



Bakalářská práce

## **Akustické svítidlo**

Acoustic Lighting

Autor:	<b>Jan Jindřich Richtár</b>
Studijní program:	<b>N0212A310001 - Design</b>
Studijní obor:	Průmyslový design
Vedoucí:	prof. ak. soch. Marian Karel

Praha, 05/2024

© Jan Jindřich Richtár

České vysoké učení technické v Praze, 2024

Klíčová slova: *světlo, svítidlo, zvuk, akustika, akustický panel, akustické svítidlo*

Key words: *light, lighting, sound, acoustics, acoustic panel, acoustic lighting*

## České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury

Autor: Jan Jindřich Richtár  
Akademický rok / semestr: LS 2023/24  
Ústav číslo / název: 15150/Design  
Téma bakalářské práce - český název: Světlo a zvuk  
Téma bakalářské práce - anglický název: Light and Sound  
Jazyk práce: čeština

Vedoucí práce: prof. ak. soch. Marian Karel

Oponent práce: MgA. Kryštof Haničinec

Klíčová slova (česká): světlo, svítidlo, zvuk, akustika, akustický panel, akustické svítidlo

Anotace (česká): Cílem mé bakalářské práce „Světlo a zvuk“ je navrhnout akustické svítidlo. Návrh zahrnuje řešení konstrukce, akustického obložení, optimalizaci z hlediska světelných vlastností a zajištění maximální modularity. Důraz je kladen na propojení všech těchto aspektů pro vytvoření funkčního a esteticky příjemného produktu.

Anotace (anglická): The goal of my bachelor's thesis "Light and Sound" is to design an acoustic light fixture. The design should include solutions for its construction, acoustic cladding, light optimization, and maximum modularity. Emphasis is placed on integrating all these aspects to create a functional and aesthetically pleasing product.

### Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s „Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.“

V Praze dne 21. 5. 2024

  
Podpis autora bakalářské práce

*Tento dokument je nedílnou, povinnou součástí bakalářské práce i portfolia (titulní list)*



FAKULTA  
ARCHITEKTURY  
ČVUT V PRAZE

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury

## Zadání bakalářské práce

jméno a příjmení: Jan Jindřich Richtár

datum narození: 25. 2. 2002

akademický rok / semestr: 2023/24 / 6. semestr

studijní program: Design

ústav: Průmyslový design

vedoucí bakalářské práce: prof. ak. soch. Marian Karel

téma bakalářské práce: Světlo a Zvuk

viz přihláška na BP

zadání bakalářské práce:

1/ popis zadání projektu a očekávaného cíle řešení


- Analýza zadání
- Sestavení podkladů
- Rešerše odborných řešení
- Varianty řešení
- Realizace


2/ popis závěrečného výsledku, výstupy a měřítka zpracování

- Výkresová dokumentace
- Portfolio
- Plakát
- Model

3/ seznam případných dalších dohodnutých částí BP

- Průběh realizace

Datum a podpis studenta 29. 2. 24 

Datum a podpis vedoucího BP  


## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu své práce prof. ak. soch. Marianu Karlovi a asistentovi doc. MgA. Josefu Šafaříkovi Ph.D. za hodnotné konzultace, přínosné rady a konstruktivní kritiku. Panu Šafaříkovi kromě toho i za angažovanost ohledně 3D tisku. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. arch. Šimonu Prokopovi, za asistenci v 3D CAD programu Grasshopper. Nakonec bych chtěl poděkovat panu Ing. arch. Ing. Vítu Domkaři, Ph.D. za zkušenost.

## **Anotace**

Cílem mé bakalářské práce „Světlo a zvuk“ je navrhnout akustické svítidlo. Návrh zahrnuje řešení konstrukce, akustického obložení, optimalizaci z hlediska světelných vlastností a zajištění maximální modularity. Důraz je kladen na propojení všech těchto aspektů pro vytvoření funkčního a esteticky příjemného produktu.

## **Annotation**

The goal of my bachelor's thesis "Light and Sound" is to design an acoustic light fixture. The design should include solutions for its construction, acoustic cladding, light optimization, and maximum modularity. Emphasis is placed on integrating all these aspects to create a functional and aesthetically pleasing product.

# Obsah

Poděkování.....	5
Anotace.....	6
Annotation.....	6
1. Úvod.....	9
2. Analytická část.....	11
2.1 Akustika.....	11
2.2 Akustické panely.....	11
2.3 GLASIO.....	13
2.4 Gyroid.....	14
2.5 Světlo a svítidla.....	16
2.6 Akustická svítidla.....	16
2.7 Konstrukce a její materiály.....	18
3. Výstup analýzy a formulace vize.....	18
3.1 Cílová skupina.....	19
3.2 Materiál.....	19
3.3 Tvar.....	19
4. Proces navrhování.....	20
4.1 Zahájení procesu navrhování.....	20
4.2 Prvotní nápady.....	20
4.3 Pokročilé návrhy.....	21
4.4 Modelování a řešení konstrukce.....	23
4.5 Materiály.....	25
5. Prototypování a testování.....	25
5.1 Tubus.....	26
5.2 Žebra.....	26
5.3 Gyroidní struktura.....	27
5.4 Údržba.....	28
6. Výsledný návrh.....	28
6.1 Základní konstrukce.....	28
6.2 LED osvětlení.....	30
6.3 Montáž.....	30
6.4 Modularita.....	33
6.5 Použití v interiéru.....	34

7. Technická dokumentace.....	36
8. Závěr a reflexe .....	37
9. Obsah použité literatury a obrázků .....	39
9.1 Seznam použité literatury .....	39
9.2 Online zdroje.....	39
9.3 Obrazový materiál .....	40



# 1. Úvod

Předmětem mé bakalářské práce je svítidlo s akustickými vlastnostmi. Tato práce se zaměřuje na řešení maximálně modulárního, na výrobu jednoduchého a estetického prvku do různých akusticky náročných míst. Navržené svítidlo by mělo kombinovat výhody moderní technologie s praktickými a vizuálně přitažlivými prvky, které by zlepšovaly nejen akustiku, ale i celkový estetický dojem prostor. Je důležité, aby svítidlo bylo schopno nejen osvětlit místnost, ale také zlepšit její akustické vlastnosti, čímž se zvýší komfort a pohoda uživatelů.

Při výběru tématu pro svou bakalářskou práci jsem se rozhodl zaměřit se na oblasti, které mě opravdu zajímají a motivují mě k dalšímu studiu a rozvoji pracovních dovedností. Dva okruhy, které mě napadly jako první, byly světlo a zvuk, což jsou témata, jež jsou založena na lidských smyslech a dají se dle svých vlastností objektivně ohodnotit. Světlo a zvuk mají zásadní vliv na vnímání prostoru a mohou výrazně ovlivnit naši pohodu a produktivitu. Světlo ovlivňuje naši náladu a koncentraci, zatímco zvuk může naši činnost buď podporovat, nebo nás rušit. Při spojení těchto okruhů mi jako logický produkt vyšlo uvedené svítidlo, které by mělo optimalizovat jak vizuální, tak akustické podmínky v různých prostředích. Takové svítidlo by mělo být schopné přizpůsobit se různým potřebám a prostorům, a tím poskytovat univerzální řešení pro různé typy interiérů.

O akustiku se zajímám díky mému zájmu o hudbu. Během mnoha příležitostí jsem se podílel na řešení ozvučení a osvětlení různých koncertů. Tyto zkušenosti mě přivedly k uvědomění, jak důležité je správné propojení akustických podmínek s vizuálním světelným prvkem pro celkový vjem určitého prostoru. Během těchto aktivit jsem se často setkával s výzvami, které vyžadovaly kreativní přístupy k řešení akustických problémů, což mě inspirovalo k prozkoumání dalších možností spojení mezi těmito dvěma smysly a jejich aplikace v interiérovém designu. Tyto zkušenosti mi umožnily lépe pochopit, jak různé faktory ovlivňují akustiku a světelné podmínky v různých prostředích, a jak lze tyto faktory optimalizovat pro dosažení co nejlepšího výsledku. Hudba mě naučila vnímat prostor nejen jako statickou entitu, ale jako dynamické prostředí, kde každý prvek má svůj význam a vliv.

