VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA VÝTVARNÝCH UMĚNÍ

DOKUMENTACE ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA VÝTVARNÝCH UMĚNÍ
FACULTY OF FINE ARTS

ATELIÉR PRODUKTOVÉHO DESIGNU
PRODUCT DESIGN STUDIO

SKLO, SVĚTLO, OPTIKA

Glass, Light, Optics

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE **Ing. Andrej Ilič**
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE **MgA. Ondřej Tobola**
SUPERVISOR

BRNO 2024

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá vývojem závěsného interiérového svítidla ze skla. Autor používá principy optiky pro dosažení výsledného světelného efektu svítidla, a přitom zasazuje dílo do kontextu interiéru. Design svítidla je koncipován jako modulární systém, který dovoluje zákazníkovi pracovat s více kusy svítidla jako se stavebnicí. Výsledkem práce je prototyp připravený k sériové výrobě.

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the development of a glass pendant interior light. The author utilizes optical principles to achieve the desired lighting effect while contextualizing the piece within an interior space. The light design is conceived as a modular system, enabling the customer to assemble multiple units as a construction kit. The result of the thesis is a prototype ready for mass production.

KLÍČOVÁ SLOVA

sklo, design, světlo, optika, produktový design

KEYWORDS

glass, design, light, optics, product design

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ILIČ, Andrej. *Sklo, světlo, optika,* Brno, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta výtvarných umění. 2024, Vedoucí bakalářské práce MgA. Ondřej Tobola

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu MgA. Ondřeji Tobolovi a MgA. Janu Mikoškovi, za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením MgA. Ondřejem Toboly a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 15.5.2024 …… Ing. Andrej Ilič

OBSAH DOKUMENTACE:

TEXTOVÁ ČÁST **s. 8–12**
OBRAZOVÁ ČÁST **s. 13–16**

TEXTOVÁ ČÁST

ÚVOD

V textu své bakalářské práce „Sklo, světlo, optika“ se zabývám možnostmi využití principů optiky pro navržení světelného objektu. Sklo jako materiál mě zaujal již v předchozím ročníku studia na Ateliéru produktového designu, jelikož vyžaduje specifický přístup k tvorbě a realizaci. Podmínky pro výrobu skleněných objektů nejsou široce dostupné v porovnání s konvenčními materiály, jako je například dřevo nebo kov. Sklo je navíc materiálem s vysokou estetickou hodnotou a výbornými optickými vlastnostmi. Proto se zabývám zkoumáním optických jevů nově vyráběných nevšedních zdrojů světla v kombinaci se sklem. Optické jevy poté promítám v konstrukci, kde díky tomu dodávám svítidlu unikátní vizualitu.

Důvodem volby tématu práce se světlem byla snaha o práci s exaktními výsledky a okamžitý náhled na výsledky. K exaktnosti mám pozitivní vztah, jelikož je to obor, ve kterém se těžko něco vyvrací, protože se opírá o nevyvratitelná fakta. Strukturace těchto faktů podle určitého systému vede k vytvoření unikátního objektu s vysokou přidanou hodnotou. Hlavní výhodou práce se světlem je okamžitý náhled na optický efekt světelného zdroje.

Svítidla hrají v mém životě velkou roli, jelikož mě provází celou řadou všedních i nevšedních životních situací. Proto si uvědomuji vážnost této práce a možný dopad na okolí. Svítidla nám mohou nabídnout mnohem víc než pouhé světlo, na které je většinou v praxi nahlíženo jako na energii nezbytnou pro přenos informací o okolí člověka, nicméně neméně důležitá je i fyziologická a psychologická odezva člověka na světelný podnět. Proto lze světlo považovat za fyzikální faktor prostředí člověka, který významně působí i na jeho zdraví. Je pro někoho svatyní klidu nebo objektem nekonečné vizuální nebo filozofické fantazie. (SYKA, VOLDŘICH, VRABEC, 1981)

Jsem si vědom ohromné konkurence na trhu s interiérovými svítidly. Snažím se na tuto situaci reagovat individuálním přístupem pomocí vhodně zvolených principů, jakými je například modularita, která podněcuje kreativitu v zákazníkovi a nesvazuje ho pravidly.

