovi Surmanovi a docentovi Ferdinandovi Chrenkovi, mali za následok kľúčové zmeny v dizajne. Už pomerne opozeraný a opticky statický oválny tvar s obrysom zloženým s dvoch polkružníc a úsečok nahradili strany z kriviek plynule nadväzujúcich na kružnice na oboch koncoch dotýčníc ku kružniciam

Svietidlo vyhotovené v dvoch verziách odlišných od seba rádiusom krivky rázom dostalo dynamickejší charakter. V návrhu sa priznala celá šírka rámu z dôvodu umiestnenia difúzoru zasadením do rámu z vrchu, spôsob ktorý využíva mnoho výrobcov.



Obr. 62 Porovnanie Fáze 3 k aktuálnej úprave tvaru

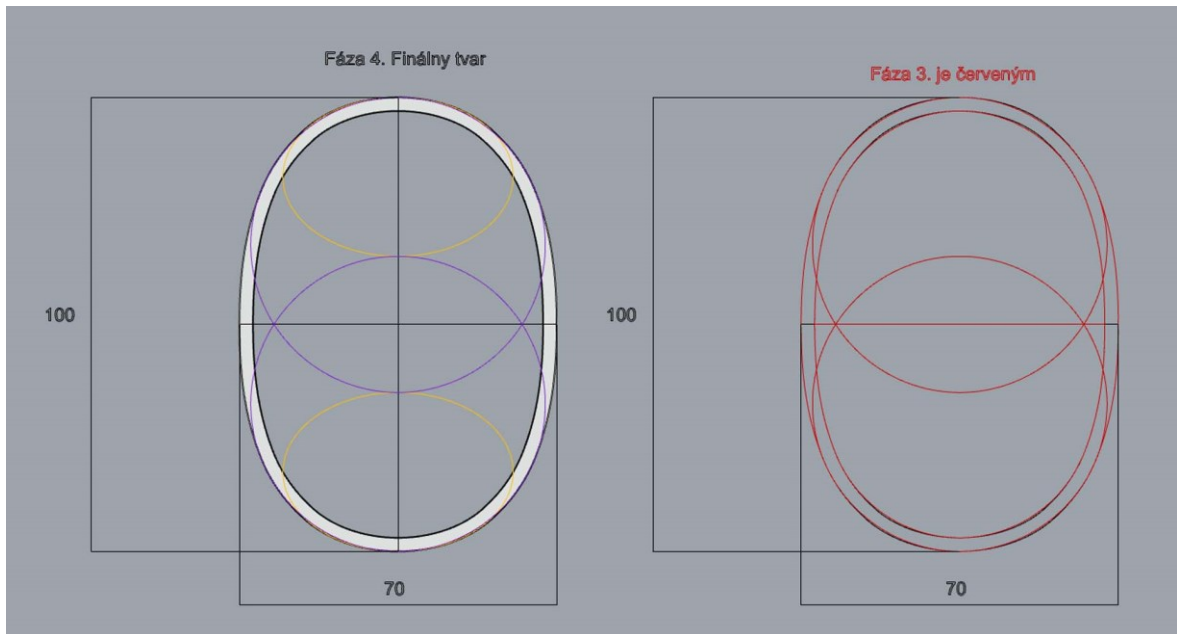
Neskôr som zistil, že v mojom prípade je nevýhodou takého riešenia umiestnení skrutiek ich ťažká prístupnosť pri montovaní na strop, vzhľadom aj na jeho veľkosť. Problematickým detailom pri výrobe by mohla byť veľkosť štrbiny medzi bočnou plochou difúzora a vnútornej hrany rámu, keďže reálne by ťažko dosiahla presnosť lícovania ako v 3D programe.



Obr. 63 Detail vzdialenosti od stropu a štrbiny medzi rámom a difúzorom

10.4 Fáza 4

Po nasledujúcej konzultácii s docentom Surmanom došlo k finálnej úprave vonkajšieho obrysu svietidla, kde pre lepšiu plynulosť tvaru boli na koncoch kružnice nahradené elipsami spojenej krivkou.



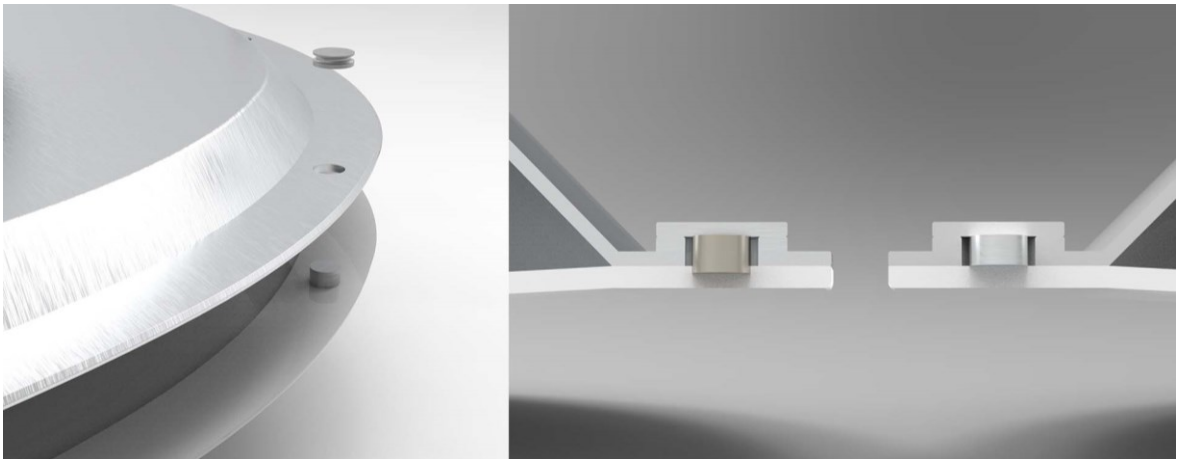
Obr. 64 Porovnanie konštrukcii rámov medzi Fázou 3 a 4

Vznikol tak plynulý voľný tvar ktorého organicnosť dizajnu je doplnená tvarom difúzora s plynulým vydutím ktoré sa zväčšuje od 30 mm rovných krajov na stred. Prepád oproti rovine je do 20 mm.



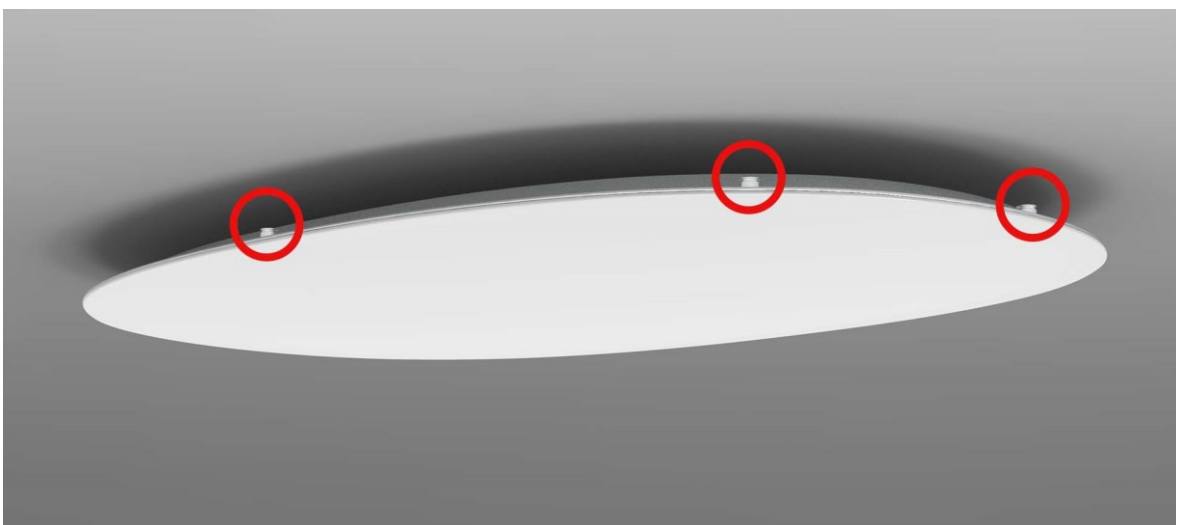
Obr. 65 Finálny tvar difúzora svietidla

Keďže finálny tvar svietidla bol prakticky hotový, bolo potrebné doriešiť spojenie dielov, ktoré stále nemalo vhodnú podobu. V tejto fáze vznikol nápad spojiť diely spolu prostredníctvom neodýmiových magnetov. Posun nastal aj v celkovej konštrukcii, spojení dielov kde sa hlavným spojovacím prvkom stali magnety. Pre podporenie tenkosti dizajnu sa z návrhu vypustil hliníkový rám. Magnety by sa nalepili priamo na polykarbonátový difúzor a prechádzali by otvorom v montúre svietidla, pričom spoj by bol tvorený oceľovou krytkou. Magnetické pole by tak vytvorilo rozoberateľný ale pevný spoj.



