

Interiérové LED svítidlo

Jakub Verner

Bakalářská práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací
Ústav prostorového a produktového designu
akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jakub VERNER**
Osobní číslo: **K09583**
Studijní program: **B 8206 Výtvarná umění**
Studijní obor: **Multimedia a design – Průmyslový design**

Téma práce: **Interiérové LED svítidlo**

Zásady pro vypracování:

1. Analýza výrobků podobného zaměření
 2. Historie vývoje LED
 3. Kresebné koncepční návrhy
 4. Pracování vybraných návrhů (2D a 3D)
 5. Model ve vhodném měřítku
 6. Zpráva odůvodňující navržené řešení
 7. Na samostatném nosiči CD-ROM odevzdejte v minimálním počtu 10 kusů obrazovou dokumentaci praktické části závěrečné práce pro využití v publikacích FMK.
- Formát pro bitmapové podklady: JPEG, barevný prostor RGB, rozlišení 300 dpi, 250 mm delší strana. Formáty pro vektory: AI, EPS, PDF. Loga a texty v křivkách. V samostatném textovém souboru uveďte jméno a příjmení, login do Portálu UTB, obor (ateliér), typ práce, přesný název práce v češtině a angličtině, rok obhajoby, osobní mail, osobní web, telefon. Přiložte svou osobní fotografii v tiskovém rozlišení.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

NEUFERT, Ernst. Navrhování staveb. Praha: Consultinvest, 2000.

ISBN 80-901-4866-2

FIELL, Charlotte and Peter. Designing the 21st century. Köln: Taschen, 2005.

ISBN 3-8228-4802-6

KOLESÁR, Zdeno. Kapitoly z dějin designu. Praha: VŠUP, 2004. ISBN 80-86863-03-4

FIELL, Charlotte. 1000 light. Köln: Taschen, 2005. ISBN 9783822852873

BAXANT, Petr. Elektrické teplo a světlo. Brno: VUT, 2004. ISBN 80-214-2761-2

KRÁL, Miroslav. Ergonomie a její využití v technické praxi. Ostrava:

AKS spol s.r.o. a fy VAVA, ISBN 80-857-9835-7

Vedoucí bakalářské práce:

prof. ak. soch. Pavel Škarka

Ústav prostorového a produktového designu

Datum zadání bakalářské práce:

15. února 2012

Termín odevzdání bakalářské práce:

18. května 2012

Ve Zlíně dne 8. března 2012


doc. MgA. Jana Janíková, ArtD.
děkanka




MgA. Petr Stanický, MFA
ředitel Ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- 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 ²⁾;
- podle § 60 ³⁾ 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 ³⁾ 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.

Ve Zlíně

16.3.2012

JARUB VERNER



Jméno, příjmení, podpis

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělčně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce požít na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ 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, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, u které-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ 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, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělků jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídnou k výši výdělků dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na design svítidel s LED světelným zdrojem. V analýze trhu proberu největší světové výrobce s mým osobním pohledem na jejich práci. Následuje stručný přehled vývoje diod. V popisu mé práce na návrzích se dostanu k tématu ergonomickému, o tvaru a funkci a jak jsem postupoval v řešení problému s danými omezeními. Nakonec popíšu finální návrh a model a naznačím, kterým směrem se bude ubírat další spolupráce se zadavateli.

Klíčová slova: svítidlo, LED, ergonomie, design

ABSTRACT

The bachelor thesis is focused on the design of lighting fixtures with LED light source. In the market analysis I will discuss the world's largest producers with my personal view of their work. The following is a quick overview of the development of diodes. In the description of my drafts, I will get to the topic of ergonomics, the shape and functionality, and how I proceeded with solving problem with the given constraints. Finally, I will describe the design and the final model and broach the way of further cooperation with clients.

Keywords: lamp, LED, ergonomics, design

Poděkování

Rád bych poděkoval prof. akad. soch. Pavlovi Škarkovi a MgA. Martinu Surmanovi za odborné konzultace. Také bych chtěl poděkovat za pomoc a spolupráci lidem ze společnosti LED-e a Aspera.

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

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD | 8 |
| I ANALYTICKÁ ČÁST | 9 |
| 1 PRŮZKUM TRHU | 10 |
| 1.1 PHILIPS | 10 |
| 1.2 ZUMTOBEL | 12 |
| 1.3 GE (GE LIGHTING SOLUTIONS) | 13 |
| 1.4 ARTEMIDE | 15 |
| 1.5 OSRAM | 17 |
| 1.6 LUCE&LIGHT | 18 |
| 1.7 SHRUTÍ..... | 19 |
| 2 STRUČNÁ HISTORIE LED DIOD | 21 |
| 3 VLASTNOSTI LED DIOD | 22 |
| 3.1 POPIS | 22 |
| 3.2 VÝKONNOST..... | 22 |
| 3.3 ŽIVOTNOST..... | 22 |
| 4 SVÍTIDLA | 23 |
| 4.1 ROZDĚLENÍ A TYPOLOGIE | 23 |
| 4.2 KONSTRUKCE..... | 25 |
| II PRAKTICKÁ ČÁST | 26 |
| 5 ERGONOMIE | 27 |
| 5.1 NÁROKY NA OSVĚTLENÍ | 27 |
| 5.1.1 Intenzita..... | 27 |
| 5.1.2 Směr osvětlení | 28 |
| 5.1.3 Stálost..... | 28 |
| 5.1.4 Rovnoměrnost | 28 |
| 5.1.5 Barva | 28 |
| 5.1.6 Vliv na člověka | 28 |
| 5.2 VZHLED A FUNKCE SVÍTIDLA..... | 28 |
| 6 VÝVOJ NÁVRHU | 31 |
| 7 FINÁLNÍ ŘEŠENÍ | 36 |
| 7.1 SVÍTIDLO UFO | 36 |
| 7.2 TECHNOLOGIE VÝROBY | 40 |
| ZÁVĚR | 41 |
| SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY | 42 |
| SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK | 44 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ | 45 |
| SEZNAM TABULEK | 47 |

ÚVOD

Můj zájem o svítidla stoupá a impulz ze strany firem LED-e a Aspera ho podpořil. Díky spolupráci a konzultacím se dostávám k tomuto tématu blíž a blíž. Není to čistě jen zájem o design. Člověk vždy potřeboval a bude potřebovat ke svému životu světlo. Velký význam se v poslední době klade na osvětlení v pracovních podmínkách, kdy zvyšuje efektivitu vykonané práce a má i velký psychický a fyzický vliv na stav jedince. Je možné, že ergonomie svítidel se bude měnit a budou se na ně klást stále více požadavků. Ale díky této evoluci se lidé budou cítit mnohem lépe. Záležet bude i na prostředí, kde se vyskytujeme. Spojitost s architekturou je zde nepopíratelná a my můžeme pozorovat rozdíly a skoky v kvalitě. Dalo by se to popsat jako vztah svítidel k člověku a zároveň k architektuře. Obojí potřebuje něco jiného a na designérech záleží, jak to skloubí dohromady a co z tohoto vztahu vzejde.

Tento projekt vznikl ze zadání firmy Aspera s podporou LED-e. Zadávající vymezily určité hranice. Za prvé jsme se měli soustředit na osvětlení veřejných budov pro jakékoliv interiéry. A dalším omezením, či spíše doporučením, soustředit se na kovové materiály. Především pak výrobu z plechů. Na starost jsme dostali tedy blíže nespecifikované interiéry. Výběr prostoru, do kterého můžeme dosadit svítidlo, byl zcela na nás. Další ohled jsme měli brát na výrobu ve velkých sériích. Čím jednodušší výroba tím lépe a rychleji se dostane produkt k očím veřejnosti. Pro velký nárůst poptávky po LED svítidlech jistě velice důležitý aspekt.

Můj finální návrh se bude opírat o rychlé, ale věcné školení z prezentací o vlastnostech LED zdrojů a spoluprací s firmami, dále o poznatky z průzkumu trhu a vědomostí ergonomie z odborné literatury. Budu se snažit, aby bylo osvětlení součástí určitého prostoru a pokud to bude možné držet se dříve uvedených omezení. Ke svítidlu budu přistupovat jako k funkčnímu i estetickému doplňku interiéru, který si vyberu a budu respektovat jeho účel. Nově vzniklé možnosti, vyplynuté z řešení se pokusím rozvinout, abych našel tu správnou cestu.

I. ANALYTICKÁ ČÁST

1 PRŮZKUM TRHU

Velké výhody diod spočívají v několika vlastnostech. Svou úsporou, vysokou životností a kompatibilitou (patice žárovkové i zářivkové) začínají vytlačovat jiné světelné zdroje z trhu. Jejich rychlý postup kupředu můžeme sledovat ve výkonu, který se pohybuje kolem 120Lm/W a v nejbližší budoucnosti se počítá s 160Lm/W. Odborníci v LED technologii vidí budoucnost.

„Světové tržby za úsporné osvětlení na bázi LED diod překonají tržby za tradiční zdroje světla kolem roku 2015, předpokládá nizozemský Philips.“ [1]

V následujícím textu rozeberu tvorbu světových špiček v osvětlovací technice po stránce designu. Vzorky z produktů firem jsem volil podle estetického aspektu bez zaměření na určitý interiér a typu zavěšení. Připojím i informace, které o sobě firmy uveřejňují, a nakonec vše zhodnotím.