V práci se opírám o dva optické jevy: reflexe a refrakce. Dopadne-li paprsek světla na rozhraní dvou fází, může se buď odrazit (tzv. reflexe), nebo zlomit (tzv. refrakce). Úhly dopadu, odrazu i lomu se měří mezi paprskem a kolmicí spuštěnou na fázové rozhraní. (HAVELKA, 1961)

CÍLE

Cílem mého bakalářského projektu je vytvořit nové interiérové modulární osvětlení na základě experimentálního zkoumání optických vlastností použitých materiálů. Vzhled výsledného funkčního prototypu by měl vycházet z konstrukčních a funkčních částí svítidla, kde hlavním materiálem bude sklo. Svítidlo by mělo mít svoji roli v prostoru a poskytovat interiérovým designérům dostatek svobody pro vytváření výsledné atmosféry prostoru.

PROCES TVORBY

Proces tvorby začal hledáním vhodných atributů výsledného prototypu, o které bych se chtěl opírat. V prvotní fázi procesu jsem aplikoval systematické přístupy kompozice a dekompozice systému a teorii systému, které jsem si osvojil v rámci mého předchozího vysokoškolského studia inženýrské informatiky. Dále jsem se zabýval Teorií inteligentního designu, která se zabývá komplexní analýzou produktů v rámci tzv. řady šesti „e“ – estetikou, ergonomií, ekologií, ekonomikou, efektivností a etikou. (FASSATI, 1952) Zvolením tohoto přístupu jsem zajistil, že prvotní skici a myšlenky převedené na papír mě budou směrovat vhodným směrem. Cílem této fáze bylo najít vhodný případ užití světelného objektu tak, aby splňoval všechna původní počáteční kritéria šesti „e“.

Už od první fáze projektu jsem směřoval ke světelné modulární stavebnici, jelikož největší volnost budoucímu zákazníkovi mohu dopřát tím, že mu dám do rukou „kostky“, které mu umožní skládat podle svých potřeb a fantazie. Snažím se neomezovat zákazníka specifickým návodem, jak má výsledná světelná instalace vypadat, ale ponechávám mu určitou kreativní svobodu. Nechci, aby bylo něco správně a špatně nainstalováno. Stavebnice by měla zákazníka nabádat k interakci a podněcovat kreativitu. V konstrukci jsem se zaměřil na použití elementárních tvarů. Krychle, kvádr, koule, atp.

Jelikož jsem celou dobu mířil k větším formátům světelného objektu, protože v prostoru způsobují větší změnu, přímo se nabízela práce s propojením dvou oddělených místností pomocí svítidla. Po několika předchozích skicách jsem zvolil trubicový tvar svítidla. Základními tvary stavebnice jsou: rovná skleněná trubka a ohnutá skleněná trubka. Pomocí těchto dvou tvarů lze dosáhnout nesčetně velkého množství kombinací, jak světlo nainstalovat. Stavebnice se tak může uzavřít jako prstenec nebo například lineárně putovat přes stropní část prostoru až do druhé místnosti a tím je pocitově propojit. Jinou možností je shluk několika kusů svítidel orientovaných rovnoběžně, které mohou být připevněny ke stěně místnosti. Další kombinace jsou na kreativitě zákazníka.

Následující fází procesu vývoje světelného objektu byla systematicky vedená hra se světlem. Procházel jsem jednotlivé principy optiky při využití různých zdrojů světla. Od šíření světla z bodového zdroje, více bodových zdrojů, tlumené světelné zdroje až po trubice emitující světlo.

Vycházel jsem přitom ze Snellowa zákona, který přesně formuluje, jak dosáhnout refrakčního efektu při lomu světla na rozhraní mezi dvěma prostředími. I proto jsem jako materiál již v prvotních myšlenkách vybral sklo (obecně), jelikož jeho konstanta indexu lomu světla je 1,5 – 1,9. Taková hodnota se skvěle hodí pro práci s refrakcí.

Původně jsem chtěl pracovat s refrakcí světelných paprsků, nicméně se ukázala vhodnější cesta, která mi otevírá širší možnosti a to je práce s reflexí, jelikož v případě, že je zavěšené svítidlo vysoko u stropu se efekt lomu světla poněkud ztrácí tím, že není dostatečně vidět. Proto jsem se zaměřil na reflexi, tedy odraz vlnění a na to, jak ho co nejlépe využít.