V analytické části mé práce se zaměřuji na existující řešení a průzkum trhu. Dále experimentuji s různými 3D CADy pro ideální navrhování různých částí, pro co nejjednodušší parametrizaci a jakékoliv menší úpravy na návrhu. Tato fáze zahrnuje pečlivé zkoumání technologií a metod, které by mohly být použity k dosažení co největší modularity a flexibility produktu. Zvažuji různá řešení konstrukce, použité materiály a jejich zpracování, která mi umožní co největší modularitu produktu, aby se dal upravit pro instalaci do všemožných interiérů. Materiály a technologie musí být nejen efektivní, ale také ekonomicky dostupné a snadno zpracovatelné. Navíc musí být zajištěna dlouhá životnost produktu a jeho snadná údržba, aby byl atraktivní pro široké spektrum zákazníků. Testování

a experimentování s různými designovými přístupy mi umožňuje najít optimální řešení, které bude splňovat všechny požadavky na funkčnost, estetiku a praktičnost.

Záměrem práce je vytvoření adaptabilního svítidla, upravitelného dle prostoru jeho instalace. Aby jeho vývoj, montáž i údržba byla co nejjednodušší, ale stále optimalizovala akustiku v dané místnosti. Tento cíl vyžaduje nejen technické znalosti, ale také pochopení estetických a ergonomických principů, které by měly být integrovány do konečného designu. Tento přístup zahrnuje pečlivé zvážení všech aspektů návrhu, od volby materiálů po estetické detaily, které by měly dohromady tvořit harmonický celek. Svítidlo by mělo být schopno se snadno integrovat do různých stylů a typů interiérů, čímž by poskytovalo univerzální řešení pro různé potřeby uživatelů.

Tato práce přináší komplexní pohled na problematiku spojení světla a zvuku v jednom produktu. Díky detailní analýze současných trendů a technologií se snažím vytvořit inovativní řešení, které by mohlo nalézt široké uplatnění v různých typech interiérů. Při zkoumání a navrhování se soustředím na to, aby výsledný produkt nebyl pouze technicky vyspělý, ale také uživatelsky přívětivý a esteticky hodnotný. Věřím, že tento přístup přinese nejen technické a funkční inovace, ale také přispěje k vytvoření harmonických a příjemných prostorů, kde se lidé budou cítit dobře.

## 2. Analytická část

Na trhu je mnoho různých akustických svítidel, která se liší materiálem, tvarem, efektivitou a také určením pro různé prostory. Některá svítidla jsou navržena pro specifické akustické požadavky například kanceláří, domácího prostředí nebo i veřejných prostor. Při zkoumání těchto produktů jsem se také zabýval akustickými panely, které nabízejí rozmanité řešení problematiky zvuku v interiérech. Akustické panely se používají k absorbování zvuku a minimalizaci ozvěny, čímž přispívají ke zlepšení akustické kvality prostoru. Porovnání těchto dvou typů výrobků mi poskytlo širší pohled na možnosti zlepšení akustiky v různých prostředích.

### 2.1 Akustika

Akustika je věda, která se zaměřuje na fyzikální procesy spojené se zvukem a zvukovými vlnami, zahrnující jejich vznik, šíření a vnímání lidským uchem. Existuje několik odvětví akustiky. Fyzikální akustika se věnuje studiu vzniku a šíření zvuku, jeho odrazu a absorpci různými materiály. Hudební akustika se soustředí na zvuky a jejich kombinace v kontextu hudebních požadavků. Fyziologická akustika zkoumá, jak zvuk vzniká u člověka, jak funguje hlasový orgán a jak je zvuk vnímán uchem. Stavební akustika se zabývá podmínkami šíření a slyšitelnosti zvuku v sálech a obytných prostorách. Elektroakustika se pak zaměřuje na záznam, šíření a reprodukci zvuku.[2] V případě mého svítidla se zabývám akustikou fyzikální a stavební. Můj produkt by měl svým materiálem a tvarem zabránit odrazu zvuku tím, že ozvěnu bude absorbovat.

Akustika má vliv na lidský komfort v prostoru, ve kterém se nachází. Ovlivňuje jak efektivitu práce tak to, jak si je člověk schopen na daném místě odpočinout. V mnoha prostorách by měl tento fenomén být samozřejmostí. Ať už se jedná o kancelářské, školní, soukromé prostory či výrobní haly.[1] Při řešení akustiky místnosti se využívají akustické panely.

### 2.2 Akustické panely

Akustické panely se mohou značně lišit jak materiálem, tak tvarem, přičemž jejich specifické vlastnosti ovlivňují, zda se jedná o panely absorpční nebo difuzní. Absorpční panely slouží k pohlcování zvuku a snižování dozvuku, zatímco difuzní panely rozptylují zvukové vlny a zajišťují rovnoměrnější rozložení zvuku v prostoru.

Mezi nejčastěji používané materiály pro absorpční panely patří netkané textilie, které mohou být syntetické, minerální nebo přírodní. Další běžně využívané materiály zahrnují různé pěnové materiály, jako jsou molitany a polyuretany,

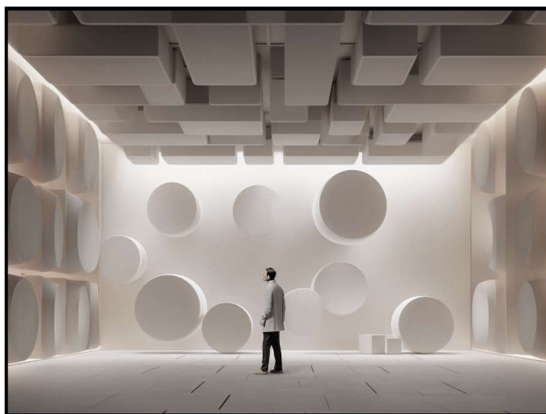
kteře jsou známé svou vysokou schopností pohlcovat zvuk. Také se používají nové typy materiálů, jako je micélium, což je druh houby, která také může mít akustické vlastnosti.

Absorpční prvky mohou mít různou formu, například závěsy z tkanin zavěšené do prostoru, nebo panely připevněné na zdi. Tyto panely bývají často pokryty perforovanými materiály, což nejen zlepšuje jejich vzhled, ale také optimalizuje jejich zvukově absorpční vlastnosti.



Obrázek 1: Absorbční panel, zdroj: Burton Acoustix

Difuzní panely, na druhou stranu, jsou navrženy tak, aby odrážely zvukové vlny různými směry. Tím pomáhají zlepšit akustiku v místnosti tím, že minimalizují vznik ozvěn a zajišťují rovnoměrné šíření zvuku. Mohou být vyrobeny z různých materiálů, včetně dřeva, skla nebo plastů, a často mají složité geometrické tvary, které podporují efektivní rozptyl zvuku.[3]



Obrázek 2: Difuzní panel, zdroj: Burton Acoustix

Mezi unikátní difuzní panely (kteře ale stále mívají absorpční vložku za nimi) patří také již zmíněné skleněné nebo i betonové tabule. Ty své vlastnosti získávají díky svému zpracování nebo úpravě povrchu. Mezi takové patří například skleněný

panel GLASIO od firmy Aveton[4], nebo betonové akustické panely firmy Butong.[5] Takové raritní produkty často využívají nové technologie, jako je například 3D tisk.[6]



*Obrázek 4: Butong panel, zdroj Butong*



*Obrázek 3: GLASIO panel, zdroj GLASIO*

Celkově vzato, správný výběr a kombinace akustických panelů může výrazně zlepšit kvalitu zvuku v různých typech prostor, od koncertních sálů po domácí nahrávací studia.