1.1 Philips

„Společnost má centrálu v Nizozemí a ve více než 60 zemích celého. Její tržby za rok 2008 dosáhly částky 26 miliard eur. Philips je jedním z nejvýznamnějších výrobců kardiologických systémů, systémů akutní péče a domácí zdravotní péče, energeticky úsporných osvětlovacích řešení a systémů osvětlení pro nové možnosti využití, jakož i výrobků souvisejících s moderním životním stylem spotřebitelů a jejich životní pohodou, ...“

„... vytváří důmyslná řešení na základě hluboké znalosti potřeb spotřebitelů a v duchu své filozofie nazvané sense and simplicity.“ [2]

[1] <http://www.osvetle.cz/profesional/48-ostatniprofesional/54-philips-led-vize.html> [cit. 2012-05-03]

[2] <http://www.philips.cz/about/company/companyprofile.page> [cit. 2012-05-03]



Obr. 1. Svítidla z řady Articone



Obr. 2. Svítidlo z řady Ledino

Z nabídky produktů Philips jsem vybral tvarově nejzajímavější svítidla. První dvě bodová s možností natáčení a přesného směřování proudu světla. Hlavní box je určen pro povrchovou montáž. Na bocích jsou otočné kroužky inspirované průmyslovou turbínou se třemi výkonnými LED diodami. Druhé bodové je svým vzhledem elegantnější. Tenké talíře lze vytáhnout do prostoru, nebo je můžeme ponechat uzavřené v jednom bloku. Řada svítidel Articone vypadá velmi rafinovaně. Závěsné svítidlo Ledino jsem vybral z důvodu, že se

dále budu zabývat ve svých návrzích prstencovými útvary. Z tohoto obrázku můžeme upozorovat menší nesoulad v použití tří bodových zdrojů vůči okružím.

1.2 Zumtobel

„Zumtobel is the internationally leading supplier of integral lighting solutions for a wide variety of applications in professional interior lighting. We provide unique customer benefit by integrating technology, design, emotion and energy efficiency. Under the Humanergy Balance concept, we combine the best possible ergonomic lighting quality for people's well-being with the responsible use of energy resources.“ [3]



Obr. 3. Přisazené svítidlo Mildes Licht

[3] <http://www.zumtobel.com/led/en/22882.html#/led/en/11822.html> [cit. 2012-05-03]



Obr. 4. Ontaria



Obr. 5. IYON-M

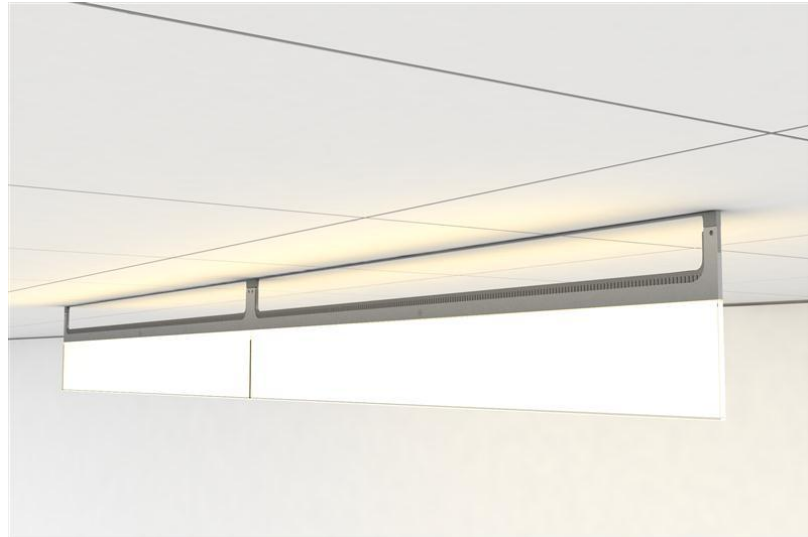
Zumtobel se těmito produkty trochu odlišuje od ostatních výrobců. Na rozdíl od pevně daných geometrických tvarů, jsou tyto více ovlivněny biomorfními. V těchto příkladech vidíme použití dynamických křivek. U svítidla Ontaria zase difuzor ve tvaru čočky.

1.3 GE (GE Lighting Solutions)

„We provide an extensive line of high-performance LED product solutions, including lamps, architectural lighting, retail display lighting, signage lighting, outdoor lighting and transportation lighting solutions.“

„... its commercial and industrial lighting fixture group in Hendersonville, North Carolina. The units were combined in 2010 to support a strategy to serve as an industry-leading solu-

tions provider for the rapidly growing indoor and outdoor fixture segments that use LED systems and other energy-efficient lighting technologies.“ [4]



Obr. 6. Podsazené svítidlo Blade



Obr. 7. Zavěšené svítidlo

[4] <http://www.gelighting solutions.com/about-us> [cit. 2012-05-03]

Jedním z vedlejších odvětví osvětlení, kterým se GE zabývá, je taktéž osvětlení interiéru. Na obrázcích jsou novinky, které měly být uvedeny na trh toto jaro. Za významný prvek

považují vertikální orientace plošného svítidla Blade. To je možno instalovat jak podsazené, tak i zavěšené. GE uvádí, že je to vhodné svítidlo pro kanceláře i učebny. Použitím speciální vertikální optiky (MicroLens) docílí lepšího rozptylu. Díky tomu se mohou zaměřit na ultratenké tvary minimalistického ražení.

1.4 Artemide

„Founded in 1960s, Artemide is one of the most known illumination brands in the world. Known for its "The Human Light" philosophy, Artemide is nowadays synonym with design, innovation and made in Italy.“ [5]



Obr. 8. Led net circle

[5] <http://www.artemide.com/azienda/identity.action> [cit. 2012-05-03]



Obr. 9. Merkury

Artemide v minulosti spolupracovalo designérskými špičkami jako byl například Vico Magistretti, který stvořil lampu Eclisse v roce 1967, ze spolupráce na konci osmdesátých let s Michele De Lucchi a Giancarlo Piretti vznikla svítidla Tolomeo a nakonec ohebná lampa Pipe od Herzog & De Meuron v roce 2004. A nedávno v roce 2010, již s využitím LED systému, předvedli Carlotta de Bevilacqua a Paolo Dell'Elce jako závěsné dekorativní svítidlo Copernico.

Artemide se nebojí biomorfních tvarů svítidel, která asociují vodní hladinu se vzduchovými bublinami nebo větévky stromu, jako je tomu u Led net circle od Michele de Lucchi. Svítidlo představuje nejen funkční stránku, ale i dekorativní. Někdy tato svítidla tvoří až sekundární světelný zdroj, kvůli ztrátě nebo utlumení funkční stránky. Ale podaří-li se funkční a estetické prvky sladit, je výsledek dokonalý.

1.5 Osram

„For more than 100 years, OSRAM has been "passionate about intelligent light". As a globally operating company, we also explicitly encourage socially and environmentally responsible policies around the world - as well as sponsoring art and culture at home and abroad. This global player has its headquarters in Munich.“ [6]



Obr. 10. Combilite-triple



Obr. 11. Powerspot-M

[6] http://www.osram.com/osram_com/company/company-profile/index.jsp [cit. 2012-05-03]



Obr. 12. Tresol-trio

Produkty Osramu jsou, jak firma uvádí, zaměřeny na inteligentní světlo. V podstatě tím říkají, že se snaží dělat věci prostě a funkčně. Jejich design je světlý a příjemný na pohled. Je vcelku rozumné volit bílé materiály. Nepůsobí až tak chladným dojmem, jako v případě hliníku.

1.6 Luce&Light

V oblasti designu LED svítidel pozorujeme několik směrů. Jeden z nich plně využívá velikosti těchto zdrojů. V tomto směru probíhá miniaturizace svítidel. Svítidla se stávají menšími, ploššími, téměř neviditelnými. Jsou ukrytá na všemožných místech. Snadno se dají zabudovat do stěn, rohů a hran. Mají za úkol dotvářet atmosféru, nasvěcovat objekty z malých vzdáleností anebo informovat o tvaru architektonických prvků a vše příjemně osvítit. To se týká jak interiéru, tak exteriéru. Tato svítidla jsou hlavně podporou architektury v nočních hodinách. Ve dne si jich téměř nevšimneme.



Obr. 13. Eyes 1.0 s technickým nákresem

Tento typ svítidel produkuje například italská firma Luce&Light. Zabývá se laserovou a LED technologií už pár desítek let a svůj design svítidel směřuje hlavně k základním tvarům, aby nerušily architekturu - jasná a čistá svítidla především v kovových materiálech. Na druhé straně vyrábí i průmyslovější svítidla. Tato svítidla mají schopnost dokonale interpretovat barvy, díky správné teplotě chromatičnosti.

1.7 Shrnutí

Trh se začíná více orientovat na LED technologie. V tom případě se všeobecně dá předpokládat, že design svítidel vychází z největších předností diod a tou největší je velikost tohoto zdroje. Přesto lze sledovat i určité nedostatky a podobnosti svítidel. Abych mohl celkově zhodnotit výsledky analýzy, několik jich vyjmenuji. Velké firmy, které zde popisují, se zacilují na co největší skupinu lidí, tím pádem se stává, že vznikají trochu neosobní a chladná svítidla. Většinou u nich převažují klady než zápory, ale například Artemide je v tomto ohledu o kousek dál než ostatní.