Moje práce se světelným zdrojem se opírá o zákon odrazu, kde se velikost úhlu odrazu se rovná velikosti úhlu dopadu, přičemž odražený paprsek zůstává v rovině dopadu, tj. rovině dané dopadajícím paprskem a kolmicí na rozhraní povrchu. (ŠIŇOR, 1998)

Odraz umožňuje domnělou multiplikaci světelného zdroje. Tím se vytváří daleko bohatší estetický zážitek při použití minimálního množství (délky) zdroje světla. Jako nejvhodnější typ zdrojového světla se jeví bodové světlo. Naopak při použití rozptýleného světla zaniká efekt odrazu světla, resp. nezaniká, ale není tolik výrazný.

V kontextu volby světelného zdroje jsem se zaměřil především na LED světelné zdroje a hledal jsem mezi novinkami na trhu specifický typ LED zdroje, který by potlačil nucenou směrovost svitu LED diod. Zvolil jsem miniaturní ohebný LED pásek (později „světelná struna“), který má tloušťku 1 mm a vyrábí se v různých délkách od 5 cm do 1 m. Světlená struna může být zalita v různých odstínech silikonu, který určuje výslednou barvu vyzářeného světla. Opticky je světelná struna velmi vhodná pro práci s odrazem, protože je zdroj světla tenký a je tedy v odrazech velmi výrazný. Světelná struna je také uživatelsky přívětivá pro práci se zapojením elektrické energie. Na každém konci má struna kladný a záporný pól a lze ji zapojovat i paralelně v obvodu.

Konstrukčně je svítidlo řešeno lapidárním způsobem. Chtěl jsem použít co největší průměr skleněné trubky a nejvíce se hodilo použít borosilikátové sklo, protože má nižší váhu, nižší pořizovací cenu a lepší tepelnou odolnost, tudíž se se sklem lépe pracuje a umožňuje určité operace provádět nezávisle na sobě. Pracoval jsem i s různými profily simaxových trubic. Tvar kružnice v průřezu považuji za jednoduchý, a přitom dosti výstižný. Efekt reflexe není třeba komplikovat složitým tvarem, jako je např. hvězdicový profil, protože funguje dobře sám o sobě. Vhodně postačí kruhový průřez a práce s odrazy světelného zdroje v trubici

zajistí vytvoření bohatého vizuálního efektu. Otevřenost objektu pomůže ochladit světelné struny a zabrání tak přehřívání.

Ve skleněné trubici budou dva otvory, za které bude možné objekt zavěsit na strop pomocí ocelových lanek a zároveň budou sloužit jako vstup pro zdroj elektřiny světelné struny. Jelikož je použit LED typ světla, nelze zapojit světelnou strunu přímo ze sítě. Jako mezičlen je třeba použít AC/DC převodník, tedy stíněný zdroj stejnosměrného proudu.

V následující fázi jsem řešil polohu svítidla v prostoru. Kde všude by bylo možné svítidlo instalovat a v jakých kombinacích. Výsledky mého zkoumání jsou patrné na obrázcích č. 1, 2 a 3.

Svítidlo by mělo umožnovat interiérovému designérovi pracovat s jednotlivými kusy svítidel jako se stavebnicí. Více by měl svazovat designéra interiér než poloha instalace svítidla. Množství a poloha svítidel je čistě na uvážení designéra. Takový přístup ke konstrukci svítidla, včetně možnosti napojování a množení svítidla, dává tomuto nápadu unikátní charakter v rámci srovnání svítidel s dosavadním řešením příbuzné problematiky.

Finální konstrukce svítidla se skládá z jedné nebo více simaxových trubek zasazených osově nesouměrně do sebe viz obr. č. 4. Tím se docílí viditelných odlesků, které se nepřekrývají se zdroji světla. Tento princip umístění simaxových trubek je výsledkem praktického využití mého výzkumu zákonů optiky. Na obrázku č. 5 je vidět průřez svítidlem a je nastíněno šíření světelného záření zpětně z pohledu pozorovatele.

ZÁVĚR

Od začátku práce na diplomovém projektu jsem se přikláněl k vytvoření designu většího formátu svítidla, které by přitom zapojilo nejen moji fantazii, ale i fantazii interiérového designéra nebo budoucího majitele svítidla tím, že se dá svítidlo variabilně prostorově kombinovat a vytváří odlišný vizuální efekt v různých kombinacích. Snažil jsem se do práce promítnout nepoužívané soudobé zdroje světla a důsledně jsem proto pracoval s výsledným světelným efektem svítidla, kterým působí na pozorující osoby.