Obr. 66 Detail spojenia montúry a difuzoru

Nevýhodou tohto riešenia sa ukázalo že z určitého uhla by bolo krytky vidno, trčali a narúšali tak vznášajúcu tenkú siluetu svietidla.



Obr. 67 Nechcené vyčnievanie krytiiek

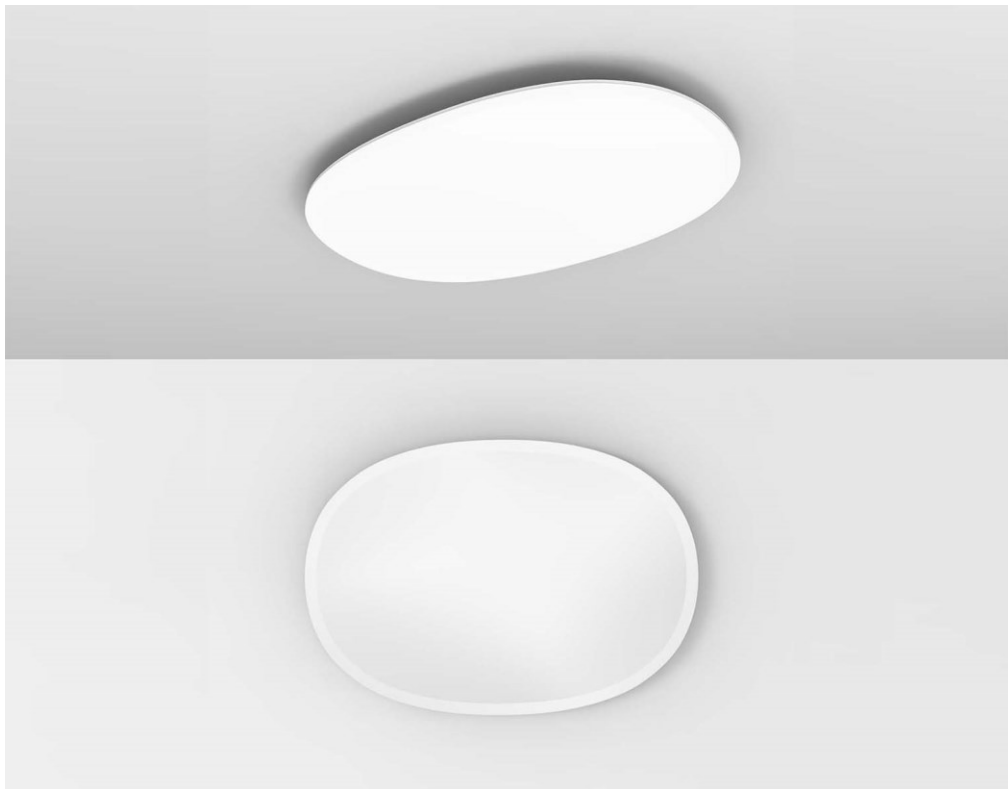
10.5 Finálny design

Odprezentovanie a prediskutovanie predchádzajúcich zmien a nápadov s pánom Kuželom, malo následok finálne a v konečnom dôsledku najjednoduchšie možné konštrukčné riešenie spojenia jednotlivých častí svietidla.

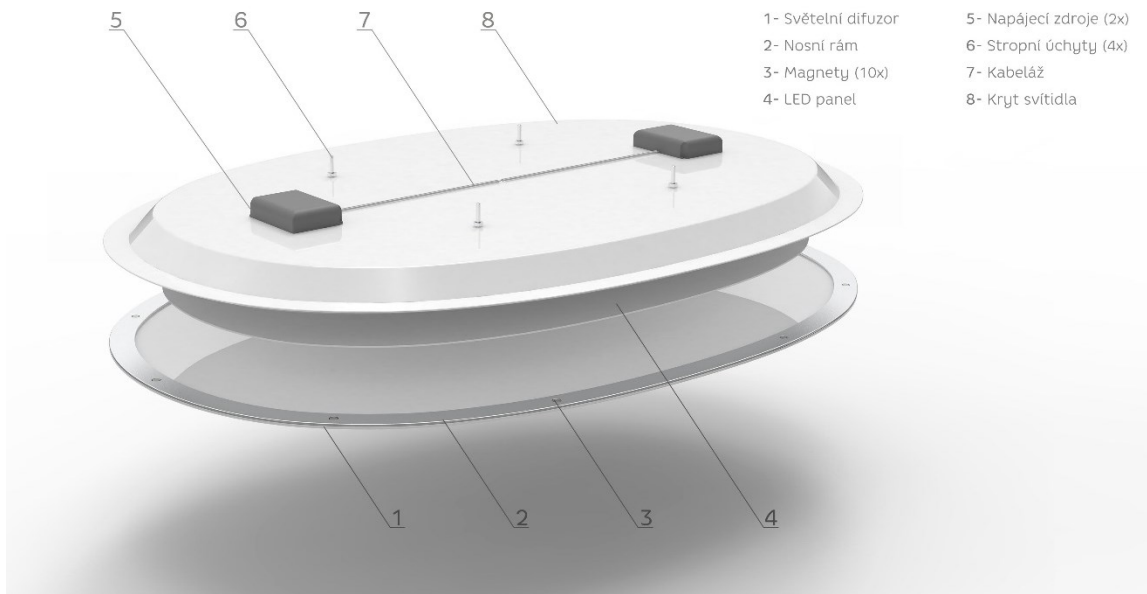
10.5.1 Technické riešenie

Finálna podoba pozostáva s 3mm hrubého oválneho rámu s lešteného hliníka desiatimi dierami \varnothing 10 mm. Okrem dekoračnej funkcie slúži na spevnenie svietidla, ale je aj nemagnetickou vrstvou konštrukcie. Nalepený bude na polykarbonátorovom difúzore a v jeho desiatich dierach budú nalepené 3mm vysoké neodýmiové magnety s priemerom 9mm. Celá zostava dielov tak bude držať magnetickou silou o lisovaný 2mm oceľový kryt svietidla.

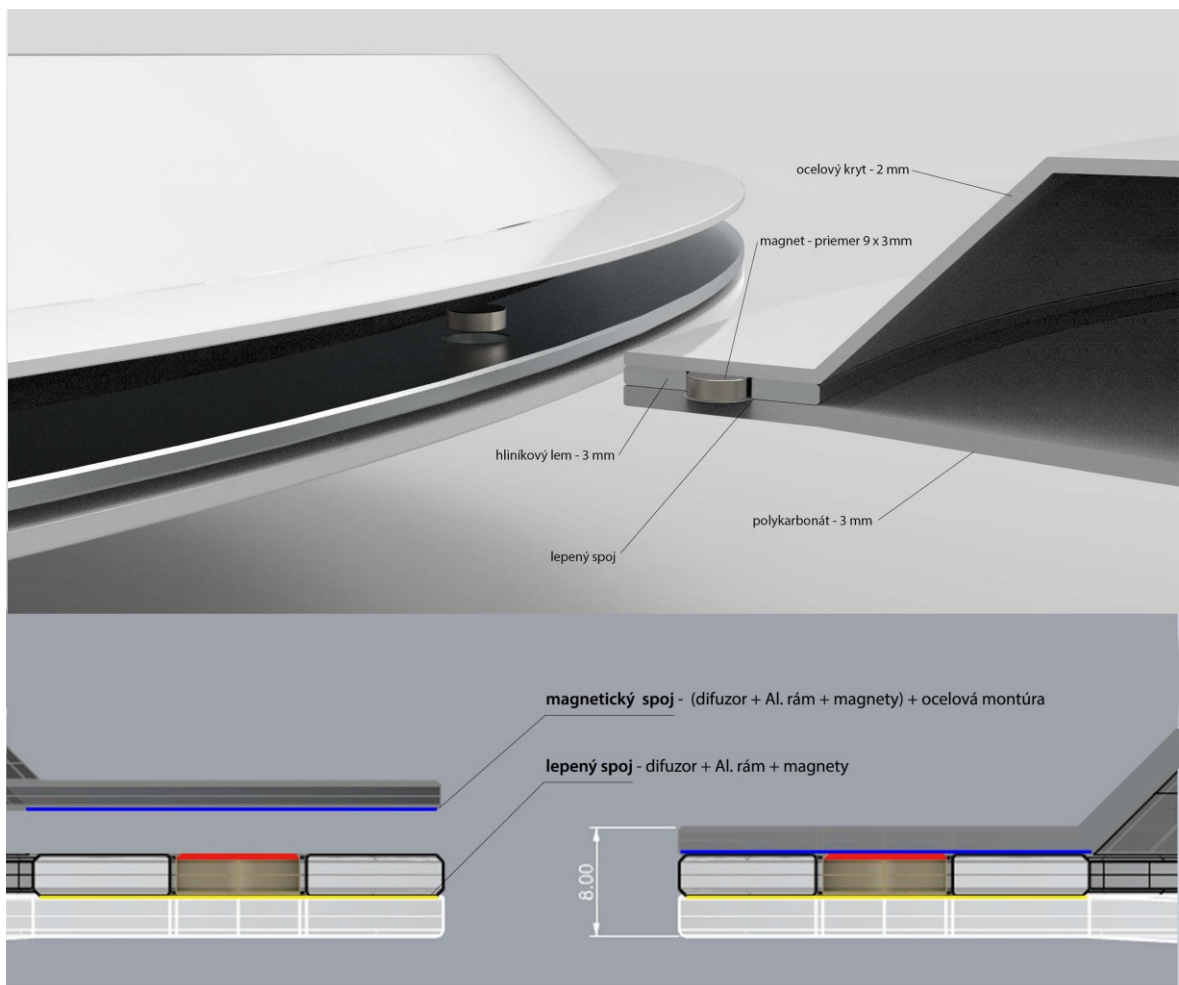
Výsledný spoj je tak pevný, ale rozoberateľný a nič nenaruša čistotu dizajnu pričom medzi konkurenčnými výrobkami som nič podobné nevidel. Hliníkový rám má podpornú aj estetickú funkciu ako u smartfónoch. Tým som sa snažil v princípe konštrukcie vrstvenia dielov, aj celkovej hrúbke optickým klamom „tenkosti“ priblížiť. Umožňuje to hlavne 30 mm plocha okraju ktorá skrýva strednú 30 mm vysokú v 45 stupňovom uhle vylisovanú oblasť montúry, kde je nainštalovaný z vnútornej strany LED panel vonkajšej strany elektrotechnika.