U některých bodových, i jiných typů svítidel, se objevuje problém s konstrukčními prvky (např. trafo), které velikostně narušují kompozici. Štíhlý a drobný zdroj světla někdy doplňuje velký box. V některých případech se schová pod podhledy, ale u podsazených

svítidel se tato možnost nenaskytne a tak se u nich projeví jako nějaký novotvar, který na eleganci nepřidá.

U zavěšených se mi zalíbilo promítnutí stejného tvarosloví použitého u pláště zdrojů na samotný komponent určený k zavěšení. (Obr. 10. Combilite-triple) Tak se teprve tato část stane celkem a není něčím navíc.

2 STRUČNÁ HISTORIE LED DIOD

V roce 1907 učinil Henry Joseph Round objev elektroluminiscence, což znamená, že při průchodu elektrické energie určitým materiálem vzniká viditelné světlo. Ale až v roce 1962 Nick Holonyak jr. vyvinul první polovodičovou LED diodu červené barvy. Teprve až po roce 1970 vznikají další v barvách oranžové, zelené a žluté. Využit se tyto diody dařilo kvůli nízké svítivosti a nákladnosti jen u kontrolky dražších přístrojů. V osmdesátých letech se konečně dostalo diodám více pozornosti a jejich využití se rozšiřovalo. V tomto období se vyráběly LED displeje k přístrojům i hodinkám a první LED žárovkové patice. Aby se dala tato žárovka požit na běžné svícení, bylo potřeba kompletního spektra barev k vytvoření bílé. V roce 1993 se na trhu objevila modrá dioda. Ale již za dva roky se podařilo vytvořit bílé světlo bez použití tří barevných diod. Toho se docílilo pomocí luminoforu, který transformuje buď ultrafialové záření nebo část modrého na žluté, kde spojením vznikne bílé světlo. Následovala doba vzniku LED žárovek, které měly opravdu smysl. V současnosti se již vyrovnávají ostatním zdrojům světla a používají se dokonce i pro pouliční lampy. A LED diody se stávají čím dál více úspornějším řešením osvětlení.

3 VLASTNOSTI LED DIOD

3.1 Popis

Světlo emitující diody (zkratka LED). Na rozdíl od klasických světelných zdrojů jsou ekonomicky šetrnější díky snížené spotřebě energie a mají delší životnost. Jejich konstrukce je odolnější a přitom menších rozměrů. Ale zato jsou výkonnější svítidla s diodami pro osvětlení místností relativně drahé. Přitom díky ekonomickým vlastnostem se diody staly žádanými v automobilovém i leteckém průmyslu. Některá města šetří dlouhodobé náklady novou (diodovou) dopravní signalizací. V širší míře se již delší dobu spojují s drobnou elektronikou (např. dálkové ovládání používá infračervenou diodu), DVD a jinými přehrávači, televizory a domácími spotřebiči.

3.2 Výkonnost

Můžeme porovnat hlavní výhodu LED, kterou je vysoká světelná účinnost s ostatními světelnými zdroji a udělat si tak obrázek o výhodách této technologie. Konvenční žárovky, které se již stávají minulostí, vydávaly kolem 15 lm / W, což je přes desetkrát nižší výsledek než u nových LED. U nízkotlakých výbojek, neboli zářivek, je to poměr 100 lm / W (průměrná životnost 15 000 hodin). Této účinnosti diody dosáhly v roce 2011. A v budoucnu se budeme moci těšit až ze 160-ti lumenů na watt.

3.3 Životnost

Běžná životnost polovodičových diod se uvádí v 50 tisících hodinách. Nijak se neopotřebovávají častým spínáním a pokud je svítidlo navrženo se správným odvodem tepla, nebo jsou diody chlazeny, vydrží svítit mnohem déle (až 100 tisíc hodin). Jejich normální provozní teplota má být kolem 25 °C. Ochlazením, až na -30 °C lze také docílit jejich vyššího výkonu.

4 SVÍTIDLA

4.1 Rozdělení a typologie

Použití v:

- interiéru: odlišujeme svítidla pro použití v různých prostorách pro různou činnost.
- exteriéru: svítidla určená pro exteriéry musí být odolná proti povětrnostním podmínkám a „lidskému faktoru“. Většinou se nasvěcuje na delší vzdálenosti s čímž se musí počítat při konstrukci svítidla (optika aj.).

Interiérové:

- domácnost
- veřejné budovy
- průmyslové prostory
- sportoviště
- architektonické

Exteriérové:

- pouliční osvětlení a signalizace
- osvětlení parků
- sportoviště
- architektonické

Účel osvětlení:

- pracovní osvětlení: musí splňovat jisté normy podle druhu práce, kterou budeme vykonávat nebo místnosti, kterou budeme užívat. Dbá se zde na dobrou ovladatelnost, bezpečnost a hlavně zlepšení pracovních podmínek, to se poté odráží v efektivitě práce.

- dekorační osvětlení: u toho si můžeme dovolit více experimentovat s tvarem a osvitom (např. barevné filtry a různé difuze). Ovšem nikdy nemůže nahradit plně funkční svítidlo, byla by tím ohrožena bezpečnost práce.
- osvětlení prostoru: osvětlení chodeb, schodišť a další jinak neosvětlené místnosti. Požadují minimální hygienickou intenzitu osvětlení.
- informační osvětlení

Podle směru světelného toku:

- přímé osvětlení: svítidlo je konstruováno tak, že se světelný proud neodráží (např. od stěn), vychází ze zdroje a z 90 – 100 % dopadá přímo na osvětlovanou plochu
- převážně přímé: 60 – 90% světelného toku dopadá přímo na osvětlovanou plochu
- smíšené: u této varianty dopadá 40 – 60% ze světelného toku na plochu
- převážně nepřímé: jen 10 – 40% toku světla dopadá na plochu
- nepřímé: světelný proud se odráží od stěn, stropu, či odrazové plochy svítidla a zbytek (do 10%) dopadá na osvětlovanou plochu

Typ osvětlení podle tvaru proudu světla:

- bodové
- lineární
- plošné

Typ svítidla podle „ukotvení“:

- závěsné – visí volně od stropu
- přisazené – nějakým způsobem připevněné ke stěně, či stropu.
- zabudované – ve stěně, stropu nebo podlaze s přesahem do prostoru nebo bez něj

- volný objekt – bez ukotvení (lampy a dekorační svítidla), mobilní (s vlastním zdrojem el. energie)

„Track“ – lišta, na kterou lze namontovat nebo zavěsit svítidlo většinou bodového typu

4.2 konstrukce

- světelný zdroj (LED „žárovky“, LED pásy, jednotlivé diody, ...) v různých barvách

- konstrukční část (těleso, objímky, svorkovnice, průchodky, předřadníky, spínače atd.)

- optika svítidla: - reflektory (odraz světla)

- refraktor (refrakce, lom světla)

- difuzor (rozptyl světla)

- chladiče - aktivní – ventilátory

- pasivní – odvod tepla a ochlazení (materiály: nejlepší vlastnosti má měď, je ale příliš těžká a drahá; hliník je nejvíce využíván; silikon má dobré vlastnosti, v budoucnu se s ním počítá na využití pro chladiče)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 ERGONOMIE

5.1 Nároky na osvětlení

Kritéria, podle kterých můžeme osvětlení produkované svítidlem hodnotit, jsou podle knihy Miroslava Krále tyto: „Intenzita, směr, rovnoměrnost, stínivost, stálost, oslnivost, barva, bezpečnost, estetičnost a ekonomičnost.“ [7]

5.1.1 Intenzita

Jednotkou pro míru intenzity je lux (lx). Platí, že čím detailnější práci vykonáváme, tím je potřeba vyšší intenzity osvětlení. Zkracuje se doba expozice. Naopak pokud je žádanější větší pohoda zraku a vnímání prostoru než výkonu, je vysoká intenzita nepotřebná.

| Osvětlení (lx) | Zraková činnost | Osvětlení (lx) | Druh práce |
|----------------|---|----------------|---|
| 5000 | velmi jemné práce, rozeznávání detailů menších než 0,2 mm - speciální zrakové úkoly | 5000 | velmi obtížné zrakové úkoly |
| | | 3000 | přesná kontrola |
| | | 2000 | optimum osvětlení při středním kontrastu a malé odraznosti, výroba a montáž přístrojů |
| | | 1500 | rytectví |
| 1000 | jemné práce, rozeznávání detailů od 0,2 do 1 mm - normální zrakové úkoly | 1000 | velmi jemné práce mechanické; min. pro rozeznávání barev; jemné práce při strojním obrábění |
| | | 500 | konstrukce, kreslírny, jemná mechanika, strojně početní stanice, laboratoře, psaní na stroji |
| 500 | střední práce, rozeznávání detailů od 1 do 10mm - jednoduché zrakové úkoly | 300 | hygienické minimum pro pracoviště bez denního světla, čtení, psaní, zámečnické práce, lisování, administrativní práce |
| 250 | hrubá práce - rozeznávání detailů od 10 do 100 mm | 160 | hygienické minimum pro celkové osvětlení pracoviště, hrubá kontrola, slévárny, obrobny, sklady, balírny, expedice |
| 125 | všeobecná orientace | 100 | vchody, chodby, schodiště |
| | | 60 | minimum z hlediska zrakové pohody |
| | | 25 | nejmenší intenzita celkového osvětlení pro pracovní bezpečnost, "bezpečnostní minimum" pro vnitřní konstrukce a pro orientaci |

Tab. 1. Tabulka potřebné intenzity pro určité činnosti a prostory [7]

5.1.2 Směr osvětlení

Správný směr osvětlení zabraňuje nežádoucímu tvoření odlesků a stínů. Také pomáhá při tvorbě plastického dojmu, který je důležitý při kontrole výrobků a chyb povrchu, ale i při umělecké tvorbě. Doporučovaný směr je šikmo zleva, shora a zezadu. Poloha svítidla by se měla pohybovat v úhlu nad 50° od pozorovaného objektu, aby nedocházelo k oslnění.