### **2.3 GLASIO**

GLASIO je český produkt firmy Aveton, který využívá křišťálové sklo pro výrobu akustických panelů. Tyto panely se vyznačují ekologickým přístupem, protože jsou vyrobeny z recyklovaného skla. To zajišťuje nejen šetrnost k životnímu prostředí, ale také čistotu použitých materiálů. Díky tomu jsou panely hygienicky nezávadné, mechanicky odolné a ohnivzdorné, což je činí vhodnými pro různá prostředí, od domácích audio místností až po koncertní sály. GLASIO panely jsou vyrobeny bez přídavných pojiv či plniv, což také zaručuje jejich čistotu a bezpečnost. Absence těchto přísad přispívá k jejich ekologickému profilu, což je činí vhodnými pro použití i v prostředích s vysokými hygienickými nároky.

Firma Aveton nabízí v této kolekci dva hlavní akustické systémy: GLASIO 65 a GLASIO 110. Tyto systémy se liší zejména hloubkou instalace a specifickými akustickými vlastnostmi. GLASIO 65 je určen pro montáž na ploché stěny a poskytuje dobré akustické vlastnosti při hloubce 65 mm. Tento systém je ideální pro prostory, kde je vyžadováno subtilní a nenápadné řešení s vysokou účinností zvukové absorpce.

GLASIO 110, který je nejčastěji používaným systémem, nabízí výrazně lepší akustickou efektivitu díky větší hloubce 110 mm. Tento systém umožňuje instalaci s vysokou úrovní rektifikace, což znamená, že lze přesně nastavit jeho parametry pro dosažení optimálních akustických vlastností v konkrétním prostoru. GLASIO

110 je vhodný pro větší prostory a profesionální audio aplikace, kde je požadována maximální kvalita zvuku.

Panely jsou vyrobeny z bezolovnatého barického křišťálu, což zvyšuje jejich ekologickou hodnotu a bezpečnost. Navíc jsou vybaveny bezpečnostním zpevněním a mohou mít různě barevné povrchové úpravy. Při spékání krystalů do panelů se dají tvarovat dle formy ve které tepelnou úpravu podstupují. Tak mohou vznikat i dynamicky táhnoucí se tvary.

Montáž těchto panelů je usnadněna díky speciálním hliníkovým profilům a přizpůsobitelným montážním prvkům. Pro zajištění jednotného vzhledu jsou šrouby, které slouží k upevnění, zakryty speciálními kryty vyrobenými z materiálu GLASIO. Dále jsou za skleněné panely instalovány akustické absorpční vložky, které zlepšují jejich zvukově izolační vlastnosti.[4]



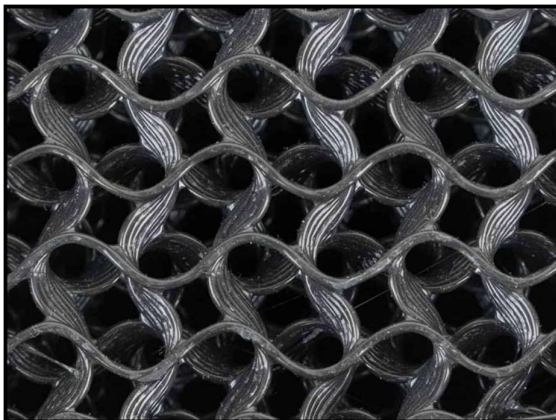
Obrázek 5: kryt GLASIO, zdroj GLASIO

## 2.4 Gyroid

Gyroidní mřížka je přírodní struktura, kterou v roce 1970 objevil Alan Schoen z NASA. Nachází se například v křídlech motýlů, peří ptáků a uvnitř buněk. Tato struktura také připomíná jiné přírodní útvary, jako je kostní dřeň. Při využití v akustice, gyroidní mřížka díky své unikátní pevnosti a vlastnostem snižuje rezonanci a rozptyluje nechtěné zvukové vlny, čímž zlepšuje celkovou kvalitu zvuku a přitom využívá minimum materiálu. Pro svou lehkost a pevnost se tato struktura od sedmdesátých let stala oblíbenou výplní při 3D tisku.[7]

Výzkum gyroidní struktury se zaměřuje na netriviální topologii akustické disperze, která vzniká díky jedinečné geometrii a symetrii krystalu. Studie ukazuje existenci topologických povrchových stavů v trojrozměrném kontinuálním materiálovém prostředí, což nebylo dříve prokázáno u struktur založených na minimálních plochách. Přitom zdůrazňuje potenciál těchto materiálů pro navrhování nových

akustických zařízení s vylepšenými vlastnostmi, jako je lepší manipulace se zvukem a izolační schopnosti. To by mohlo mít významné dopady na různé oblasti, včetně materiálové vědy a akustického inženýrství.[9]



Obrázek 6: Struktura gyroid, zdroj: bigrep.com

Nastavení gyroidní výplně v sliceru, softwaru používaném k přípravě 3D tisku, umožňuje přizpůsobit směr a hustotu výplně podle specifických požadavků. Tato flexibilita může být klíčová pro optimalizaci mechanických a akustických vlastností tištěného objektu v závislosti na jeho zamýšleném použití.

Celkově lze říci, že gyroidní výplň představuje inovativní a efektivní způsob, jak zlepšit funkčnost a kvalitu 3D tištěných objektů. Tento vzor je ideální pro aplikace, kde je třeba kombinovat pevnost, lehkost a výborné akustické vlastnosti, a nabízí široké možnosti optimalizace pro různé druhy projektů.[7]

Gyroid mimo jiné má i vynikající světelné difuzní vlastnosti, které se liší dle velikosti struktury, ale při prosvícení vždy vytváří zajímavé moiré. Pro svůj produkt jsem tedy experimentoval nejen s jeho akustickými ale i světelnými vlastnostmi.



Obrázek 7: Světlo z gyroidní struktury, zdroj: Pinterest

## 2.5 Světlo a svítidla

Ergonomické osvětlení pracoviště je klíčové pro zdraví a efektivitu zaměstnanců. Špatné osvětlení může vést k únavě, bolesti očí a hlavy, či dokonce depresím. Osvětlení by mělo být dostatečné, ale ne příliš silné, aby nevytvářelo odlesky a stíny. Dle normy ČSN EN 12464-1, mají minimální hodnoty osvětlení v kancelářích být 500 luxů. Doporučená intenzita se liší podle typu činnosti, například pro jemné montážní práce je vhodných až 1000 luxů. Světelné podmínky by měly být vyvážené a přizpůsobené konkrétnímu pracovnímu prostředí, přičemž se bere v úvahu jak přirozené, tak umělé osvětlení. [8]

Mé svítidlo je primárně určeno pro kancelářské, zasedací, komerční a firemní prostory. Osvětlení v těchto prostředích je zásadní pro správné fungování zaměstnanců, protože správné světelné podmínky snižují únavu a zvyšují produktivitu. Typicky se zde používají závěsná stropní svítidla doplněná stolními lampami.

Osvětlení by mělo být nejen dostatečně silné, ale také správně barevně nastavené. Optimální barva světla pro kanceláře je neutrální bílá, přibližně 4000 Kelvinů, což podporuje koncentraci a snižuje únavu očí. Pro prostory s vysokými nároky na přesnost, jako jsou zasedací místnosti nebo pracovní stanice, je důležité zajistit rovnoměrné osvětlení bez odlesků a stínů.

Regulace osvětlení, například pomocí stmívačů, může být velmi užitečná, protože umožňuje přizpůsobit světelné podmínky aktuálním potřebám a denní době. Kombinace přirozeného a umělého osvětlení pak zajišťuje nejvyšší komfort a účinnost pracovního prostředí.[8]

## 2.6 Akustická svítidla

Akustická svítidla jsou inovativním řešením kombinujícím osvětlení a akustické materiály pro zlepšení vizuálního i zvukového komfortu v různých prostředích. Tento typ svítidel je navržen tak, aby snižoval okolní hluk a zároveň poskytoval dostatečné osvětlení, což je obzvláště důležité v otevřených kancelářích, školách, restauracích, a dalších komerčních prostorách.