Obr. 68 Finálny dizajn svietidla



Obr. 69 Konštrukcia finálneho dizajnu svietidla



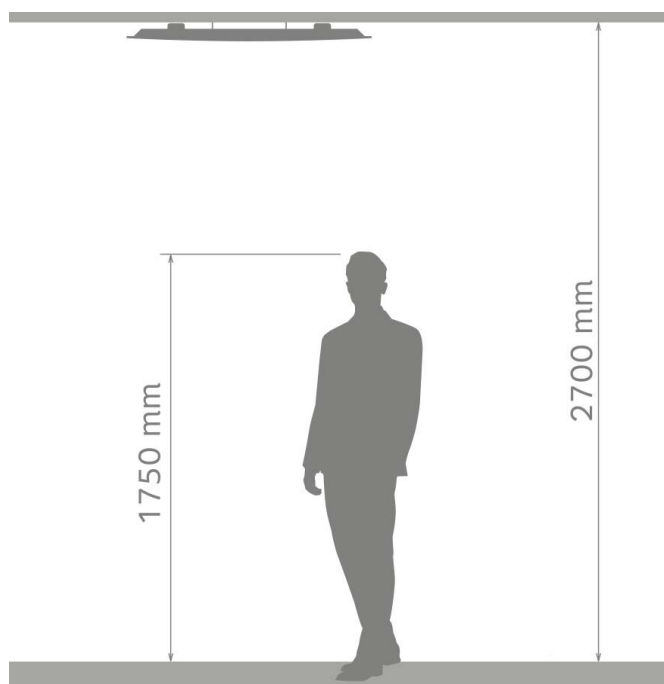
Obr. 70 Detail magnetického spojenia svietidla

10.5.2 Varianty svietidla

Sú navrhnuté na princípe postupného zmenšovania (zväčšovania) od daného návrhu 1000x700 mm. Dôvodom je čo najväčšia využiteľnosť hliníkového plechu a tým obmedzenie odpadu

Šírka rámu sa bude zmenšovať pomerne k celkovým rozmerom svietidla.

10.5.3 Ergonómia a rozmery svietidla



Obr. 71 Veľkosť svietidla voči človeku

10.5.4 Vizualizácie svietidla

Finálnym výsledkom je plochý vznášajúci sa svetelný objekt organického tvaru, ktorý napriek rozmerom nie je stredobodom, ale ideálnym doplnkom do moderne zariadenej domácnosti. Príspevom technológie automatickej zmeny chromatickosti firmy SOLACERA je tak povýšená na domácnosť budúcnosti.



Obr. 72 Vizualizácia svietidla v navrhovanom prostredí

11 VIZUÁLNA IDENTITA SVIETIDLA

Brand produktu zahŕňajúci názov, logotyp, brožúru a obal svietidla bol vytvorený v rámci predmetu Ateliérová stáž 2 na ateliéri grafického dizajnu pod dohľadom dr. ak. soch Rostislava Illika.

11.1 Názov svietidla

Vymýšľanie mena pre produkt, alebo predmet mi príde vždy nevd'áchnou úlohou. Zakaždým mi je snahou aby názov bol skratkou určitých príznačných vlastností. Názvy tvorené napríklad zo ženských mien, mi prídu osobne zvláštne a nepochopiteľné.

Tvorenie názvu pre toto svietidlo som začal vypísaním si slov charakterizujúcich svietidlo. Následne som vytváral 4 až 3 hláskove mená zložené s prvých alebo 2 začiatočných písmen. Snaha bola o vytvorenie ľahko zapamätateľného názvu, ktorého jednotlivé písmená vyjadrujú pointu a vlastnosti celého svietidla. Spoločne s týmto procesom bolo vytvárané aj samotné logo produktu tvarovo odvíjajúce sa od aktuálneho tvaru svietidla



Obr. 73 Vývoj názvu a loga

Po mnoho verziách padol výber na názov, slovo FLO. Podvedome mi to znelo ako UFO, čo sa mi k danému objektu hodí.

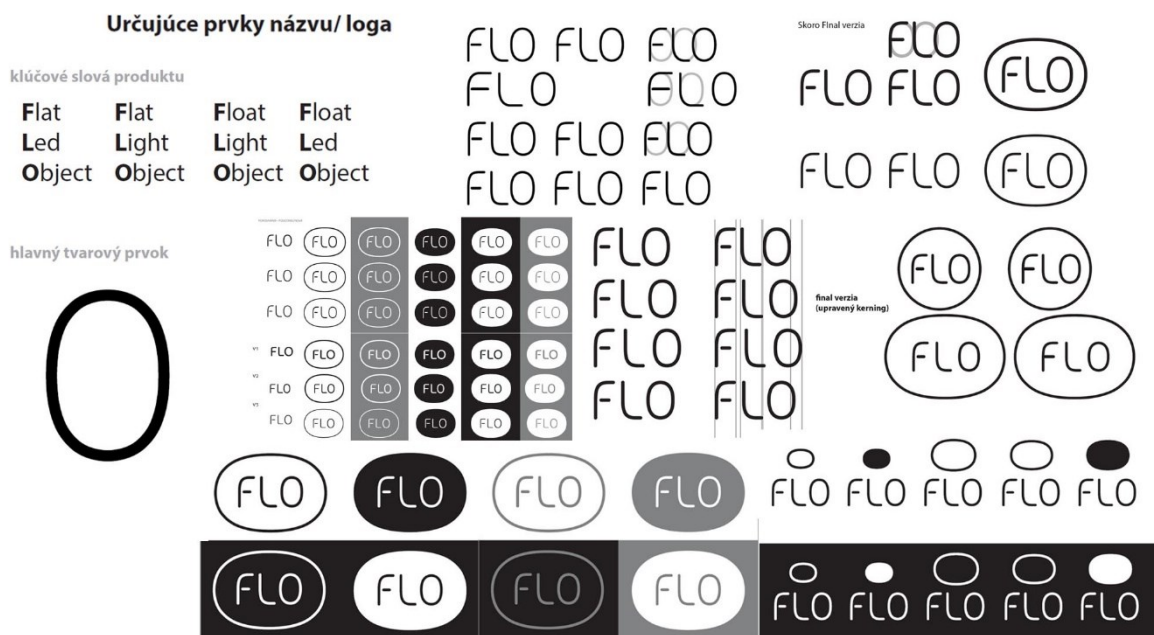
Názov tvoria prvé písmená slov Flat (plochý) alebo Float (vznášajúci), Lighting a Object.

11.2 Návrh loga

Výber fontu na ktorom je postavené logo padol po dlhom hľadaní na Core Rhino Regular. Cieľom bolo nájsť vhodne tvarované písmo ktoré by rádiusmi jednotlivých písmen ladilo k tvaru svietidla a taktiež aby pôsobilo moderne a štýlovo.

Tento font je použitý aj na popisné texty v rámci obalu alebo letáku.