5.1.3 Stálost

Svítidlo by mělo mít stálé osvětlení. Při práci nesmí docházet ke stroboskopickému efektu. Když se oči musí stále adaptovat, jsou namáhány, a může dojít ke zdravotním obtížím.

5.1.4 Rovnoměrnost

Měří se jako poměr minimální a maximální intenzity osvětlení. Pro zrakově náročné práce se uvádí hodnoty nejméně 0,5, pro průměrně náročné 0,3 a pro práce nenáročné 0,2.

5.1.5 Barva

Barvou je myšlena teplota chromatičnosti. Tu měříme v kelvinech (K). Hodnoty od 2700 K do 3500 K vnímáme jako tzv. teplé bílé světlo. Čím více teplota chromatičnosti roste, tím více se zdá být světlo studenější a bližší dennímu. Od 4000 K je světlo neutrální, bílé. 5000 K představuje obvyklé denní světlo. S teplotami kolem 8000 K se světlo zabarvuje do modra. Barevné vnímání světla může ovlivnit i okolní prostor (barevná výmalba interiéru, odrazy od barevných ploch).

5.1.6 Vliv na člověka

Jelikož člověk vnímá svým zrakem až 90% informací, je důležité, aby mu byly poskytnuty správné světelné podmínky. Tím můžeme podpořit dobrou náladu a motivaci k práci. Při nesprávném osvětlení může dojít ke zdravotním (např. pálení očí, únava, bolest hlavy) a psychickým obtížím.

5.2 Vzhled a funkce svítidla

Dnes si již můžeme vybírat ze všech možných tvarů a velikostí svítidel. Bohužel i přes tyto možnosti se na trhu v hojné míře objevují stále známá, v některých případech bych řekl i

zastaralá tvarosloví, která sice nabízí možnost osvětlení starším budovám, ale nejsou budoucností pro nové, či teprve vznikající. Svítidla s architekturou musí žít v symbióze.

LED technologie vybízí k tvarování úzkých dynamických hmot nebo vysoce sofistikovaným uspořádáním vede k nevídaným efektům. Vysoce výkonné LED, kterých se již užívá i k pracovnímu osvětlení, ovšem několik výhod méně výkonných LED postrádají. Musí se lépe chladit a jejich nosiče nejsou tak tvárné, proto se při tvarování a výběru materiálu na tyto aspekty musí brát ohled.

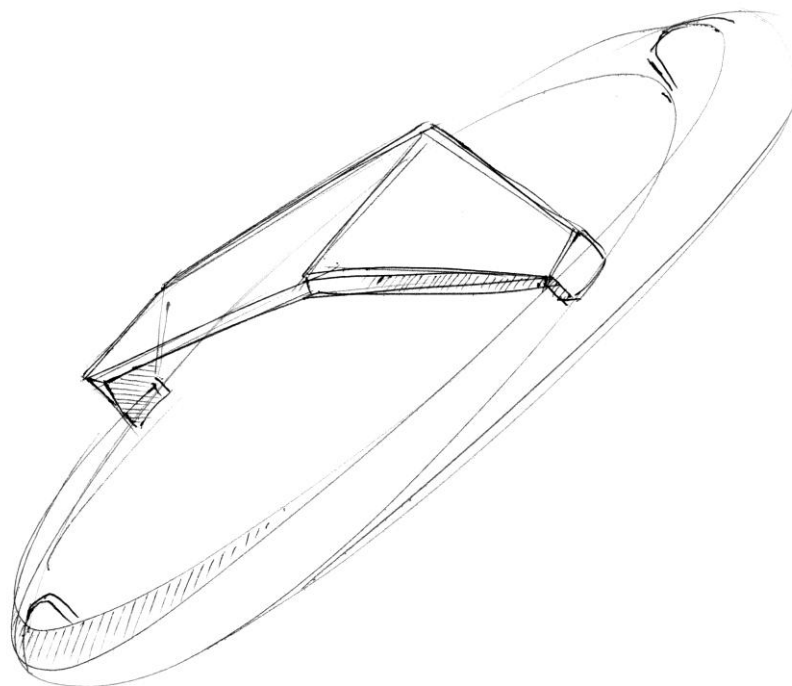
Tvar svítidla by se měl řídit podle funkce, ale i nároků na výrobu. Nelze se vydávat směrem roztočivně tvarovaných svítidel, která by se vyráběla zdlouhavě nebo by jejich výkonnost byla tímto tvarem ovlivněna. Ztrácelo by tak smysl využívat výkonné LED. Z pohledu funkce se musím zamyslet nad umístěním a aplikací svítidla. Ve veřejných budovách jsou různé typy místností, které vyžadují různé vlastnosti osvětlení: intenzita, směr, rovnoměrnost, stínivost, oslnivost, estetičnost apod. V pracovním prostředí jsou nároky na osvětlení vyšší než v jiných prostorách. Dalo by se uvažovat nad tím, jestli je vůbec v pracovním prostředí (jako jsou kanceláře, učebny aj.) estetičnost svítidla zapotřebí. V kancelářích a funkčně podobných místnostech, kde hlavní náplň práce tvoří čtení, psaní a práce s počítačem, zatím jako primární osvětlení dominují zářivkové zdroje a svítidla zabudovaná v podhledech. Svým zjevem nijak neuráží a neodvádějí pozornost, jsou naprosto nevtrávná. Samozřejmě správným umístěním a rozložením světelného toku mohou velice dobře plnit svou funkci, ale pozastavil bych se u jejich používání v jiných interiérech. Když si rozčlením svítidla podle tvaru na bodová (malých rozměrů, s typickým kuzelem světla), podélná (např. zářivkové zdroje) a centrální (různě tvarovaná a rozměrná), můžu si určit v kterém prostoru je jejich využití nejvýhodnější (jak z hlediska funkce, tak estetické kompozice). Podélná mají asi nejvšestrannější využití. Při řazení za sebou mohou utvářet jak pomyslnou přímku, tak i křivku pro osvětlení chodeb, jakoby ukazovaly směr cesty. Ve větších uskupeních pak řady pro velké prostory (např. učebny, kanceláře, průmyslové haly). U bodových svítidel je to obdobné, jen s tím rozdílem, že bodová lze lépe umístit (např. do rohů) i směřovat tok světla, je možné s nimi tvořit světelnou podporu architektury a vhodné jsou také pro nasvícení uměleckých prací (např. sochy, obrazy).

Samy o sobě však tyto typy díky svým prostým tvarům nepřinášejí žádný rozruch ani nepřitahují pozornost. Jsou to svítidla, která se schovávají a nechtějí být viděna. Což je opak typu centrálního. Velmi zásadní změnu přináší ve tvaru i funkci. Jelikož se ho využívá k osvětlení lobby, vstupních hal a všech reprezentativních místností v budově. Vstupy do

budov v moderní architektuře jsou průhledné a dávají na odív svůj vnitřní prostor i kolemjdoucím. Lobby má za účel přivítat člověka při vstupu do budovy, osvěžit ho, nalákat ho, aby pokračoval dále. Někdy jsou dokonce chodby od vstupní haly neoddělené a splývají v celek. V takovém případě se dá uvažovat o umístění svítidla i zde. U tohoto typu jde více o estetiku než o funkčnost osvětlení. Jak už jsem zmínil, v těchto prostorách se nekla-
de velký důraz dokonalé silné osvětlení. Lidé jen procházejí, popřípadě stráví v tomto prostoru jen krátkou chvíli. Získají informace a přehled o budově a pokračují dále. Ve spoustě veřejných budov se však řeší všechny prostory strohými a chladnými svítidly a v člověku vzniká jakási averze, když tudy prochází.

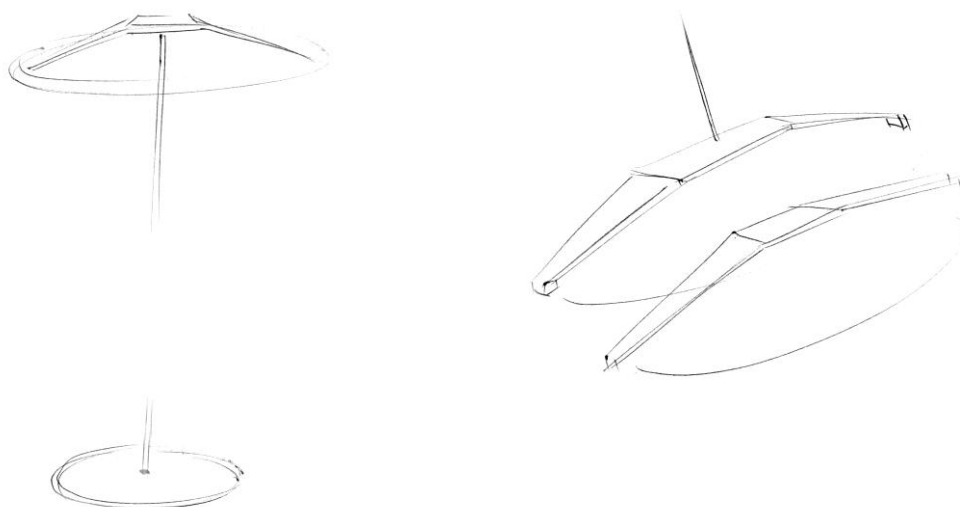
Rozdílné vnímání svítidla lze pozorovat i během dne. Zatímco v době, kdy je svítidlo v provozu a my jej kvůli oslnění nevnímáme jako objekt (nerozeznáváme přímo jeho vzhled), ale zdroj světla, je tomu při sluneční aktivitě naopak. Svítidlo se změní na sochu, která doplňuje okolí. Člověk ho může pozorovat ze všech úhlů. Není to jen něco, co je součástí stropu. Odděluje se od něj a stává se samostatným prvkem. Dokonce hraje roli i v jakém vztahu je svítidlo se stropem. Jestli je jeho přímým sousedem, jestli se odtrhává nebo strop úplně ignoruje.