CITACE

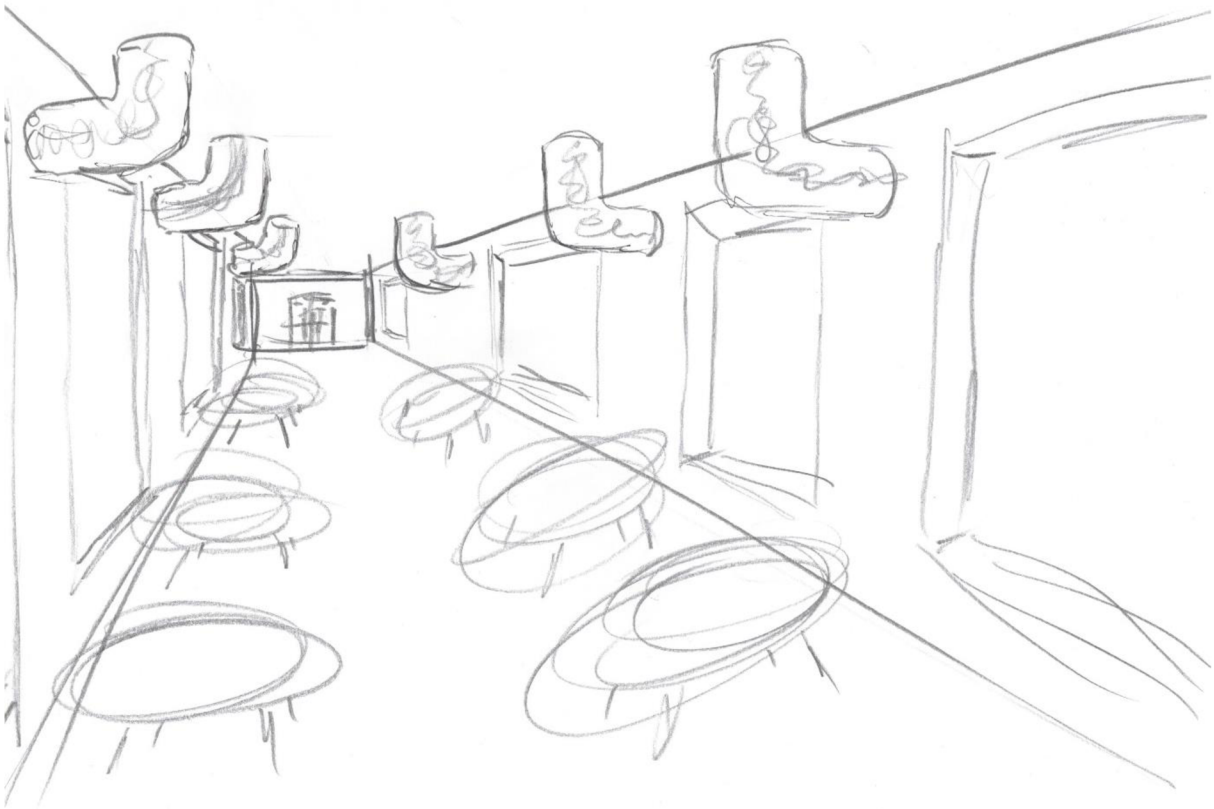
SYKA, J. – VOLDŘICH, I. – VRABEC, F.: *Fyziologie a patologie zraku a sluchu*. Praha, Avicenum, 1981.

FUKA, Josef a Bedřich HAVELKA. Optika a atomová fyzika: I. *Optika, fyzikální kompendium pro vysoké školy*, díl IV. Vydání 1. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1961.