Akustická svítidla fungují na principu absorpce, blokování nebo krytí zvuku, známém jako ABC přístup (absorbing, blocking, covering). Materiály používané v těchto svítidlech snižují dobu dozvuku, což je doba, po kterou zvuk přetrvává po zastavení zdroje zvuku. Svítidla často využívají materiály s vysokým koeficientem zvukové absorpce (NRC), kde hodnota 0 znamená, že veškerý zvuk je odražen, a hodnota 1 znamená, že veškerý zvuk je absorbován.



Materiály používané v akustických svítidlech jsou navrženy tak, aby poskytovaly vysokou zvukovou absorpci a byly zároveň ekologické. Mezi běžně používané materiály patří PET panely vyrobené ze 100% polyesterového vlákna z recyklovaných plastových lahví, které jsou netoxické a bez zápachu. Tyto materiály nejenže poskytují vynikající zvukovou absorpci, ale také přispívají k ochraně životního prostředí. Mezi jiné, podobně jako u běžných akustických panelů, patří i materiály jako tkané či netkané textilie, pěny nebo již zmíněné skleněné panely a 3D tiskem vyráběné plastové struktury.



Obrázek 8: Akustické svítidlo, zdroj: archspace.cz



Obrázek 9: Akustické svítidlo, zdroj: archspace.cz

Akustická svítidla se používají v široké škále prostředí, kde je důležitý zvukový komfort. Kromě otevřených kanceláří se často instalují v učebnách, zasedacích místnostech, restauracích, knihovnách, soudních síních, a kulturních prostorech, jako jsou koncertní sály nebo divadla. Jejich schopnost snižovat hluk přispívá ke zlepšení produktivity a koncentrace, což je klíčové v pracovních i studijních prostředích.

Kombinace akustických a světelných prvků má mnoho výhod a nevýhod, které je třeba zvážit při jejich použití. Mezi hlavní výhody patří jejich schopnost efektivně snižovat okolní hluk, což výrazně zlepšuje akustický komfort v pracovních i veřejných prostorech. Tato svítidla nejen poskytují kvalitní osvětlení, ale také esteticky doplňují moderní interiéry. Použití ekologických materiálů, často recyklovaných, přispívá k udržitelnosti a ochraně životního prostředí. Navíc jejich schopnost snižovat hluk může zvýšit produktivitu a celkovou pohodu uživatelů.

Na druhou stranu, akustická svítidla mají i své nevýhody. Jednou z nich je vyšší cena ve srovnání s běžnými svítidly, což může být limitujícím faktorem pro jejich širší využití. Instalace těchto svítidel je často složitější a vyžaduje odborné znalosti k dosažení optimálního akustického a světelného efektu. Některé materiály mohou také vyžadovat specifickou údržbu, aby si zachovaly své vlastnosti po delší dobu. Také se svítidla často musí řetězit nebo doplňovat

i akustickými panely či dalším osvětlením, aby v daném prostoru došlo k požadovanému výsledku, jak světelnému, tak akustickému.

Celkově akustická svítidla představují pokročilou technologii, která dokáže významně zlepšit kvalitu prostředí v kancelářích, školách a dalších komerčních prostorech. Je důležité pečlivě vyvážit jejich přínosy, jako je zlepšení akustiky a estetického vzhledu, s vyššími náklady a náročností instalace a údržby.

## **2.7 Konstrukce a její materiály**

Pro konstrukci svítidla je klíčové zajistit nejen vysokou pevnost a nízkou hmotnost, ale také další praktické aspekty jako například náročnost výroby a montáže. Chci se zaměřit na jednoduchost montáže, aby instalace byla snadná a rychlá. Stejně důležitá je jednoduchost výroby, která umožní efektivní produkci při zachování vysoké kvality. Výměna součástí by měla být taktéž triviální, což zajistí dlouhou životnost a snadnou údržbu svítidla. Dalším důležitým faktorem je parametrizace modelu, která umožní rychlé a efektivní úpravy designu podle konkrétních požadavků zákazníků. Tímto přístupem se snažím vytvořit produkt, který bude nejen funkční a esteticky přitažlivý, ale také praktický a přizpůsobivý pro různé použití. Díky tomu bude svítidlo schopno splnit různé nároky a poskytnout flexibilní řešení pro různé typy interiérů.

## **3. Výstup analýzy a formulace vize**

Cílem této části projektu je shrnout poznatky z analytické části a vytvořit si jasný obraz o tom, na jakých principech bych chtěl svůj produkt založit a jaké materiály použít. Zaměřím se na integraci klíčových poznatků a jejich aplikaci na návrh konkrétního řešení. Budu analyzovat různé možnosti a jejich přínosy a nevýhody, abych mohl učinit informované rozhodnutí o tom, jaký design a materiály nejlépe splní mé požadavky na funkčnost, estetiku a udržitelnost. Tento přístup mi umožní vytvořit koncept, který bude technicky proveditelný a esteticky přitažlivý. Klíčové bude také zvážit environmentální aspekty výroby a použitelnost materiálů v různých prostředích, aby produkt vyhovoval moderním standardům udržitelnosti.

V rámci analýzy jsem se primárně zaměřil na principy akustických panelů, jejich materiály, moderní technologie a postupy, které by mě mohly nasměrovat správným směrem při navrhování mého svítidla. Kromě výhod jsem narazil i na nevýhody, které je nutné důkladně zvážit a vypořádat se s nimi. Na základě literárních a online zdrojů, stejně jako vlastních poznatků, jsem si vytvořil hrubou představu o vzhledu, měřítku a možnostech modularity pro svůj produkt. Tento proces mi pomohl lépe pochopit, jak efektivně kombinovat estetiku s funkčností,

aby svítidlo nejen dobře osvětlovalo, ale také zlepšovalo akustiku prostoru. Tento přístup rovněž zajišťuje, že můj návrh bude odolný, snadno udržovatelný a vhodný pro různé typy interiérů.

### **3.1 Cílová skupina**

Cílovou skupinu tvoří kancelářské, komerční a firemní prostory, jako jsou zasedací místnosti. Vybral jsem je proto, že akustická svítidla jsou často nákladná a tato místa mají stanovené světelné i akustické podmínky, ze kterých lze vycházet. Zaměřuji se na tato prostředí, protože vyžadují vysokou kvalitu akustických a světelných podmínek, které podporují produktivitu a pohodu zaměstnanců. Sekundární cílovou skupinou by mohly být veřejné prostory, jako jsou knihovny a nákupní centra. Tyto prostory vyžadují vytvoření příjemnější a klidnější atmosféry, což je důležité pro pohodlí návštěvníků. Efektivní akustická řešení zde mohou významně přispět k celkovému zážitku návštěvníků, což může zlepšit jejich spokojenost a zvýšit návštěvnost.

### **3.2 Materiál**

Dva materiály, které mě zaujaly, jsou skleněný akustický panel "GLASIO" a 3D tištěná struktura z recyklovaného PET-G filamentu, nazývaná "gyroid". Tyto materiály mě oslovily svými technologickými vlastnostmi, akustickými a světelnými schopnostmi, udržitelností, modularitou a atraktivním vzhledem. Rozhodl jsem se pro finančně přívětivější variantu 3D tištěného gyroidu, který nabízí variabilitu a možnost přizpůsobení různým potřebám. Gyroid je také lehčí a snadněji zpracovatelný, což snižuje náklady na výrobu a instalaci. I přesto budu zvažovat možnosti GLASIA pro jeho unikátní estetické vlastnosti a vysokou odolnost.

Kromě materiálu na akustické obložení svítidla jsem se zabýval i díly konstrukční části, které musí být pevné a zároveň lehké. Konstrukční materiály musí být také snadno dostupné a ekologicky šetrné, aby celý produkt byl udržitelný a splňoval moderní environmentální normy.

### **3.3 Tvar**

Dalším krokem při formulaci mé vize je určení tvaru a principu, na kterém chci své svítidlo založit. Při výběru tvaru jsem se inspiroval planárním tvarem panelů, jako je GLASIO nebo gyroid. Pro dosažení ideálního fungování svítidla a jeho akustických vlastností je zásadní členitý povrch, který zaručuje difuzi zvuku. Tento povrch umožňuje efektivní rozptyl zvukových vln, což přispívá ke zlepšení akustiky prostoru. Navíc členitý design dodává svítidlu estetickou hodnotu a zajímavý vizuální vzhled. Svítidlo bude navrženo tak, aby splňovalo jak funkční, tak estetické požadavky, čímž vytvoří harmonické a efektivní prostředí. Tento přístup zajistí, že

produkt bude nejen funkční, ale také vizuálně přitažlivý a vhodný pro moderní interiéry.