6 VÝVOJ NÁVRHU



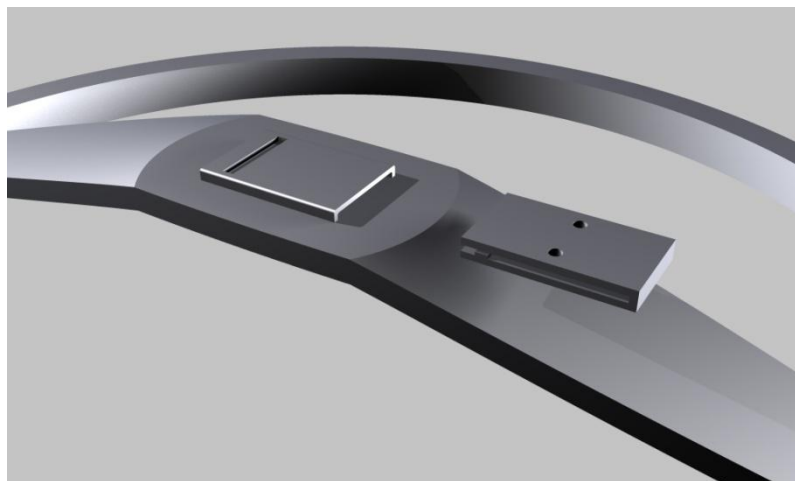
Obr. 14. První skici

Od začátku jsem směřoval k přisazenému svítidlu s možným použitím i pro ostatní aplikace. Chtěl jsem udělat sérii, ve které se bude aplikovat stejný prvek. Ekonomicky by to pak bylo nejvýhodnější. V prvním návrhu se mělo jednat o prstenec s jedním hlavním ramenem, které bude sloužit jako nosný článek pro zavěšení, či přisazení svítidla ke stropu nebo stěně. Zákazník by si mohl vybrat ze dvou variant. Buď přímého nebo nepřímého osvětlení. Při montáži svítidla by se pak podle toho nastavil prstenec.



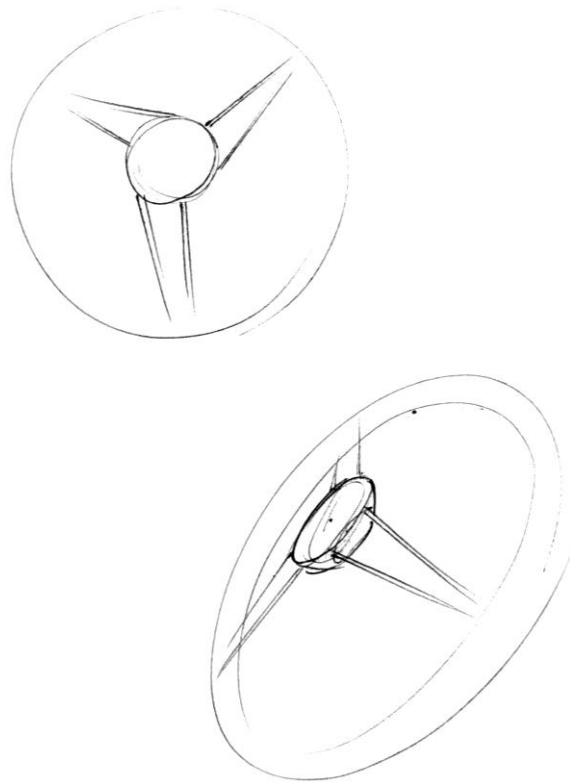
Obr. 15. Stojanová lampa

Světlo z diod jsem chtěl pomocí zkosené stěny prstence odrazit a tím rozptýlit do okolí. Skrze dutinu ramen jsem vedl kabely s elektrickou energií. Přemýšlel jsem nad usnadněním instalace svítidla na plochu. Výsledek je na dalším obrázku. Na jednoduchý profil připravený k ploše by se svítidlo zajistilo.



Obr. 16. Systém uchycení

Po zjištění několika faktů jsem byl nucen návrhy přepracovat a nabídnout jinou alternativu. Problém vznikl u celkového rozměru svítidla. Objemné trafo, které napájí LED diody, by se do ramene nevešlo a jeho zvětšením by celá kompozice utrpěla. K odražení světla od vnitřní stěny prstence bych musel použít větší plochy a tak jsem přešel k jednodušší variantě k difúzi světla. I při návrzích upevnění prstence k ramenu jsem narazil na mnoho problémů.



Obr. 17. Skica

Další návrh měl již tyto chyby odstranit. Profil prstence jsem pozměnil tak, aby kopíroval směr a světelný proud diod kolmo dolů. Zároveň z boku zabraňuje přímému oslnění ze zdroje. Největší změnou prošla ramena. Drátěná konstrukce vypadá lehčí a mnohem vzdušnější. Pohrál jsem si s počtem ramen a umístěním. Vzniklý koncept je mnohem dynamičtější a vizuálně zajímavější než předchozí. Nyní přišla na řadu otázka, jak vyřešit zasazení drátěných ramen do celku. Na jedné straně stačilo ramena sevřít jako sendvič. K upevnění na prstencem jsem použil zámkovou formu, kde by se rameno nasunulo do kapsy na prstenci.



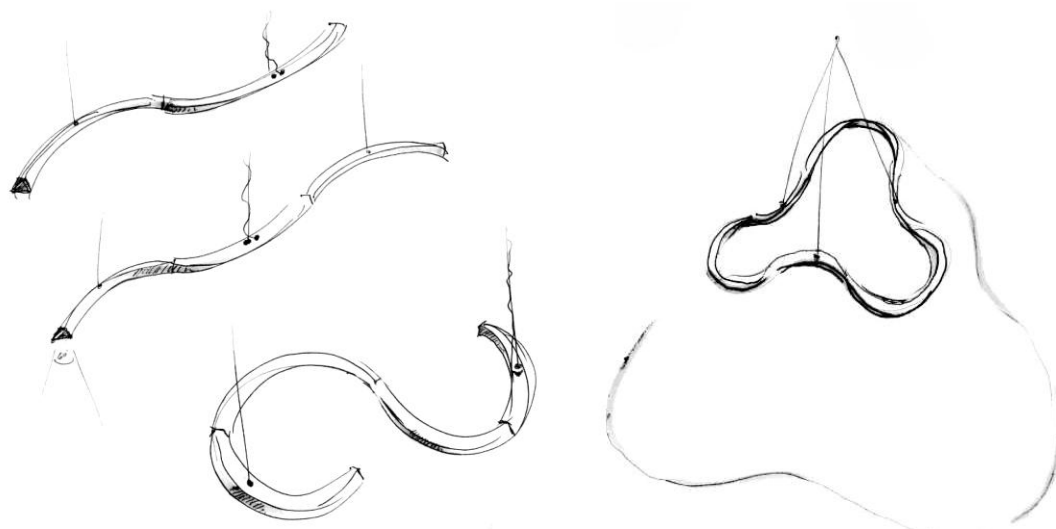
Obr. 18. Uchycení k prstenci

Přívod Elektrické energie ke zdrojům byl řešen volnými kabely z vrchní strany prstence. Dovnitř vyvrtaným otvorem. V dutině jsem nechal místo pro rozvedení kabelů po celém obvodu. Kvůli rovnováze kompozice jsem vedl kabely zvlášť. Nakonec jsem toto řešil jinak. Výsledek je popsán v sekci Finální řešení.



Obr. 19. Ukázka vedení kabelů

V dalších návrzích, které nejsou ještě příliš rozpracované, mi segmenty okruží posloužily jako skládačka. Z ní jsem vytvořil další možné tvary svítidel. Dokonce i podélná verze.