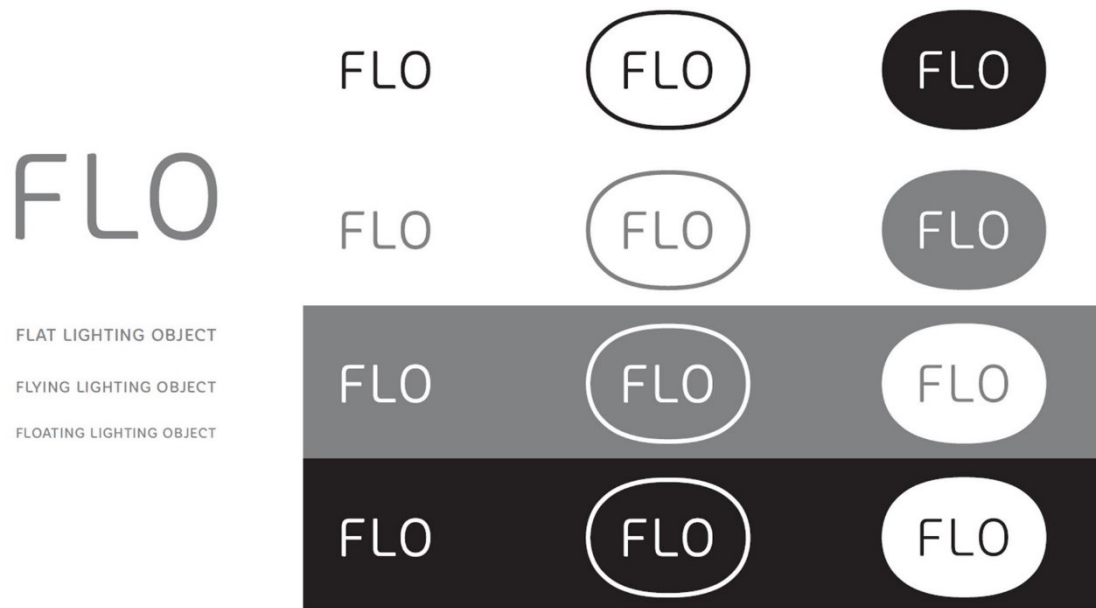
Po vybratí písma nastal rozsiahly proces hľadania vhodného rezu písma a rozpalu. Modifikácie neobišli ani samotné písmená, finálna verzia logotypu má ale F a L bez úpravy.



Obr. 74 Vývoj loga FLO

Písmeno O prešlo svojim vlastným design procesom, keďže tvarom vychádza s obrys samotného svietidla, aby samotné logo sedlo lepšie k produktu. Upravená bola len jeho šírka aby opticky sedlo k ostatným dvom písmenám.

Finálna podoba loga svietidla je tvorená písmenami FLO umiestnenými v obryse vychádzajúceho z tvaru svietidla.

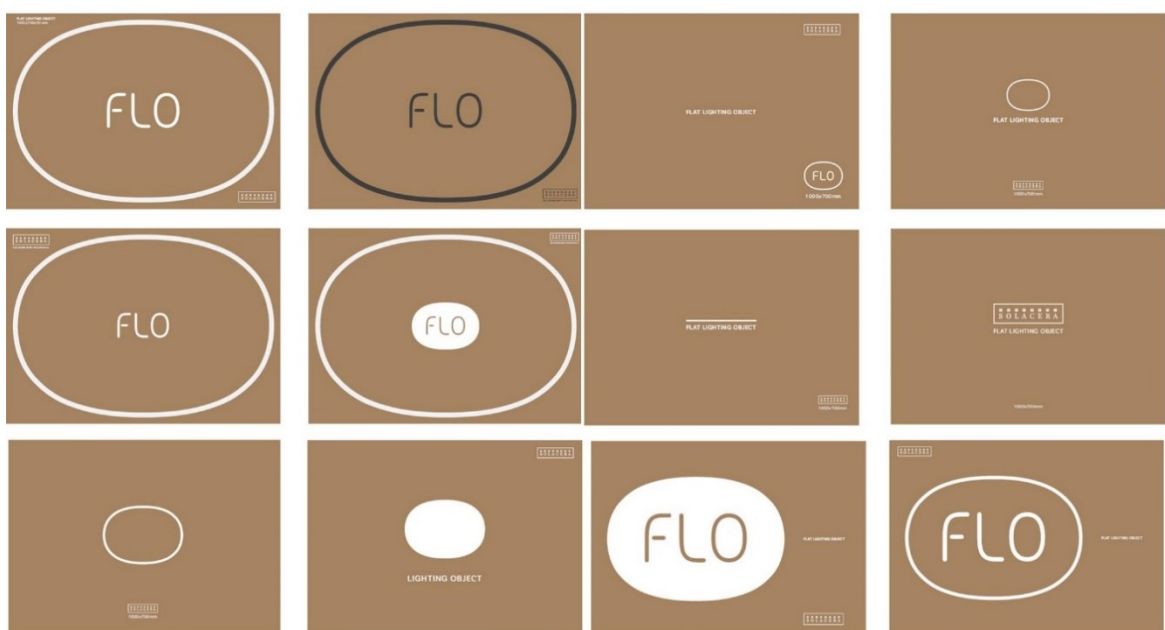


Obr. 75 Finálna podoba loga FLO

11.3 Návrh obalu

Obal svietidla FLO je zhotovený z dvoch dielov z kartónu, ktoré do seba pasujú zásuvným spôsobom. Pre lepšiu manipuláciu s krabicou je na vrchu umiestnená rukoväť a po stranách sú otvory na prsty.

Grafický motív obalu prešiel tiež procesom testovania umiestnení loga a popisných textov. Základom ideí bol minimalistický vzhľad ktorý je pre tento projekt významný a zároveň zníženie potlačených plôch bude mať pozitívny dopad na financie a životné prostredie.



Obr. 76 Vývoj dizajnu obalu pre svietidlo

11.4 Finálny návrh obalu

Na krabici si zákazník môže nájsť popisné texty ako rozmery alebo vlastnosti svietidla, pre lepšiu manipuláciu je opatrená rukoväťou a otvormi pre prsty na bokoch.

Vnútro krabice je prispôsobené na bezpečné umiestnenie svietidla, elektrických zdrojov káblov a príslušenstva. Súčasťou balenia je brožúra popisom svietidla a obrázkovým popisom komponentov.



Obr. 77 Vizualizácia finálneho motívu



Obr. 78 Vizualizácia spôsobu otvárania krabice

12 VÝROBA PROTOTYPU

Všetko čo sa týkalo tohto projektu som plánoval z dôvodu presnosti a dojmu reálneho produktu dať vyrobiť príslušným firmám s konkrétnych materiálov na základe dát. Kompromis som však musel riešiť hneď v úvode pri výrobe montúry.

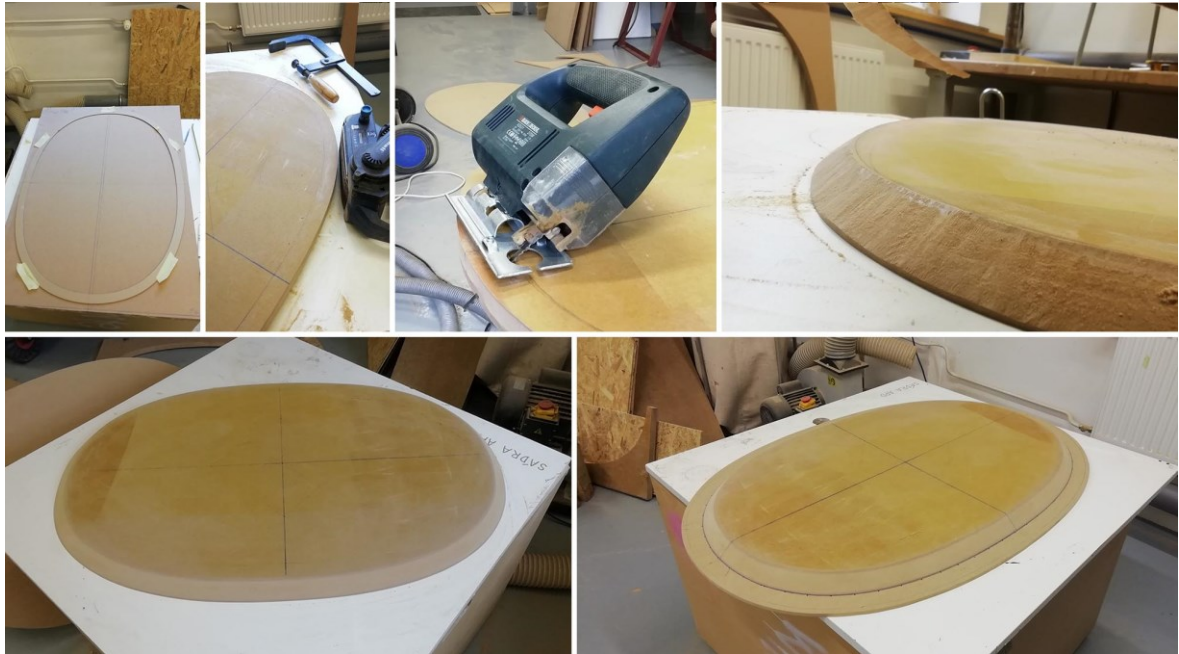
Celkovo proces výroby prototypu svietidla som si predstavoval jednoduchší a plynulejší. Opak bol pravdou a od začiatku som sa musel vysporiadať s odmietavým postojom firiem. Pre ich neochotu sa pustiť sa do výroby jedného kusu, som ruku k dielu musel priložiť aj ja. Pretože čakať na to kým to niekto spraví a ešte aj za draho nemalo zmysel.