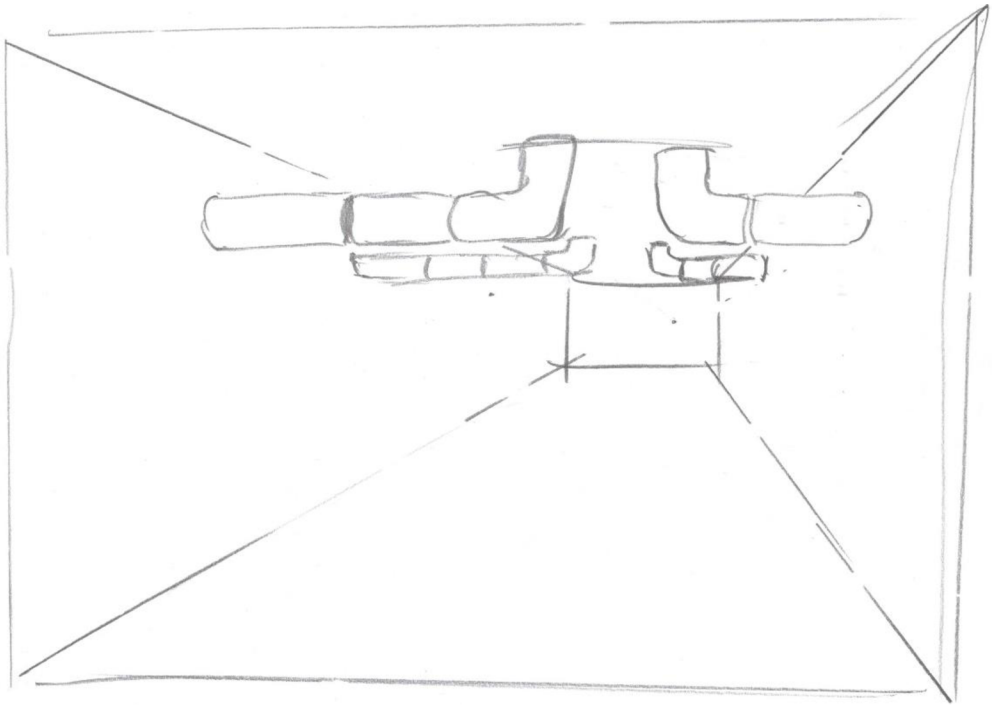
FASSATI, TOMÁŠ, 1952. *Inteligentní je víc než chytrý: poznáváme inteligentní design a architekturu*. 1. vydání. vyd. V Praze: [s.n.] 307 s. Dostupné online. ISBN 978-80-01-06430-6

Základní pojmy. Online. ŠIŇOR, Milan. Http://vega.fjfi.cvut.cz/. 1998. Dostupné z: http://vega.fjfi.cvut.cz/docs/sfbe/optika/node5.html. [cit. 2024-05-05].

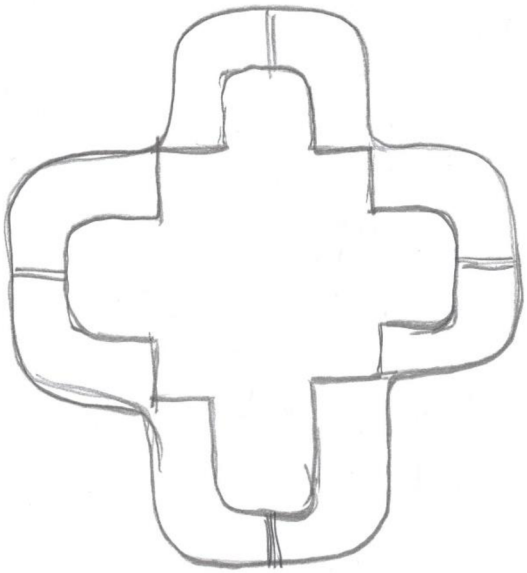
OBRAZOVÁ ČÁST



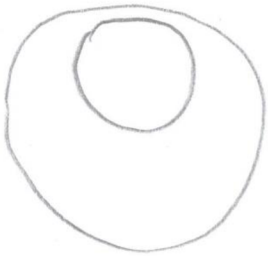
Obrázek 1 *Skica instalace světelných objektů*, kresba tužkou na papíře, 210 × 297 mm, 2024



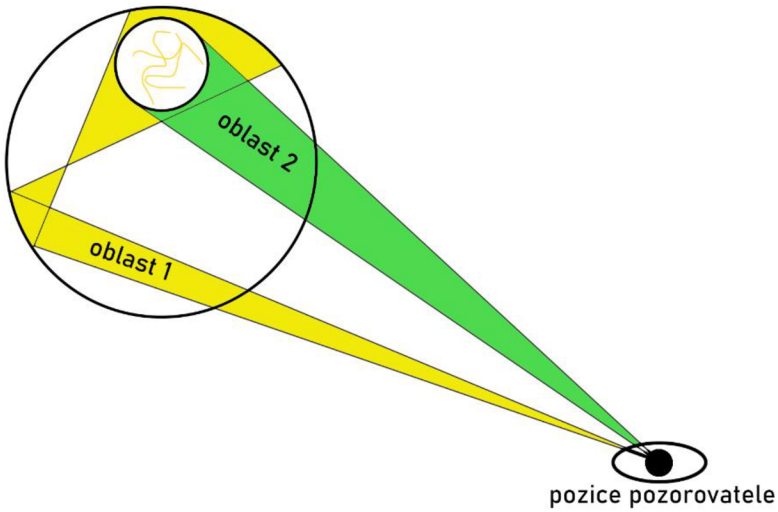
Obrázek 2 *Skica instalace světelných objektů 2*, kresba tužkou na papíře, 210 × 297 mm, 2024