## 4. Proces navrhování

V této části jsem popisuji proces navrhování, který zahrnoval několik fází, počínaje prvotními nápady, pokračuje ověřováním a porovnáváním variant a končí finálním prototypováním. Mým úkolem bylo projít tímto procesem a zvolit ideální řešení pro daný problém, aniž bych upřednostňoval estetickou stránku či technické řešení.

Materiály a technologie, které si v tomto procesu zvolíme, nám mohou klást omezení, se kterými bylo třeba počítat. Neustálé porovnávání zamýšleného tvaru s technologickými možnostmi mě vedlo k finálnímu výsledku. Po definování vize přicházela fáze generování prvních nápadů. Žádný nápad v této fázi nebyl špatný.

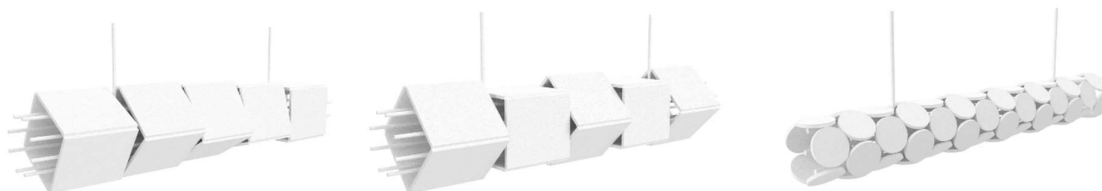
Poté jsem nápady porovnával s technologickými možnostmi a realisticky je promítal do vybraných materiálů. Bylo nutné zjistit, co je a není možné vyrobit, a případně konzultovat s odborníky. Dále jsem se věnoval pouze vybranému návrhu, zkoušel různé varianty, které jsem následně porovnával a snažil se dosáhnout optimálního řešení.

### 4.1 Zahájení procesu navrhování

Proces navrhování jsem zahájil konzultací s výkonným ředitelem firmy Aveton, panem Ing. arch. Ing. Vítem Domkařem, Ph.D. Firma Aveton stojí za návrhem a produkcí akustických panelů GLASIO, které jsou jedním z možných řešení pro akustické vlastnosti mého svítidla. Moje první návrhy vycházely ze základních vizuálních, světelně difuzních a akustických vlastností těchto panelů. Na začátku se mé návrhy soustředily hlavně na estetiku svítidla, která je založena na tvaru složeném z dílčích planárních ploch, jež by ideálně tříštily zvuk.

### 4.2 Prvotní nápady

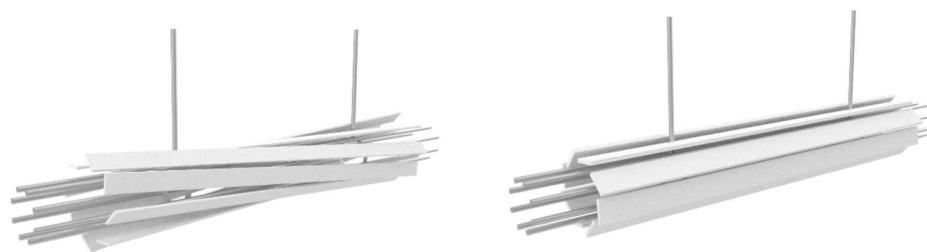
Jak jsem již zmínil, tyto nápady jsem generoval především na základě vzhledu. Hledal jsem estetiku, která by mě oslovila a od které bych se chtěl odpíchnout. Od začátku jsem pracoval s tubusovými tvary, protože se mi tento tvar líbil nejvíce.



Obrázek 10: Prvotní návrhy, zdroj: vlastní tvorba

Postupně jsem také zjistil, že mé svítidlo musí mít uprostřed nějakou absorpční vložku, která by redukovala dozvuk a snižovala basové frekvence.

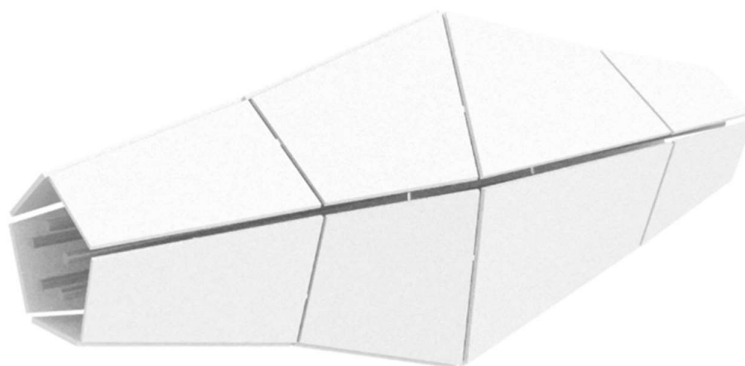
U těchto tvarů jsem experimentoval s členitým povrchem tvořeným jednotlivými panely. Některé návrhy byly složitější, jiné jednodušší, ale všechny vycházely ze stejného principu. Začal jsem se zaměřovat na to, aby povrch nejen esteticky působil, ale také efektivně rozptyloval zvukové vlny, což je klíčové pro zlepšení akustických vlastností svítidla. Tímto způsobem jsem se snažil dosáhnout harmonického spojení funkčnosti a designu, které by mohlo splňovat mé základní požadavky na konečný produkt.[3]



Obrázek 11: Prvotní nápady, zdroj: vlastní tvorba

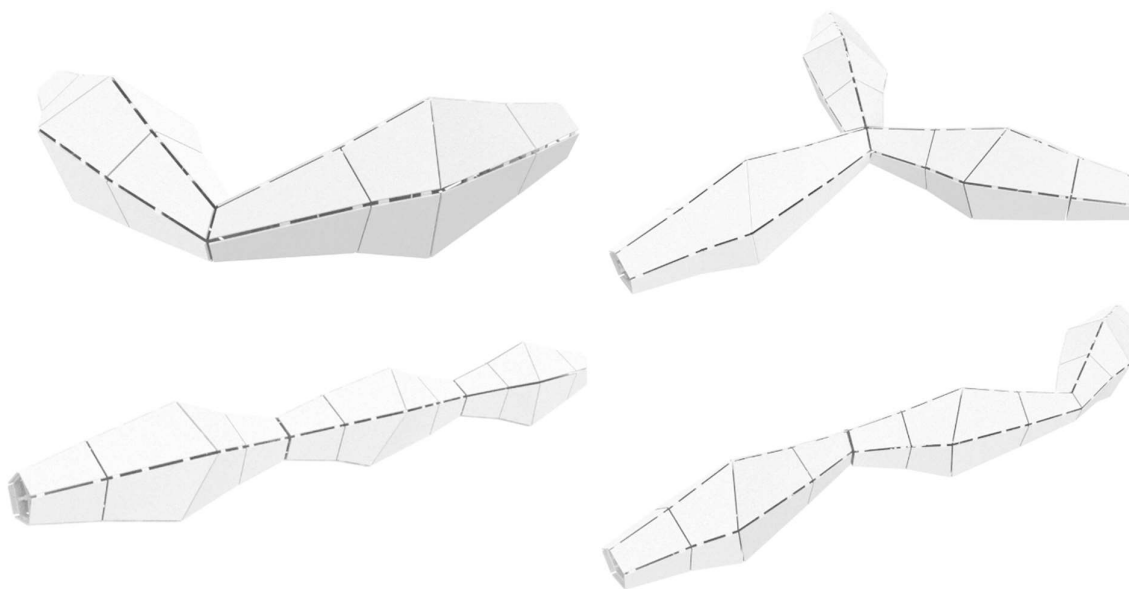
### 4.3 Pokročilé návrhy

Po brainstormingu a uspořádání myšlenek a vizí týkajících se vzhledu, modularity a funkce mého svítidla jsem vybral a odůvodnil jeho hrubý vizuál. Základní tubus, obložený lomenými panely v pětiúhelníkovém rastru, se mi osvědčil jak po vizuální stránce, tak i po konzultaci s panem Ing. Arch. Ing. Vítem Domkařem, Ph.D., ohledně možných akustických vlastností tohoto tvaru.