12.1 Montúra svietidla

Hneď v úvode bolo nutné vyriešiť aký smerom ísť pri výrobe montúry, ktorá bola projektovaná na výrobu lisovaním oceľovej platne hrúbky 2mm do formy za studena. Vzhľadom na okolnosti, keď vyrobiť jeden kus týmto spôsobom je nereálne hlavne z finančného hľadiska, hľadal som inú dostupnejšiu metódu. Tou bolo pri oceli zváranie.

Vzhľadom na atypický tvar a sklon 45° sa aj tento spôsob zdal nereálny. Po konzultácii v škole s pánom Luděkom Turečkom som mal len dve možnosti smerovania - pri ponechaní ocele nahradit' šikmé steny kolmými alebo, zachovať navrhnutý tvar a diel vyrobiť cez kopyto vákuovaním. Keďže sa jedná len o prototyp rozhodol som sa ísť cestou zachovania tvaru na úkor materiálu.

Prvou úlohou bola výroba kopyta na vákuovanie, ktoré hneď znamenalo odmietanie od viacerých oslovených firiem. Tieto okolnosti viedli k tomu, že som sa chopil priamočiarej píly, postupne z 30 mm MDF dosky vyrezal daný tvar a celkovo zhotovil kopyto na vákuovanie.



Obr. 79 Postup výroby kopyta na vákuovanie

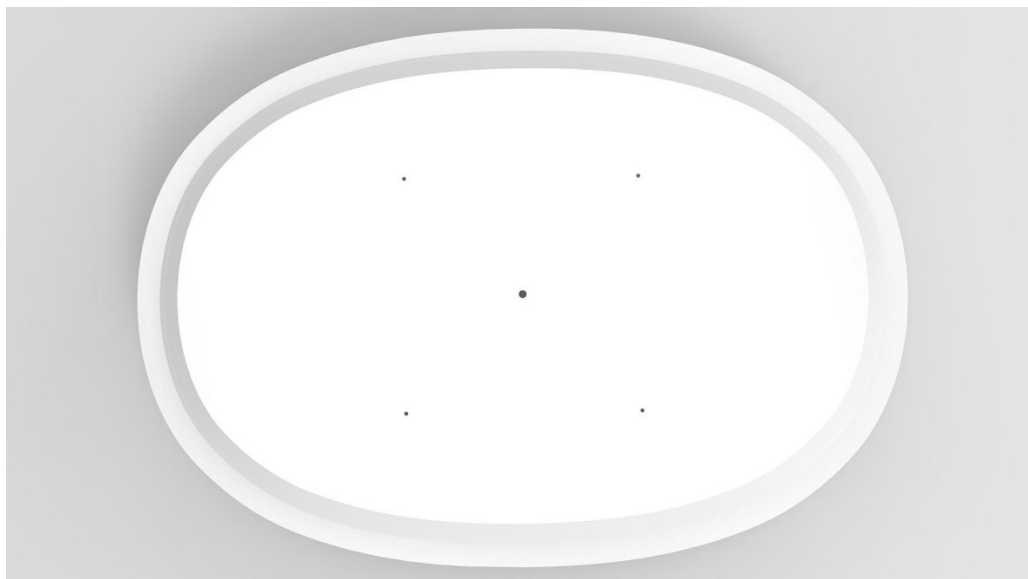
Aj samotné vákuovanie bolo ďalšou problematikou požiadavkou pre firmy, ktoré odmietli kvôli kusovke zastaviť ich sériovú výrobu. Situáciu sa podarilo nakoniec zachrániť vďaka kontaktu od docenta Chrenku, ktorý dal kontakt na technického pracovníka VŠVU Ing. Eduarda Herbera.

Do vákuovacieho stroja s plochou 1m x 1m sa kopyto akurát priečne vošlo. Montúra svetidla na model je zhotovená z 2mm hrubej HPS dosky.



Obr. 80 Proces vákuovania HPS dosky

Na ploche budú vyvrtané 4 diery (Ø 5mm) určené na skrutky ktorými bude prichytene svietidlo o strop a jedna centrálna (Ø 10 mm) na kabeláž.



Obr. 81 Vizualizácia finálnej podoby montúry

Z dôvodu, že na prototype je tento diel plastový, bude nutné zapustiť do 30 mm okraja magnety v miestach, kde sa nachádzajú tie v hliníkovom ráme.

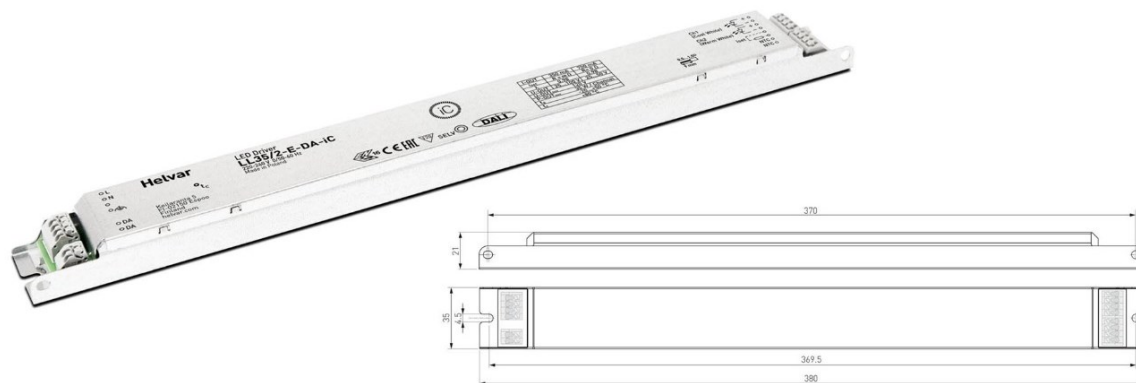
Montúra bude nalakovaná farbou RAL 9003 (Signálna biela).

Celý proces ohľadom výroby tohto dielu bol práve ten, ktorý mi najviac dal a naučil komunikácii s firmami a súčasne tvorby viacerých záložných plánov.

12.2 LED technika

Firma Solacera s ktorou pri tejto diplomovej práci spolupracujem mi na základe mojich dát a výrobných výkresov s rozmermi vnútornej plochy montúry vyrobila LED panel. Obrys bol pre jednoduchšiu výrobu LED panelu mierne popravený na presnejšie geometrický tvar.

Na vrchu montúry budú osadené 2 zdroje napájania Helvar LL35/2-E-DA-iC



Obr. 82 Zdroj napájania Helvar LL35/2-E-DA-iC

12.3 Hliníkový rám

Najmenej problematickým dielom na výrobu bol leštený hliníkový 3mm hrubý rám spravený firmou MRB Sazovice, ktorý bol vyrezaný vodným lúčom na základe dát .dwg súboru. V ráme je 10 dier ($\text{Ø } 10 \text{ mm}$) v ktorých budú umiestnené neodýmiové magnety.



Obr. 83 Rám svietidla

12.4 Difúzor svietidla

Na postup výroby tohto dielu mi bolo radené použiť spôsob nahriatím polykarbonátu s následným nechaním ľahnúť stred voľne o 10 mm ako som navrhol vydutie.

Vo firme Dencop Lighting mi na tento typ úkonu mi ako potenciálna firma bolo doporučené MGM Holešov, ktorej jedná z činností je výroba svetlíkov vyfukovaním plastovej dosky.

Po úvodnom nedorozumení, ale následnom porozumení mojich požiadaviek mi vedúcou oddelenia plastov pani Břonislavou Křepelkovou bola ukázaná ich produkcia a výroba.

Na moje prekvapenie predvedený výrobný postup bol presne ten, ktorý som na výrobu difúzoru potreboval. Nesmierne cením jej ústretovosť a ochotu pánov vo výrobe zhotoviť mi aj jediný kus. Stali sa jedinou firmou, ktorá bola ochotná urobiť ústupok voči sériovej výrobe a použiť moju formu na výrobu. Urobili to v čase pred ich bežnou sériovou zákazkovou výrobou, medzi vymieňaním jednotlivých foriem.