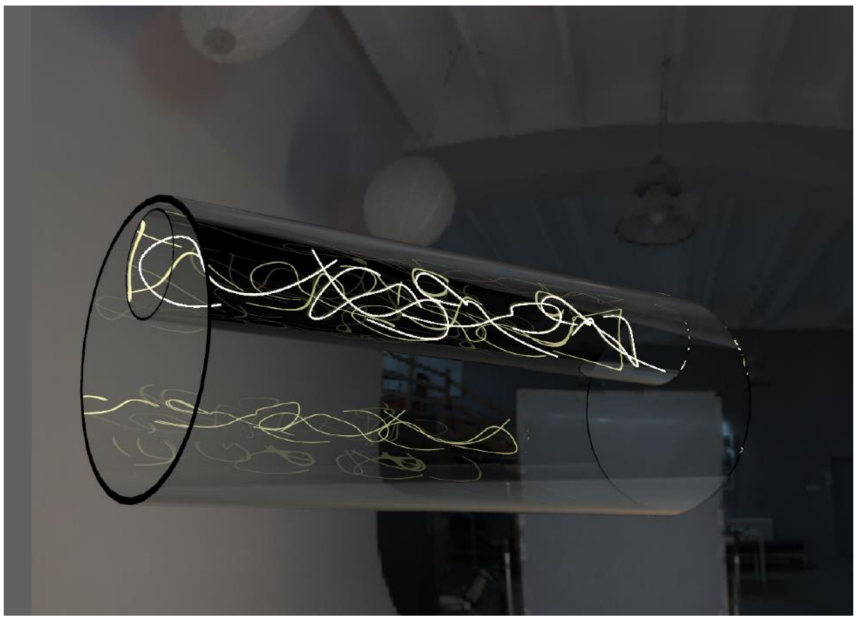
Obrázek 3 *Skica návrhu kombinace rozložení světelných objektů*, kresba tužkou na papíře, 210 × 297 mm, 2024



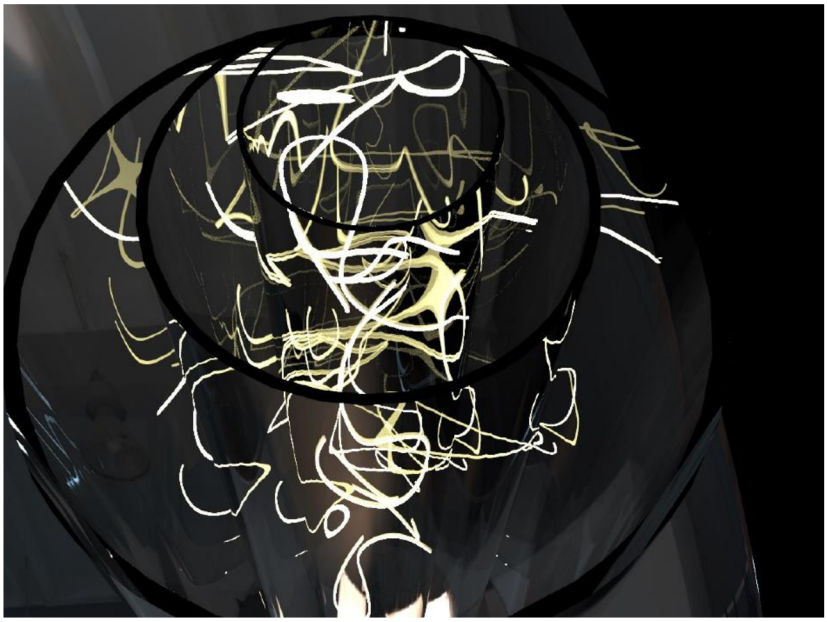
Obrázek 4 Skica řezu trubek zasazených osově nesouměrně do sebe , kresba tužkou na papíře, 50 × 50 mm, 2024