Obrázek 12: Pokročilý návrh 1., zdroj: vlastní tvorba

Tento tvar se ukázal jako velmi modulární a ideálně navržený pro propojení do různých úhlů a sestav. Díky této flexibilitě je produkt ideální například pro instalaci do více velkých prostor jedné firmy, kde si zachovává svou atraktivitu pro návštěvníky. Modulární design umožňuje snadnou přizpůsobivost a variabilitu, což znamená, že svítidlo může být konfigurováno podle specifických potřeb každého prostoru. Tím se zajišťuje, že nejen splňuje funkční požadavky, ale také může dodávat jiný estetický zážitek, v jednotlivých místnostech, který zůstává zajímavý a působivý bez ohledu na prostředí a délku setrvání návštěvníka.



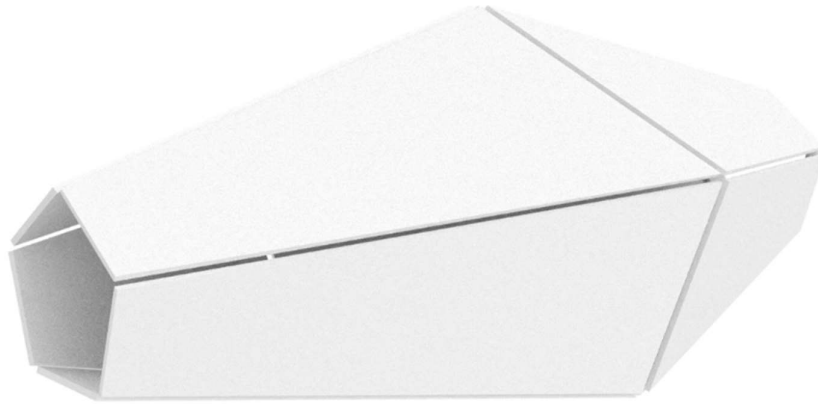
Obrázek 13: Soustavy pokročilých svítidel, zdroj: vlastní tvorba

Kromě zavěšených soustav mě napadla také možnost instalace do sloupů, která na jednu stranu sice může oživit prostor, ale pro mnoho kancelářských místností by mohla být určitým bezpečnostním hazardem, nebo by se tyto sloupy stejně musely doplnit nějakým dalším stropním akustickým prvkem či svítidlem.



Obrázek 14: Pokročilý návrh sloupu, zdroj: vlastní tvorba

Po zvážení složitosti konstrukce i estetiky a ateliérových i odborných konzultacích, jsem však návrh zjednodušil a místo dvaceti akustických panelů na jedno svítidlo, jsem jejich počet snížil na 10. Toto sníží výrobní náklady i celkovou hmotnost, čímž se zjednoduší konstrukce, montáž a celková manipulace se svítidlem. Nicméně, akustické a světelné vlastnosti návrhu zůstaly nezměněny.



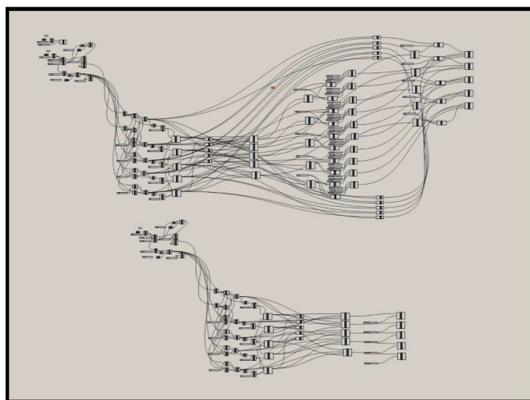
*Obrázek 15: Pokročilý návrh 2., zdroj: vlastní tvorba*

#### **4.4 Modelování a řešení konstrukce**

Po výběru aspoň přibližného vzhledu svítidla, jsem začal hlouběji přemýšlet o konstrukci. Již jsem věděl, že svítidlo musí být lehké a stále dostatečně pevné, aby se konstrukce nebortila vlastní vahou. Proto jsem musel najít určitý rovnovážný bod, kdy konstrukce není předimenzovaná ani příliš jednoduchá.

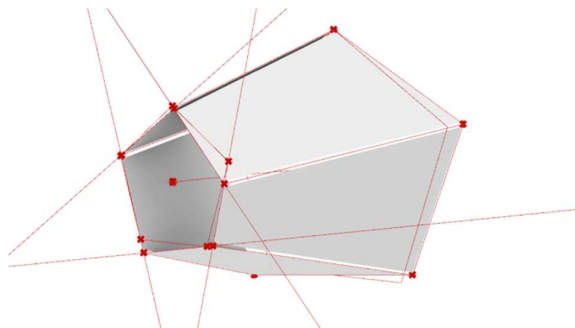
Vzhledem k tomu, že akustické svítidlo musí být modulární nejen z hlediska materiálu, ale také tvaru a měřítka, bylo nutné vybrat vhodný způsob modelování konstrukce. Pro tento úkol jsem využíval několik 3D CADů, ve kterých jsem zpočátku experimentoval, abych zjistil, zda jsou vhodné pro řešení specifických problémů. Po důkladném zvážení jsem se rozhodl pro programy Grasshopper, což je rozšíření programu Rhinoceros, a pro program Fusion 360 od společnosti Autodesk. Tyto CADy mi umožnily flexibilně pracovat s různými návrhy a optimalizovat je z hlediska funkcionality a estetiky.

Grasshopper jsem si vybral kvůli jeho schopnosti parametrického modelování, které mi umožňuje snadno upravovat a testovat různé návrhy v reálném čase, a zároveň v něm můžu, pomocí funkce "nodes", formátovat i jednotlivé části svítidla. Fusion 360 zase nabízí robustní nástroje pro 3D modelování a simulaci, což je ideální pro přesné technické zpracování a ověřování konstrukční pevnosti. Tato kombinace mi poskytla širokou škálu možností pro tvorbu inovativního a efektivního designu mého akustického svítidla. Navíc oba CADy podporují integraci s dalšími nástroji a technologiemi, což je klíčové pro dosažení požadované kvality a funkčnosti finálního produktu.



Obrázek 16: Screenshot z Grasshopperu, zdroj: vlastní tvorba

Při prvních pokusech parametrizace tohoto modelu jsem narazil na problém tohoto modelu, který se vztahoval k planaritě ploch v modelu, což mi znemožňovalo parametrizaci i praktickou konstrukci tohoto modelu. S tímto problémem jsem se s pomocí pana Ing. Arch. Šimona Prokopa z fakulty architektury vypořádal v programu Grasshopper. Tento krok mi sice lehce poupravil vizáž svítidla, ale nijak nenarušil základní koncept a umožnil mi pokračovat v práci a parametrizaci konstrukce.



Obrázek 17: Záběr z Rhina / Grasshopperu, zdroj: vlastní tvorba



## 4.5 Materiály

Konstrukční i montážní materiály mého produktu se liší podle použitého panelu. Pokud využiji GLASIO jako akustický prvek, celá konstrukce musí být bytelnější, což vyžaduje pevnější a těžší materiál. Vzhledem k hmotnosti panelů GLASIO bude celkové svítidlo těžší. Pro tento případ by konstrukce zahrnovala ocelová žebra přivařená k tubusu z tahokovu s pevnými kotvami, které by nesly panely.

Naopak, u varianty s 3D tištěným panelem s gyroidní strukturou lze velkou část konstrukce řešit pomocí 3D tisku, recyklovaných plastů a hliníkových žeber a profilů pro instalaci LED pásků. Takto řešené svítidlo váží jen zlomek toho, co verze s GLASIO panely, a je mnohem jednodušší na údržbu, montáž i výměnu dílů. Použití lehčích materiálů navíc zvyšuje flexibilitu a snižuje náklady na přepravu a instalaci.