Obr. 84 Spôsob výroby ktorý bol použitý na difúzor

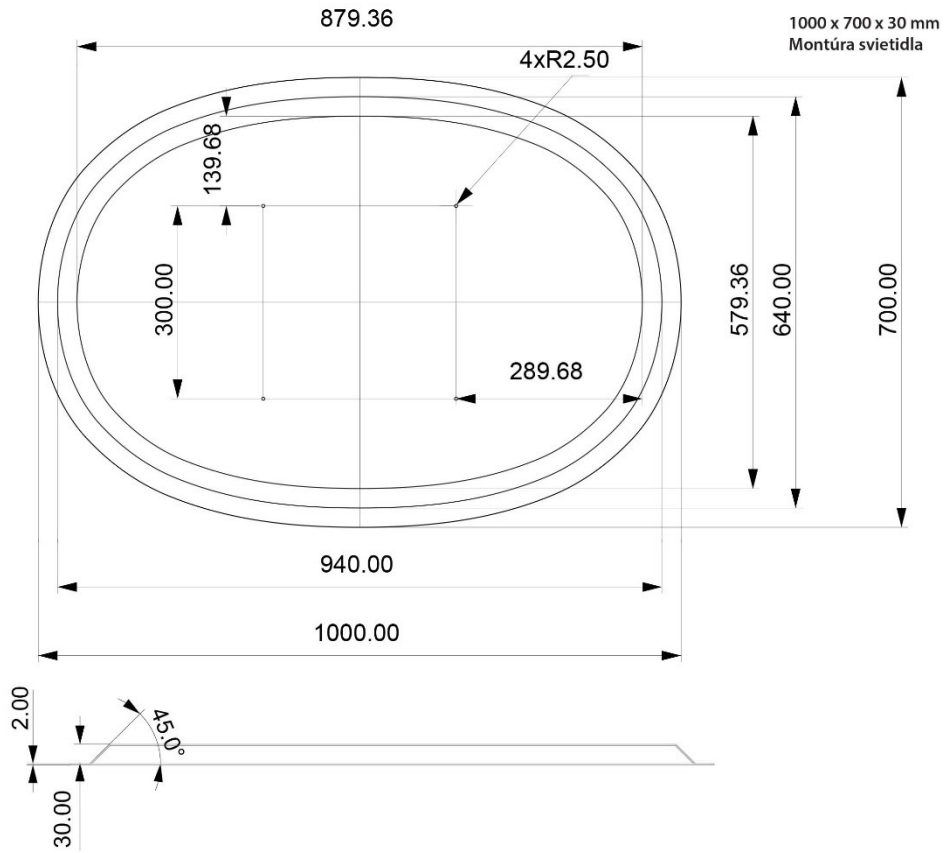
Opálový difúzor bol vyrobený vyfúknutím polykarbonátovej nahriatej dosky do formy s otvorom v tvare ako má svietidlo.

Na výrobu formy- dvoch identických dosiek z 30mm MDF s oválnym otvorom som netrúfol. Svojpomocne sa mi ochotného stolára alebo firmu nepodarilo nájsť. Zhodou okolností sa mi cez kamaráta podarilo nájsť firmu s CNC strojom, ktorou boli Schody Valašsko, začo im nesmierne vďačím.

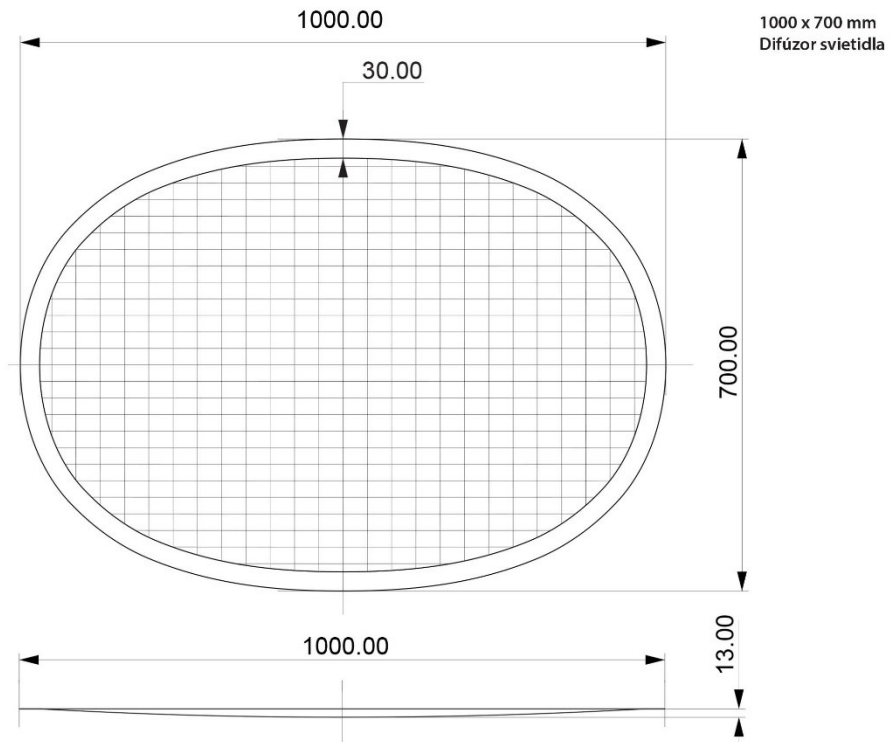


Obr. 85 Forma na vyfúknutie difúzoru

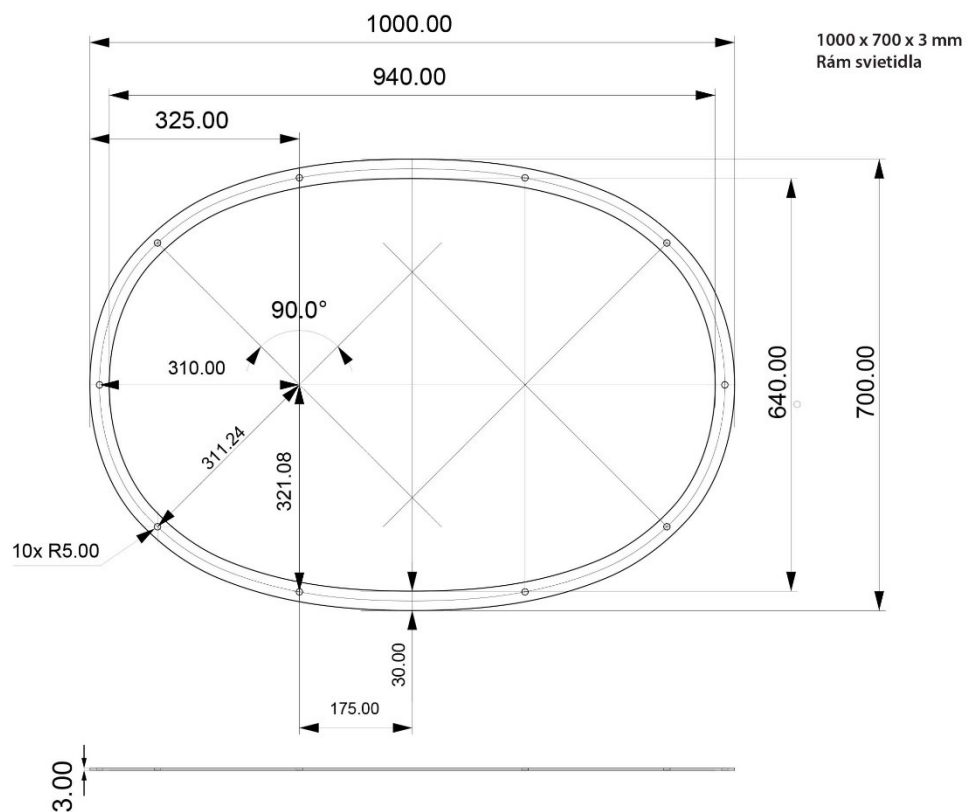
12.5 Technická dokumentácia



Obr. 86 Montúra svietidla



Obr. 87 Difúzor svietidla



Obr. 88 Rám svietidla

ZÁVĚR

Proces návrhu dizajnového LED svietidla má vo finále z môjho osobného pohľadu dva výsledky, ktoré by som ohliadnutím sa na začiatok projektu nepredpokladal

Z dizajnového hľadiska je pre mňa výsledná podoba vlastne prekvapením. Dôvodom je porušenie určitých tovarových a geometrických zásad, či vzorcov na základe, ktorých som podvedome staval svoje návrhy od áut až po kreslá či iné produkty za posledné roky.

Finálny tvar a nápad spojenia dielov magnetmi sú tak esenciou minimalizmu, ktorý je zaujímavý v každom detaile.

Tým druhým výstupom je vystúpenie z vlastného tieňa a to s postupného nadobudnutia schopnosti komunikácie s ľuďmi z výroby v troch rôznych odvetviach. Znášať odmietania vo firmách na obrábanie dreva či plastov a následné hľadanie náhradných riešení bolo neľahké. Pozitívny aspekt však je, že odmietanie nebolo kvôli návrhu tvaru či zlým podkladom, ale z pochopiteľného dôvodu nerentability pre firmu robiť jeden kusový návrh na úkor sériovej produkcie. Uvedomil som si tak, že za určitých podmienok ide vyrobiť prakticky hocičo, pokiaľ toho je väčšie množstvo, čo z hľadiska potenciálu sériovej výroby svietidla je kľúčový poznatok. Nehovoriac, že množstvom klesá aj cena výroby či finálneho produktu.