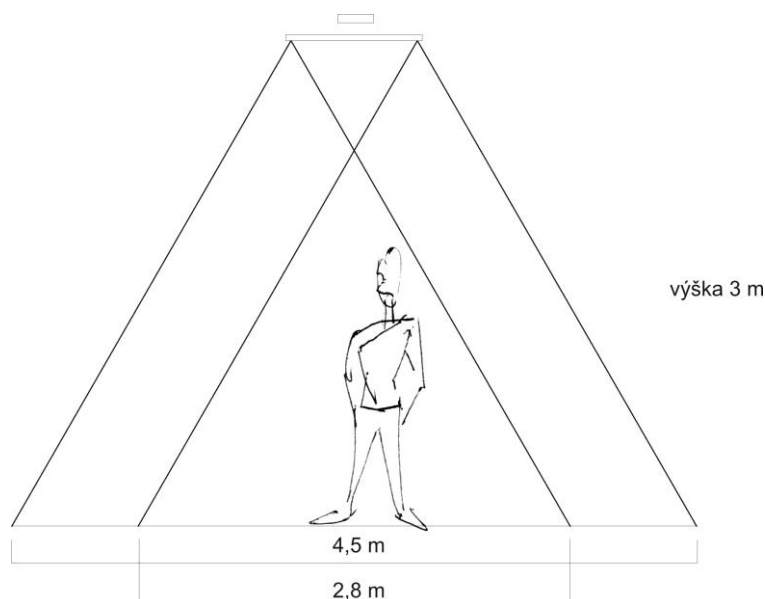
Obr. 20. Sada svítidel poskládaných ze segmentů

7 FINÁLNÍ ŘEŠENÍ

7.1 Svítidlo UFO

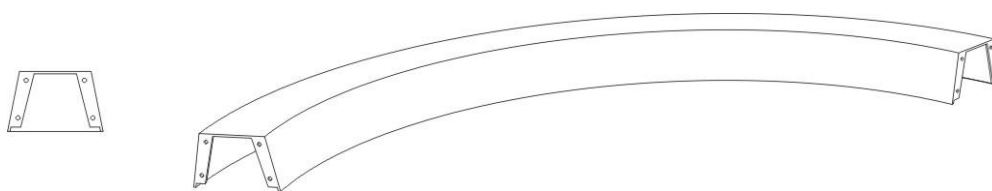
Zde se již dostávám k mým konečným nápadům a návrhům na design svítidla určitého zvláště pro vstupní interiéry. Z mých prvních myšlenek vyplývá snaha o jednotné, čisté těleso s lehkostí a střízlivostí - vhodné pro širokou škálu interiérů. Primárně zamýšlené je pro podsazení či zavěšení ke stropu. Nevylučuje ani možnost proměny z direktního na indirektní, jednoduchým otočením prstence. Jako vedlejší produkty by poté mohly vzniknout stojací lampy nebo svítidla k přisazení ke stěnám. Vznikají obměny tří hlavních prvků. Prstence, ramen a střední části s trafem. Jako nejlepší varianta se začíná jevit ta s kruhovou střední částí a kruhovým prstencem. Ramena z drátu nijak nekazí harmonii těchto dvou prvků. Pracuji s jejich tvarováním a počtem, jelikož dvojice ramen vypadá nestabilně a vratce. Externí pasivní chladiče vynechávám, jelikož zjišťuji, že ztrácejí smysl. Jejich umístění by znamenalo dražší výrobu a účinnost ochlazení by byla nízká. Navíc již hliníkový profil pohltí a rozvede teplo uspokojivě, takže není třeba jiného chladiče. Tvar tak může zůstat v čistější formě.

U prstence jsem se zabýval tvarem profilu a umístěním diod. U jednotlivých led zdrojů by byla možnost připevnit je ke zkoseným stěnám profilu, ale proud světla by nemířil správným směrem. Na podlaze by tak vznikal slepý úhel, kam se světlo nedostane. Dokonce ani odrazem od zkosených ploch bych nedocílil lepšího osvětlení než při umístění led na rovinnou plochu prstence. Jednotlivé diody znamenají dražší a delší proces výroby, proto jsem volil tištěné spoje. Tyto hliníkové pásy lze upravit na požadovanou velikost a poté připájet k ploše. Při této verzi osvítí svítidlo plochu ve středu kruhu dvojnásobně silně díky zkřížení paprsků. S použitím difuzoru budou ostré přechody odstraněny a výsledný efekt bude pro oko snáze přijatelný.



Obr. 20. Osvícená plocha při použití LED diod s 60° úhlem svítivosti v prstenci s průměrem 90 cm. (bez započítání difuzoru)

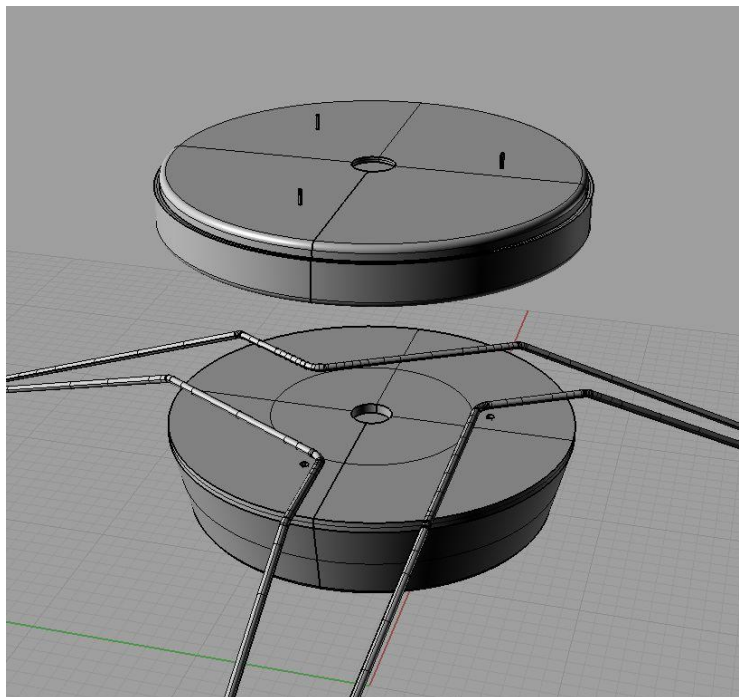
Profil jsem vespod rozšířil, vznikly tak zkosené stěny pro případné použití LED s větším úhlem svítivosti. Což by bylo výhodné u nasvícení velké plochy malým počtem svítidel. To se promítlo i v souhře tvaru prstence se středovou částí. Zabýval jsem se také jakou technologií prstenec vyrobit. Našel jsem technologii ohýbání hliníkových profilů, jež se ukázala, jako schůdná cesta. Bylo by nemožné ho vyrobit v celku, proto jsem byl nucen prstenec rozdělit na tři stejné části, které by se spojily čelně.



Obr. 21. Ukázka části prstence

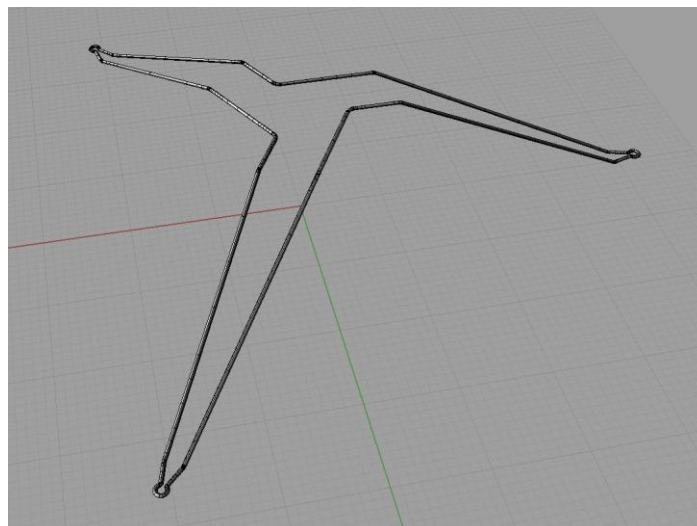
Středová část. Ta by měla obsahovat trafo, které je nejvíc objemově náročné. Proto jsem byl veden k jejím větším rozměrům. Původně z této části přímo vycházela i ramena a komponenty spolu tvořily celek. Nikde by nepřekážely kabely, které by se schovaly do dutiny ramen. Bohužel tato varianta nevyhovovala pro skrytí trafo, s kterým by se musela hmota ramen zvětšit. Po transformaci tvarově koresponduje s prstencem a ramena jsou

samostatnou částí. Nad úložištěm trafa se nacházejí prvky k instalaci svítidla na plochu (ať už stropu nebo stěny).