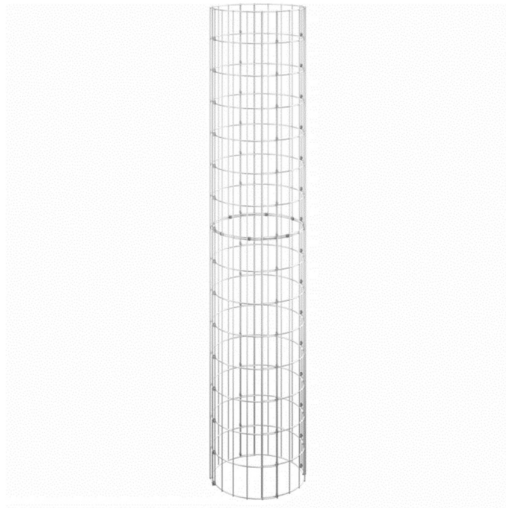
Pečlivé zvážení materiálů a technologií pro každou variantu zajišťuje optimální výkon a trvanlivost svítidla. Shrnutí celého návrhu ukazuje, jak lze dosáhnout rovnováhy mezi pevností, hmotností a snadností údržby, což je klíčové pro dlouhodobou spokojenost uživatelů.

## 5. Prototypování a testování

Při navrhování svého produktu jsem se setkal s řadou překážek a dilemat ohledně konstrukčních aspektů a estetických detailů designu. Každou z těchto překážek jsem se snažil překonat tak, aby byla řešení funkční pro svítidlo s gyroidovými panely i pro svítidlo využívající produkt GLASIO. Nebylo vždy možné obě varianty řešit stejným způsobem, což bylo způsobeno hlavně rozdílnou hmotností a obrobiteľností těchto materiálů. Výsledné odlišnosti se, až na pár výjimek, projevíly hlavně v použitém materiálu.

## 5.1 Tubus

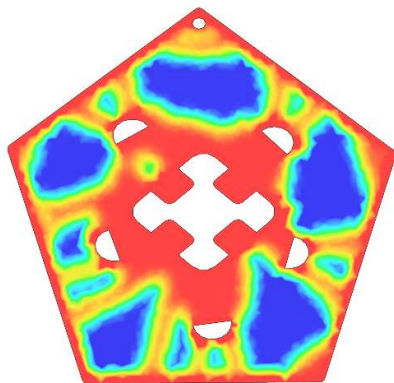
Materiál a design tubusu se liší podle materiálu panelů. U panelů GLASIO je tubus vyroben z gabionové sítě a žebra jsou na něj přivařena. Pro gyroidní strukturu se tubus tiskne na 3D tiskárně s přídavnými prstenci, do kterých se žebra umístí. Kvůli omezením 3D tiskáren je plastový tubus třeba rozdělit na poloviny a po tisku složit, aby bylo možné ho snadno vytisknout kvůli jeho velikosti. Toto může vést k jednoduššímu plnění tubusu pěnovou vložkou, která se do celé délky objemu může složitě vsouvat.



Obrázek 18: Gabionový tubus, zdroj: vlastní tvorba

## 5.2 Žebra

Pro snížení hmotnosti svítidla bylo nutné odlehčit některé prvky, aniž by došlo ke ztrátě jejich pevnosti. Příkladem tohoto přístupu jsou žebra. Tato žebra mají specifický tvar podle řezů v místech upevnění. K jejich správnému odlehčení jsem použil program Fusion 360 od firmy Autodesk. V tomto programu lze po přiřazení materiálu a nasměrování silových vektorů ve správném směru v simulačním módu zjistit, kde je materiál nadbytečný.



Obrázek 20: Mapa zátěži žebra, zdroj: vlastní tvorba



Obrázek 19: Vylaserované žebro, zdroj: vlastní tvorba

Modrá barva označuje místa, kde lze materiál odebrat, aniž by to negativně ovlivnilo funkci žeber. Tento způsob optimalizace je možné využít u obou materiálových variant. Tento postup nejenže snižuje hmotnost, ale zároveň zachovává potřebnou pevnost a funkčnost žeber, což je klíčové pro celkovou konstrukci svítidla.

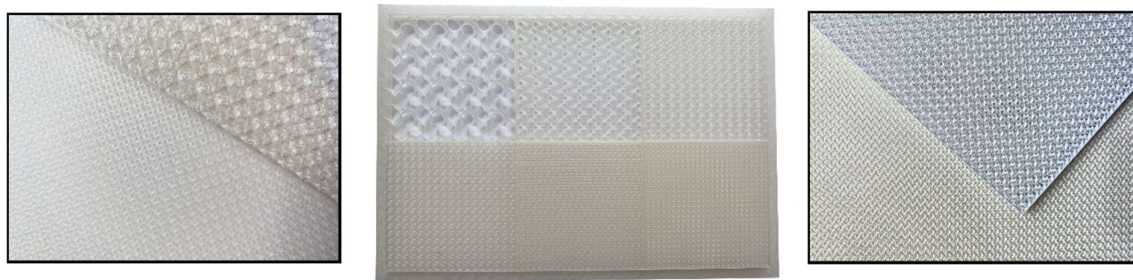
Tím, že model mého svítidla vyrábím v menším měřítku, vzniká tam menší počet větších výřezů. Při větším měřítku se pak tyto výřezy tříští ve více menších, organičtějších otvorů a vznikají o něco zajímavější obrazce.

### 5.3 Gyroidní struktura

Při návrhu jsem opakovaně testoval různé velikosti struktury. Na základě rešerše jsem zjistil, jak velký a hluboký by měl být optimální „krystal“ pro dosažení vhodných akustických vlastností. Poté jsem tyto krystaly zkoumal dále, abych zjistil, jak dobře dokážou difundovat světlo při prosvícení. Každou variantu jsem pečlivě zkoumal, abych zajistil, že splňuje požadované akustické a světelné vlastnosti. Tímto postupem jsem se ujistil, že výsledná struktura bude funkční a esteticky uspokojivá.

Kromě velikosti struktury jsem testoval i různé varianty filamentu. Nejprve jsem zkoumal, jak se chová průsvitnost, když je panel vytištěný z bílého filamentu. Ačkoli tato varianta byla uspokojivá, ve větších plochách působila samotná neprosvícená struktura levným dojmem. Při pokusech s průhledným filamentem se ukázalo, že nejenže světelné vlastnosti byly lepší, ale také estetika panelu byla mnohem zajímavější.

Během dalších testů jsem zjistil, že průsvitnost materiálu závisí také na rychlosti tisku. Rychlý tisk způsobil, že materiál vypadal lehce zamlženě, zatímco pomalejší tisk při vyšší teplotě zanechal plast čistější a průhlednější. Tento objev mi pomohl dosáhnout optimálních vizuálních a funkčních vlastností panelů.



Obrázek 21: Vzorník a testy gyroidní struktury, zdroj: vlastní tvorba

## 5.4 Údržba

Při navrhování a prototypování jednotlivých součástí jsem dbal i na snadnou údržbu svítidla a možnost výměny dílčích částí. Testoval jsem čištění pomocí kompresoru, a to i u složitých struktur panelů. Tento způsob se ukázal jako velmi efektivní, protože vzduchový proud dokáže proniknout do všech propletených "tunelů" struktury a vyfoukat z nich veškerý prach.

Varianty gyroidu i GLASIO jsou navíc snadno vyměnitelné. Všechny ostatní součásti jsou buď prefabrikované, nebo je lze jednoduše vyrobit pomocí laserového řezu či 3D tisku. Tento přístup zajišťuje, že výroba, údržba i případné opravy svítidla budou rychlé a nenáročné.

## 6. Výsledný návrh

Konečný návrh mého akustického svítidla je výsledkem podrobné rešerše, konzultací a pečlivého testování. Tyto kroky mi umožnily vybrat vhodné materiály, optimalizovat výrobní postupy a využít správné programy pro ideální modelování a parametrizaci návrhu.