Či som naplnil to čo som si dal za cieľ na začiatku? Z hľadiska dizajnu si myslím, že hej. Uvidí sa že či výsledný efekt sa prejaví aj v reálnej veľkosti, keďže žiaľ v čase odovzdania diplomovej práce neboli všetky diely svietidla hotové.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HABEL, Jiří, Karel DVOŘÁČEK, Vladimír DVOŘÁČEK a Petr Žák ŽÁK. *Světlo a osvětlování*. FCC Public, 2013. ISBN 978-808-6531-213.
- [2] *History of Lighting - Development of Artificial Lighting* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <http://www.historyoflighting.net/>
- [3] *História umelého osvetlenia* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <http://www.casopis-byvanie.sk/historia-umeleho-osvetlenia/>
- [4] *10 Interesting Facts About the Palace of Versailles* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <http://www.instylevacations.ca/post/view/10-interesting-facts-about-the-palace-of-versailles>
- [5] *A quick history of domestic lighting* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <http://www.lucyworsley.com/a-quick-history-of-domestic-lighting/>
- [6] Carcel lamp. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Carcel_lamp
- [7] *Od kahanca k elektrickej lampe* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <http://ulicavetla.sk/historia.php>
- [8] *Svitidla na baterie – Část 1 (Nejstarší galvanické články a první elektrická svítidla)* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/clanek/svitidla-na-baterie-cast-1-nejstarsi-galvanicke-clanky-a-prvni-elektricka-svitidla--585>
- [9] *Světlo z elektrického oblouku* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/svetlo-z-elektrickeho-oblouku--12731>
- [10] *Cesta žárovky historií* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/casopis/tema/cesta-zarovky-historii--16441>
- [11] *Preconditions to 20th Century Lamps* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://americanhistory.si.edu/lighting/20thcent/prec20.htm>
- [12] Výbojka. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/V%C3%BDbojka>

- [13] Žiarivka. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://sk.wikipedia.org/wiki/%C5%BDiarivka>
- [14] Karel Sokanský, Tomáš Novák, Marek Bálský, Zdeněk Bláha, Zbyněk Carbol, Daniel Diviš, Blahoslav Socha, Jaroslav Šnobl, Jan Šumpich, Petr Závada. *Světelná technika. místo neznámé : České vysoké učení technické v Praze*, 2011. ISBN 978-80-01-04941-9 .
- [15] *Historie světelných diod LED* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/clanek/historie-svetelnych-diod-led--1696>
- [16] *HISTORIE, SOUČASNOST A TECHNICKÉ POJMY LED ZDROJŮ SVĚTLA* [online]. In: . 2012, 2012 [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: http://www.retrast.cz/downloads/Manual_LED_PARAMETRU_M02_08082012_3.pdf
- [17] *Čo je to OLED?* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <http://www.uspornazia-rovka.sk/pages/%C4%8Co-je-to-OLED%3F.html>
- [18] *The History of the Chandelier* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://www.lightsonline.com/learn/lighting-styles-101/the-history-of-the-chandelier>
- [19] *Osvětlovací sklo* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/casopis/tema/osvetlovaci-sklo--16373>
- [20] Karel Sokanský, Tomáš Novák, Marek Bálský, Zdeněk Bláha, Zbyněk Carbol, Daniel Diviš, Blahoslav Socha, Jaroslav Šnobl, Jan Šumpich, Petr Závada. *Světelná technika. místo neznámé : České vysoké učení technické v Praze*, 2011. ISBN 978-80-01-04941-9 .
- [21] Chalupský, Ladislav. *100x o umělém osvětlení*. Praha : Vydavatelství a nakladatelství ROH, 1969. 24-011-69.
- [22] *Intenzita světla* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://www.eglo.com/czechia/Svet-svetla/Vse-o-svetle/Vysvetlivky-pojmu/Intenzita-svetla>
- [23] *Barva světla (teplota chromatičnosti) u LED osvětlení* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://www.t-led.cz/info/barva-svetla.html>
- [24] *Teplota chromatičnosti* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=9104

- [25] Elektromagnetické spektrum. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetick%C3%A9_spektrum
- [26] *Barva, energie a světlo: Pohled na svět očima fotochemika* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://www.vscht.cz/popularizace/doktorandi-pisou/mojr>
- [27] *Aktualizováno: Spectrometer Ocean Optics a spektra žárovek, zářivek a LED svítidel* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://vyvoj.hw.cz/testovani-a-mereni/spectrometer-ocean-optics-a-spektra-zarovek-zarivek-a-led-svitidel.html>
- [28] *Barvy* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <http://www.dobre-svetlo.cz/barvy.php>
- [29] *Umělé osvětlení v obytných prostorech – 1. část* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/casopis/tema/umele-osvetleni-v-obytnych-prostorech-1-cast--16843>
- [30] *Umělé osvětlení v obytných prostorech, 2. část – Volba intenzity osvětlení* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/casopis/tema/umele-osvetleni-v-obytnych-prostorech-2-cast-volba-intenzity-osvetleni--16854>
- [31] *CIRKADIÁNNÍ RYTMY U ČLOVĚKA*. Brno, 2008. BAKALÁŘSKÁ PRÁCE. MASARYKOVA UNIVERZITA V BRNĚ Přírodovědecká fakulta Ústav antropologie.
- [32] *Cirkadiánní rytmus* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: https://wikisofia.cz/wiki/Cirkadi%C3%A1nn%C3%AD_rytmus
- [33] *Solacera-Úvod* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://www.solacera.cz/sol.html>
- [34] *Výhody LED žárovek* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://www.svit-techytre.cz/vyhody-led-zarovek>
- [35] *LED technologie* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <http://www.lightronic.cz/led-technologie.php>
- [36] *Co je LED technologie Chip On Board (COB)?* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://www.hdt.cz/co-je-led-technologie-chip-on-boardcob/cz/t-1049/>
- [37] *Všeobecně o LED technologii* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <http://www.led-obchod.sk/led-light/5-NIECO-O-LED/10-Vseobecne-o-LED-technologie>

- [38] KUŽEL, Libor. *Žít v lepším světle: SOLACERA*. Česká Republika, 2019.
- [39] *Biodynamické systémy osvětlení* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z:
<http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/casopis/tema/biodynamicke-systemy-osvetleni--16384>
- [40] *Svetlo, ktoré znamená dizajn* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z:
<https://www.lighting.philips.sk/consumer/odtien>
- [41] *Mobile App Features & Functionalities* [online]. [cit. 2019-05-03]. Dostupné z:
<https://www.osram.com/cb/lightify/lightify-home/lightify-home-app-features/index.jsp>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Lm Lumen

W Watt

Cd Kandela

Lx Lux

K Kelvin

Napr. Například

nm Nanometer

tzv. Takzvaný

LED Light Emitting Diode

Hod. hodina

UV Ultrafialový

Ra, CRI Color Rendering Index

$\cos \varphi$ elektrický účinok

Ø \varnothing - priemer

ZigBee - bezdrôtová komunikačná technológia pre účely priemyselnej automatizácie

MDF doska – medium-density fibreboard, (lisovaná drevovláknitá doska)

.dwg – natívny program súborov (výkresov) programu AutoCAD

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Lampa z Magdalénskej kultúry	10
https://www.donsmaps.com/images32/img_4735jamblancs16sm.jpg	
Obr. 2 Staroveká Grécka lampa- 300 pred.n.l	11
http://www.ancientresource.com/images/oil_lamps/greek-oil-lamps/greek-lamp-ag2110b.jpg	
Obr. 3 Sviečka z včelieho vosku z pohrebiska – Alpy, 6-7 st. n.l	11
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a8/Candles_Oberflacht.jpg/599px-Candles_Oberflacht.jpg	
Obr. 4 Zrkadlová sieň vo Versailles	12
http://en.chateauversailles.fr/discover/estate/palace/hall-mirrors#the-hall-of-mirrors	
Obr. 5 Pumpa z Carcelovej lampy	13
https://en.wikipedia.org/wiki/Argand_lamp#/media/File:Verre_du_bec_d%27Argand.jpg	
Obr. 6 Argandova lampa.....	13
https://en.wikipedia.org/wiki/Carcel_lamp#/media/File:Pump_of_a_carcel_lamp.jpg	
Obr. 7 Od prehistorickej fakle po olejovú lampu Aimého Arganda.....	13
https://en.wikipedia.org/wiki/Maurice_Dessertenne#/media/File:Eclairage.jpg	
Obr. 8 Petrolejová lampa Ignacy Łukasiewicza	14
https://www.biznesistyl.pl/_foty_news/36761_glowne.jpg	
Obr. 9 Typ Bratislavskej historickej pouličnej lampy	15
https://bratislava.dnes24.sk/galeria/bratislavske-lampy-65954/fotografia-7?articleId=265476	
Obr. 10 Prvá elektrická batéria	16
https://en.wikipedia.org/wiki/Trough_battery#/media/File:Trough_battery.jpg	
Obr. 11 Voltov stĺp	16
https://cs.wikipedia.org/wiki/Volt%C5%AFv_sloup#/media/File:Voltaic_pile_battery.png	
Obr. 12 Jabložkovova elektrická sviečka	17
https://www.sciencesource.com/Doc/TR1_WATERMARKED/e/f/8/c/SS2459979.jpg?d63642327828	
Obr. 13 Krížikove oblúkové lampy	17
https://pbs.twimg.com/media/DaUp4PtV4AEoy8h.jpg	
Obr. 14 Edisonova žiarovka.....	18
https://en.wikipedia.org/wiki/File:Edison_bulb.jpg	
Obr. 15 Gesslerova trubica	19
https://www.crtsite.com/image/four%20spheres.jpg	
Obr. 16 Lampa Emeraldite.....	19
https://cdn3.volusion.com/bwaqj.pedbu/v/vspfiles/photos/171106-2T.jpg?1512741376	
Obr. 17 Volfrámová žiarovka	20
https://media.rs-online.com/t_large/R7755277-01.jpg	