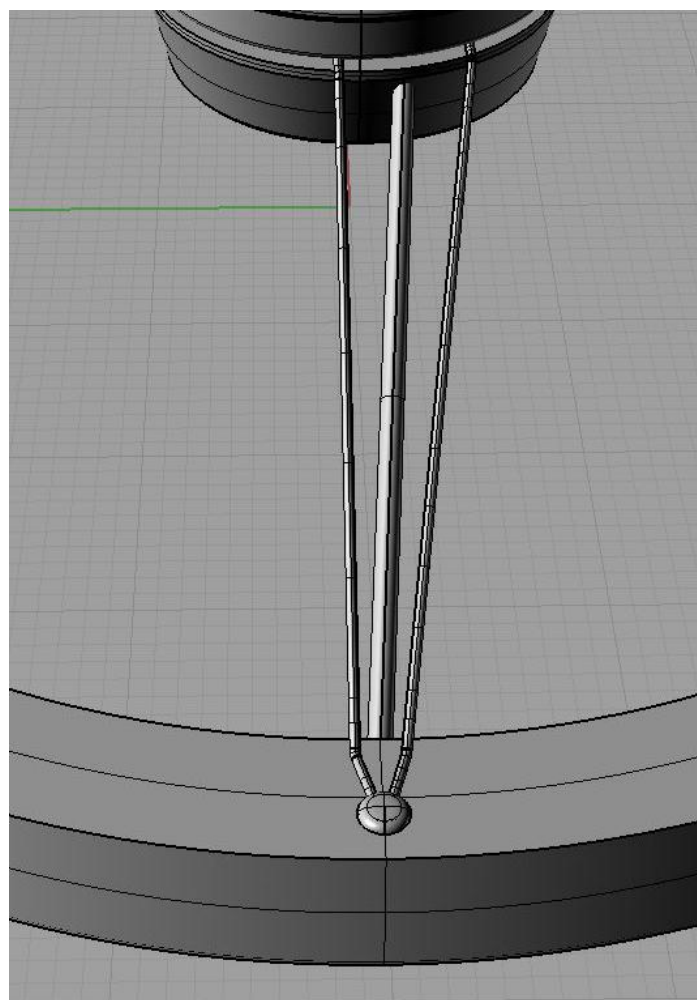


Obr. 22. Uchycení ramen

Ramena jsou důležitým prvkem. Mají za úkol držet prstenec a přivádět k němu elektrickou energii. Na začátku jsem tíhl k tomu ukryt kabely do rámu. Nakonec se kvůli úpravám středové části objevila jiná možnost. Kabely jsem vložil do trubičky a umístil mezi kostru z ohýbaného drátu. Aby nepůsobila celková kompozice příliš staticky, ramena jsem vyosil. Tím se dala celá kompozice do pohybu a stala se dynamičtější. Tomu pomohlo i zvýšení počtu ramen. Z vcelku nehybné formy se staly lopatky rotující turbíny. Zajištění drátěné konstrukce u středové části je zajištěné stáhnutím ploch šrouby k sobě. U prstence se jako nejpříjemnější zdá být zajištění konců šroubem s plochou hlavou.

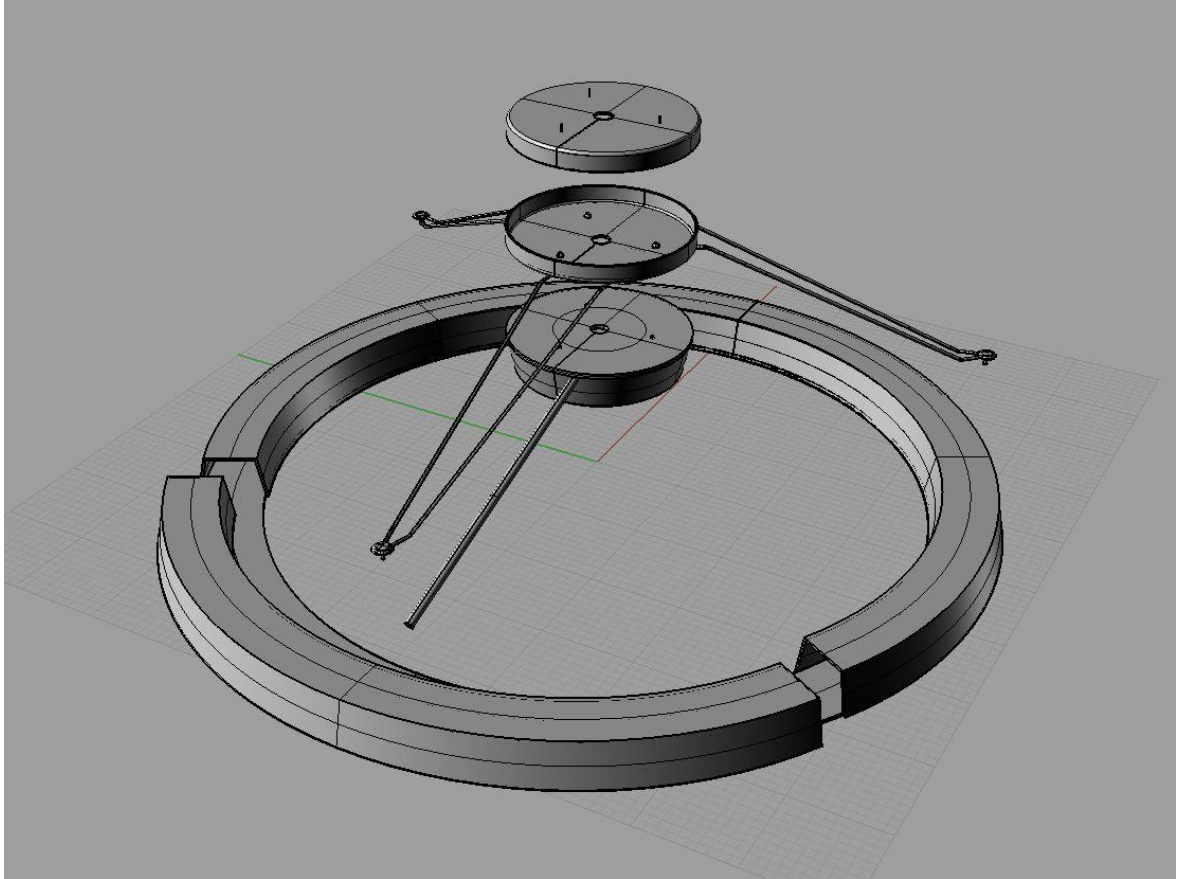


Obr. 23. Ramena



Obr. 24. Spojení ramen s prstencem a trubice s vedením el. energie

Po zkompletování celého svítidla by měla být instalace do interiéru jednoduchou záležitostí. Vrchní část se upevní na strop a zbytek svítidla se nasune přes tuto část a na bocích zaaretuje.



Obr. 25. Svítidlo v rozloženém stavu.

7.2 Technologie výroby

Vycházel jsem ze zadání. Proto bych chtěl vyjmenovat několik výrobních postupů, kterých by se pravděpodobně při výrobě použilo: Tažení plechových výstřižků (středová část), (3D) ohýbání (drátěná ramena), ohýbání hliníkových profilů (segmenty prstence), sváření (ramena, úprava segmentů pro usazení difuzoru a navaření čelních dílů pro společné spojení)

ZÁVĚR

V analytické části jsem rozebral výrobky známých firem. Ze získaných informací jsem zjistil, jak mohou jejich výrobky vypadat a jaké splňují kvalitativní požadavky na trhu se svítidly. Od jejich přístupu jsem se mohl odrazit ve své práci. Následovaly detaily o LED diodách a členění svítidel. V ergonomické části bylo potřeba si udělat obrázek o zákonitostech osvětlení v prostorech. Nakonec jsem popsal postup mé práce na návrzích.

S ohledem na zadání se jeví výsledek mé práce vcelku přijatelně. Jednotlivé požadavky svítidlo splňuje. Důležitým rozhodnutím byl výběr interiérů, v kterých by mělo být svítidlo umístěno. Přemýšlel jsem o společných vlastnostech místností a jejich rozdílech. Tím jsem se řídil a pomáhalo mi to správně směřovat můj projekt.

Vývoj svítidla UFO, jak jsem nazval svůj koncept, ještě není úplně u konce. Své návrhy jsem již předvedl. Nyní čekám na další vyjádření od zadavatele, který mi poskytne náhled a připomínky světelných techniků. Dále bych chtěl: rozpracovat a dokončit nápad stavebnice ze segmentů, jaký vznikl v průběhu projektu; vylepšit ve spolupráci s techniky systém osvětlení; pokusit se svítidlo udělat ve variantě nepřímého nebo smíšeného osvětlení; dokončit a vyrobit svítidlo zcela funkční a prezentovat ho na výstavách.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] FIELL, Charlotte and Peter. *Designing the 21st century*. Köln: Taschen, 2005.
ISBN 3-8228-4802-6
- [2] Firma Artemide: firemná stránka. [online]. [cit. 2012-05-03]. Dostupné na WWW:
<<http://www.artemide.com>>.
- [3] Firma Philips: firemná stránka. [online]. [cit. 2012-05-03]. Dostupné na WWW:
<<http://www.philips.cz>>.
- [4] Firma GE lighting solutions: firemná stránka. [online]. [cit. 2012-05-03]. Dostupné na
WWW: <<http://www.gelightingsolutions.com>>.
- [5] Firma Osram: firemná stránka. [online]. [cit. 2012-05-03]. Dostupné na WWW:
<<http://www.osram.com>>.
- [6] Firma Zumtobel: firemná stránka. [online]. [cit. 2012-05-03]. Dostupné na WWW:
<<http://www.zumtobel.com>>.
- [7] Firma Zumtobel: firemná stránka. [online]. [cit. 2012-05-03]. Dostupné na WWW:
<<http://www.zumtobel.com>>.
- [8] Firma Luce&Light: firemná stránka. [online]. [cit. 2012-05-03]. Dostupné na WWW:
<<http://www.lucelight.it/en/>>.
- [9] FRIČ, Jaroslav. *Světelná technika v praxi*. 1. vydání. Praha : SPN, 1970. Edice: Učeb-
nice odborných a středních odborných škol. MTD 7.017(075)
- [10] CHALUPSKÝ, Ladislav. *100x o umělém osvětlení*. PRAHA : SNTL, 1969. 278 s.
ISBN 24-011-69
- [11] KOLESÁR, Zdeno. *Kapitoly z dějin designu*. Praha: VŠUP, 2004.
ISBN 80-86863-03-4
- [12] KRÁL, Miroslav. *Ergonomie a její využití v technické praxi*. Ostrava: AKS spol s.r.o.
a fy VAVA, ISBN 80-857-9835-7
- [13] KUPKA, František. *Osvětlovací sklo v interiéru*. PRAHA : SNTL, 1965. MTD
628.93/.95

[14] NEUFERT, Ernst. *Navrhování staveb*. Praha: Consultinvest, 2000.