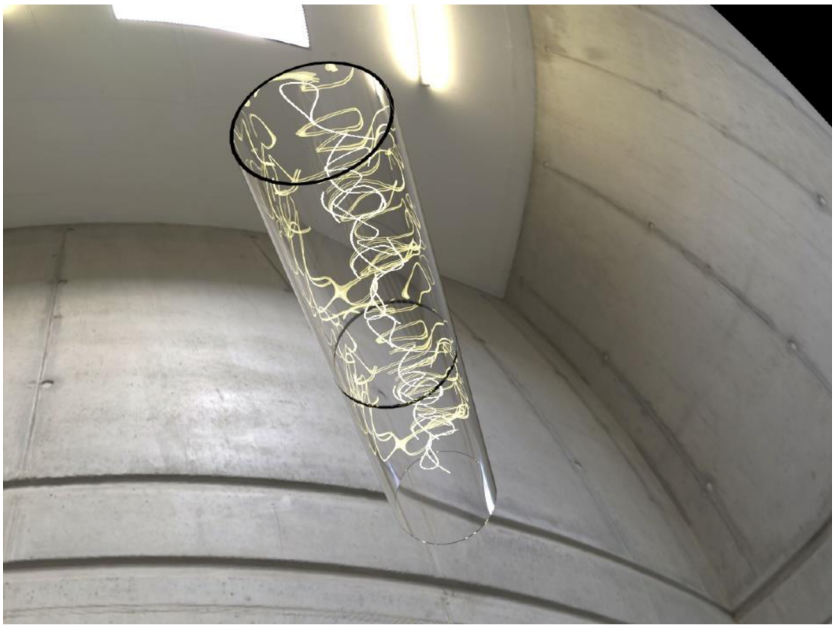
Obrázek 5 Nákres pozorovacích oblastí svítidla z pozice pozorovatele, počítačová grafika, 1589 × 1083 px, 2024



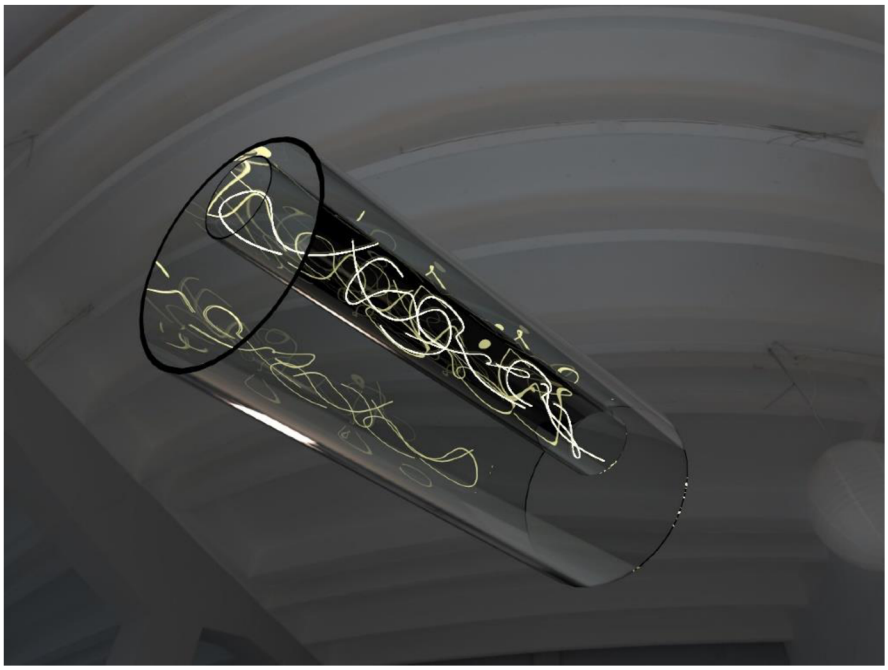
Obrázek 6 Vizualizace výsledného světelného efektu 1, 3D render, 2438 × 1751 px, 2024



Obrázek 7 Vizualizace výsledného světelného efektu 2, 3D render, 2341 × 1750 px, 2024



Obrázek 8 Vizualizace výsledného světelného efektu 3, 3D render, 2353 × 1758 px, 2024



Obrázek 9 Vizualizace výsledného světelného efektu 4, 3D render, 2344 × 1758 px, 2024