Obr. 18 Typ moderného LED chipu	21
https://ledme.cz/5279-large_default/led-cip-epistar-cob-50w-1500ma.jpg	
Obr. 19 Rôzne druhy LED diód.....	21
https://sk.wikipedia.org/wiki/Luminiscen%C4%8Dn%C3%A1_di%C3%B3da#/media/File:Lysdioder.jpg	
Obr. 20 Elektroluminiscenčné diódy Tesla LQ-100	21
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c7/Tesla_LQ100.jpg/900px-Tesla_LQ100.jpg	
Obr. 21 Štruktúra OLED diódy.....	21
http://www.uspornaziarovka.sk/product_images/uploaded_images/OLED_struktura.jpg	
Obr. 22 Stredoveká ilustrácia lustru	22
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e2/Medieval_Illustration_of_Chandelier.jpg/330px-Medieval_Illustration_of_Chandelier.jpg	
Obr. 23 Polycandelon	22
https://i.pinimg.com/originals/f7/d5/60/f7d560578dd49b7419e64af8539a8551.jpg	
https://i.pinimg.com/originals/09/ba/6b/09ba6b5ebca63028a95b40ca868d94fd.jpg	
Obr. 24 Luster typu Maria Theresa.....	23
https://www.jonnylives.com/wp-content/uploads/2017/08/Antique-Maria-Theresa-Chandelier.jpg	
Obr. 25 Lampa Mariana Fortuny	24
https://i2.wp.com/www.crafthomedecor.com/wp-content/uploads/2017/01/Replica-Mariano-Fortuny-Floor-Lamp-Exact-Copy.jpeg?fit=957%2C1000&ssl=1	
Obr. 26 Luster Swarovsky	24
https://cdn20.pamono.com/p/z/1/9/190681_5uml1n1ham/vintage-austrian-swarovski-crystal-chandelier-1980s-2.jpg	
Obr. 27 Luster z obdobia Art Deco.....	25
https://modernism.com/sites/modernism/files/products/french-art-deco-pendant-light-with-etched-floral-shades-modernism%201.jpg	
Obr. 28 Schéma výpočtu intenzity osvetlenia	27
Karel Sokanský a spol. <i>Světelná technika</i> . České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04941-9 .	
Obr. 29 Farebná škála teplôt chromatickosti	28
https://www.feim.sk/data/upload/images/ss.png	
Obr. 30 Elektromagnetické spektrum	29
http://labguide.cz/wp-content/uploads/2015/01/ELEKTROMAGNETICK%C3%89-SPEKTRUM.jpg	
Obr. 31 Farebný model RGB.....	30
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c2/AdditiveColor.svg/2000px-Additive-Color.svg.png	
Obr. 32 Detail pixelov obrazovky.....	30
https://cdn-images-1.medium.com/max/1600/1*0gxYGxcT6bbd9LWYiXQ6Mg.jpeg	

Obr. 33 Spektrum slnečného svetla	30
https://vyvoj.hw.cz/files/styles/clanek-600/public/story/11247/11.gif?itok=zIv4-N91	
Obr. 34 Spektrum volfrámovej žiarovky	30
https://vyvoj.hw.cz/files/styles/clanek-600/public/story/11247/07.gif?itok=kgUPTogu	
Obr. 35 Spektrum moderných LED-chipov	31
https://vyvoj.hw.cz/files/styles/clanek-600/public/story/11247/14.gif?itok=7H3ujG1w	
Obr. 36 Spektrum starých LED-chipov	31
https://vyvoj.hw.cz/files/styles/clanek-600/public/story/11247/12.gif?itok=dDiCB23Q	
Obr. 37 Spektrum úsporných žiaroviek	31
https://vyvoj.hw.cz/files/styles/clanek-600/public/story/11247/05.gif?itok=b9uGfSzi	
Obr. 38 Graf denní tvorby melatonínu v závislosti na veku	33
https://66.media.tumblr.com/cf1319eb81f4b7fa5816e435bd755586/tumblr_in-line_ohtium3Kth1r1y71f_540.png	
Obr. 39 Graf tvorby melatonínu v závislosti od časti dňa	33
https://sites.psu.edu/lifeitmoveson/files/2018/01/melatonin-graph-2mu09az.jpg	
Obr. 40 Schéma svetelnej záťaže na organizmus	35
http://www.odbornecasopisy.cz/img/content/zrakova_zatez_01_2015.jpg	
Obr. 41 Philips HUE	41
https://www2.meethue.com/cs-cz/about-hue	
Obr. 42 Osram Lightify	42
https://media.osram.info/im/img/osram-dam-1255655/s,x,1260,y,0/726346_LIGHTIFY_System_with_Cloud.jpg	
Obr. 43 Uchytenie difúzoru montúrou svietidla	46
Obr. 45 Centrálné uchytenie difúzoru svietidla	46
Obr. 46 Ideové skice svietidla	47
Obr. 47 Vlnovková verzia	48
Obr. 48 Zárezová verzia	48
Obr. 49 Tanierové verzie	49
Obr. 50 Šošovkové verzie	49
Obr. 51 Hyperbolická verzia 1	50
Obr. 52 Hyperbolická verzia 2	50
Obr. 53 Oválna hyperbolická verzia	51
Obr. 55 Svietidlo pre školské a kancelárske priestory	52
Obr. 56 Počiatočné návrhy fáze 2	53
Obr. 57 Rozmerové varianty	53

Obr. 58 Maketa kruhového svietidla.....	54
Obr. 59 Maketa oválneho svietidla	54
Obr. 60 Ukážka spojenia ešte na kruhovej verzii	55
Obr. 61 Testovanie hranatej verzie krytu z ocele	55
Obr. 62 Porovnanie Fáze 3 k aktuálnej úprave tvaru.....	56
Obr. 63 Detail vzdialenosti od stropu a štrbiny medzi rámom a difúzorom.....	56
Obr. 64 Porovnanie konštrukcii rámov medzi Fázou 3 a 4	57
Obr. 65 Finálny tvar difúzoru svietidla.....	57
Obr. 66 Detail spojenia montúry a difuzoru	58
Obr. 67 Nechcené vyčnievanie krytiiek.....	58
Obr. 68 Finálny dizajn svietidla.....	59
Obr. 69 Konštrukcia finálneho dizajnu svietidla	60
Obr. 70 Detail magnetického spojenia svietidla	60
Obr. 71 Veľkosť svietidla voči človeku.....	61
Obr. 72 Vizualizácia svietidla v navrhovanom prostredí	62
Obr. 73 Vývoj názvu a loga	63
Obr. 74 Vývoj loga FLO.....	64
Obr. 75 Finálna podoba loga FLO	65
Obr. 76 Vývoj dizajnu obalu pre svietidlo.....	65
Obr. 77 Vizualizácia finálneho motívu.....	66
Obr. 78 Vizualizácia spôsobu otvárania krabice	66
Obr. 79 Postup výroby kopyta na vákuovanie.....	68
Obr. 80 Proces vákuovania HPS dosky	68
Obr. 81 Vizualizácia finálnej podoby montúry	69
Obr. 82 Zdroj napájania Helvar LL35/2-E-DA-iC	70
https://www.helvar.com/media/pd/2018/20181127/LL35-2CH-E-DA-IC_datasheet_EN.pdf	
Obr. 83 Rám svietidla	70
Obr. 84 Spôsob výroby ktorý bol použitý na difúzor	71
Obr. 85 Forma na vyfúknutie difúzoru	71
Obr. 86 Montúra svietidla	72
Obr. 87 Difúzor svietidla	72
Obr. 88 Rám svietidla	73