ISBN 80-901-4866-2

[15] O světle: informační portál. [online]. [cit. 2012-05-03]. Dostupné na WWW:

<<http://www.osvetle.cz>>.

[16] PLCH, Jiří. *Světelná technika v praxi*. 1. vydání. Praha: IN-EL, 1999. Knižnice Elektro ; sv. 15. ISBN 80-86230-09-0

[27] PLCH, J., MOHELNÍKOVÁ, J., SUCHÁNEK, P. *Osvětlení neosvětlitelných prostor*. 1. vydání. Brno: ERA, 2004. 21. století. ISBN 80-86517-82-9

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

| | |
|-----|--|
| GE | General Electric |
| K | Kelvin (jednotka teploty chromatičnosti) |
| LED | Light-emitting diode |
| lm | Lumen (jednotka světelného toku) |
| lx | Lux (jednotka intenzity světla) |

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Svítidla z řady Articone

Obr. 2. Svítidlo z řady Ledino

Obr. 3. Přisazené svítidlo Mildes Licht

Obr. 4. Ontaria

Obr. 5. IYON-M

Obr. 6. Podsazené svítidlo Blade

Obr. 7. Zavěšené svítidlo

Obr. 8. Led net circle

Obr. 9. Merkury

Obr. 10. Combilite-triple

Obr. 11. Powerspot-M

Obr. 12. Tresol-trio

Obr. 13. Eyes 1.0 s technickým nákresem

Obr. 14. První skici

Obr. 15. Stojanová lampa.

Obr. 16. Systém uchycení

Obr. 17. Skica

Obr. 18. Uchycení k prstenci

Obr. 19. Ukázka vedení kabelů

Obr. 20. Sada svítidel poskládaných ze segmentů

Obr. 20. Osvícená plocha při použití LED diod s 60° úhlem svítivosti
v prstenci s rozměrem 90 cm. (bez započítání difuzoru)

Obr. 21. Ukázka části prstence

Obr. 22. Uchycení ramen

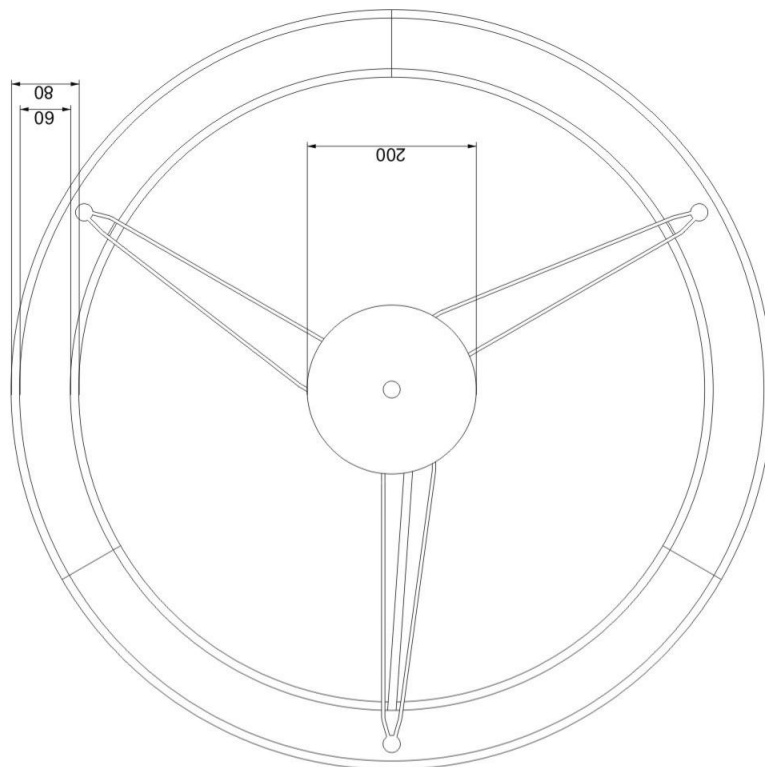
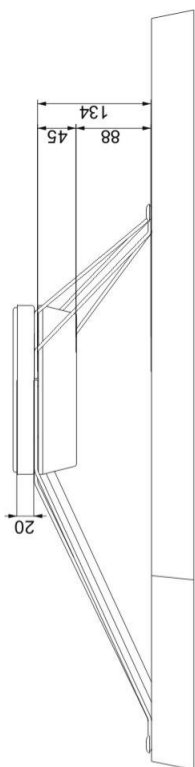
Obr. 23. Ramena

Obr. 24. Spojení ramen s prstencem a trubice s vedením el. energie

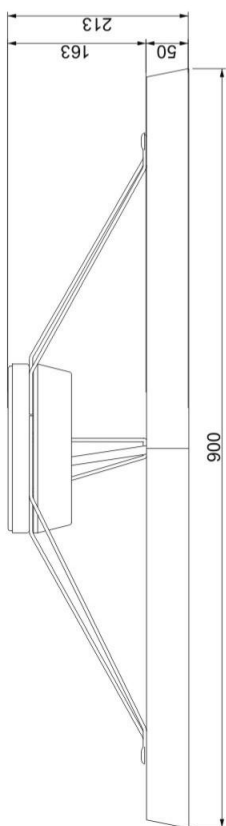
Obr. 25. Svítidlo v rozloženém stavu.

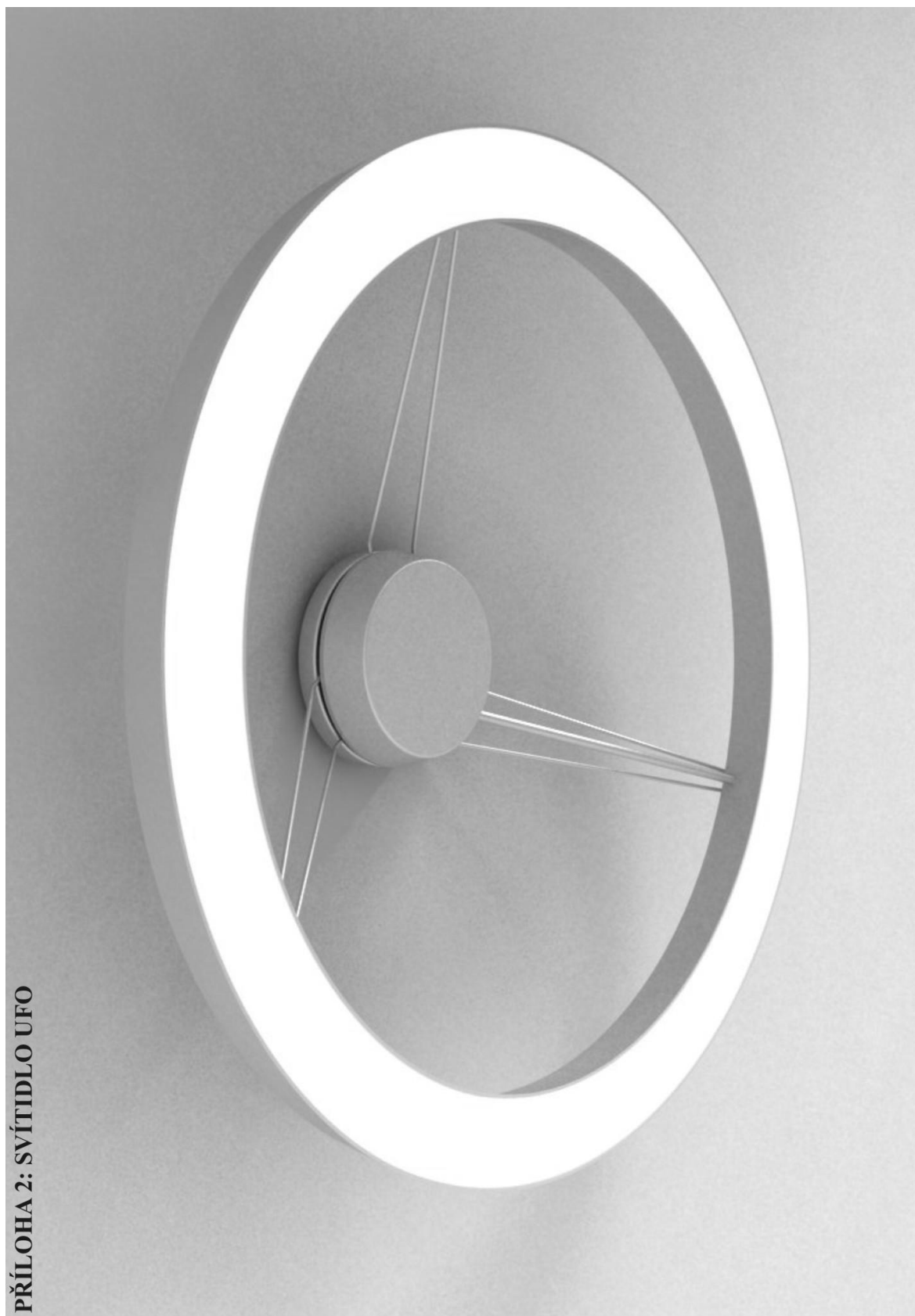
SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Tabulka potřebné intenzity pro určité činnosti a prostory



PŘÍLOHA 1: ROZMĚROVÝ NÁRYS





PŘÍLOHA 2: SVÍTIDLO UFO