Mým cílem bylo vytvořit produkt, který se hodí do různých typů prostor. Snažil jsem se, aby byl dostatečně modulární, snadno vyrobitelný, jednoduše smontovatelný a také snadno opravitelný. Tento přístup zajišťuje, že svítidlo bude flexibilní a praktické pro širokou škálu aplikací.

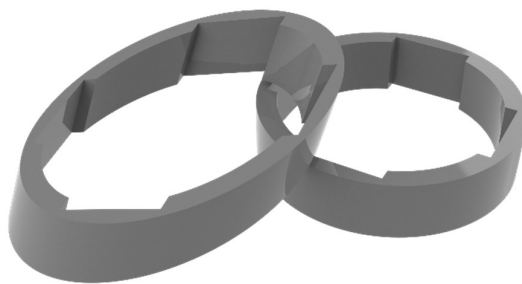
### 6.1 Základní konstrukce

Tubus, který slouží jako absorpční prvek, osa svítidla a kotvení žeber konstrukce, je základním komponentem produktu. Je nezbytné, aby byl dostatečně pevný, ale zároveň lehký. Tubus je vyplněn absorpční vložkou z molitanu, která musí být rovnoměrně perforovaná, aby správně fungovala a zároveň si udržela svou pevnost. U 3D tištěné verze bylo nutné tyto perforace správně navrhnout, aby se ideálně tiskly bez podpěr. Protože tubus musí být složen ze dvou částí, je navržen tak, aby měl ideální rozebíratelný spoj pro případné budoucí opravy. Při návrhu bylo také důležité zohlednit odchylky 3D tiskárny, aby nevznikaly zbytečné mezery a díly do sebe přesně zapadaly.



Obrázek 22: Tubus, zdroj: vlastní tvorba

Na tento tubus jsou připevněny prstence, do nichž se zasouvají ohnutá "křídélka" žeber. Je nutné tyto prstence na tubusu správně umístit, aby byla zajištěna správná silueta, ve které jsou panely instalovány. Ukázalo se také, že je možné tyto prstence tisknout rovnou s tubusem jako jeden díl. Avšak vzhledem k výšce a profilu tubusu se tento přístup ukázal jako neefektivní z hlediska spotřeby materiálu.



*Obrázek 23: Prstence, zdroj: vlastní tvorba*

Odlehčená žebra slouží nejen jako nosník panelů, ale také jako opora pro hliníkové profily, ve kterých jsou umístěny LED pásy. Tyto hliníkové profily, kterých je na každé straně svítidla pět, jsou nezbytné pro zajištění dostatečné pevnosti celé konstrukce. Bez těchto profilů by svítidlo sice udrželo panely, ale konstrukce by byla nestabilní a velmi poddajná. Profily v mém modelu jsou prefabrikované a pevně přivrtané k žebřům, což zajišťuje stabilitu a pevnost celého svítidla. Tímto způsobem se celá konstrukce pevně zakotví a zaručí, že svítidlo bude funkční a stabilní.



*Obrázek 24: Hliníkový profil, zdroj: t-led.cz*

## 6.2 LED osvětlení

LED pásy jsou, jak bylo zmíněno výše, natažené v prefabrikovaných hliníkových profilech. Tyto profily jsou vybaveny mléčnou difuzní krytkou z plastu, která zajišťuje, že bodová světla LED diod se spojí do jednolitého světla. Tento difuzní kryt činí světlo příjemnějším na pohled a zároveň umožňuje lepší prosvětlení gyroidní struktury v celém jejím objemu. Díky tomu svítidlo nejen vypadá esteticky lépe, ale také poskytuje rovnoměrnější a příjemnější osvětlení.

LED diody se vyznačují vysokou a dlouhou účinností, i přesto se stále velká část jejich energie mění na teplo, které je nutné nějakým způsobem odvádět. Přehřátí může vést ke snížení životnosti LED diod nebo k jejich rychlé funkční degradaci. Aby byla zajištěna životnost až 50 000 hodin, neměla by teplota profilu během provozu v daných podmínkách být vyšší než 50°C.

Hliníkové profily jsou na chlazení LED diod používány především kvůli jejich vynikajícím tepelným vlastnostem. Hliník má vysokou tepelnou vodivost, což umožňuje efektivní odvod tepla generovaného LED diodami do okolního prostředí. Tento materiál je také lehký a snadno tvarovatelný, což usnadňuje jeho integraci do různých designů svítidel.

Pokud jde o potřebnou plochu chladiče, obvykle se uvádí, že pro každý watt výkonu LED diody je potřeba přibližně 10 cm<sup>2</sup> povrchu chladiče. Tedy například LED dioda s výkonem 10 W by vyžadovala chladič s povrchem kolem 100 cm<sup>2</sup>, aby se zabránilo přehřátí a zajistila dlouhá životnost.[9]

## 6.3 Montáž

Celková montáž svítidla je, až na výjimky, založena na rozebíratelných spojích, které mají logickou posloupnost při kompletaci. Tato posloupnost se odráží v této práci podobně jako popis jednotlivých dílů, které se budou postupně sestavovat. Každý krok v montáži navazuje na předchozí, což zajišťuje, že každý díl je správně umístěn a funkční v rámci celé konstrukce.

Prvním dílem je tubus, který se skládá ze dvou částí spojených rozebíratelným spojem. Tento spoj umožňuje snadnou manipulaci a sestavení tubusu. Do tubusu se dále vsouvá akustická absorpční vložka, která zajišťuje správné akustické

vlastnosti svítidla. Vložka musí být umístěna tak, aby rovnoměrně vyplňovala objem perforovaného tubusu a mohla efektivně pohlcovat zvuk.



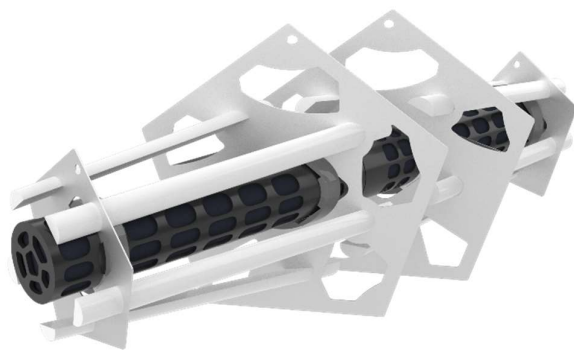
*Obrázek 25: Tubusy s absorpční vložkou, zdroj: vlastní tvorba*

Druhým krokem je lepení prstenců na tubus, které jsou nezbytné pro budoucí montáž žeber. Toto je jediný nerozebíratelný spoj na celém svítidle, což zaručuje jeho pevnost. Jak jsem již zmínil, bylo by možné tyto prstence tisknout přímo na tubusu, ale to by zvýšilo náklady na materiál pro podpory, zpomalilo tisk a zvýšilo finanční náklady. Lepení prstenců zajišťuje pevné a stabilní uchycení.



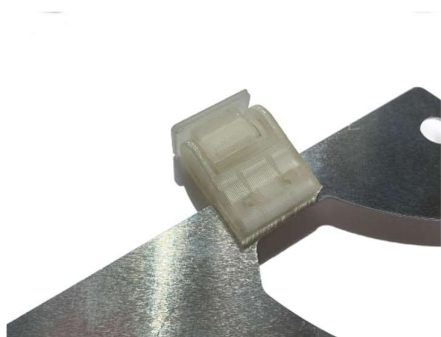
*Obrázek 26: Tubus s žebry, zdroj: vlastní tvorba*

Další částí "skládačky" jsou žebra, která jsou vyřezána laserem z hliníkového plechu. Díky jejich tvaru získává svítidlo svůj konečný vzhled. Navržení a odlehčení žebek bylo časově náročné a vyžadovalo značné úsilí a přesnost. Montáž žebek je postavena na předperforovaných "křidélkách", která se zasouvají do prstenců a zajišťují se na správném místě, což zaručuje stabilitu celé konstrukce.

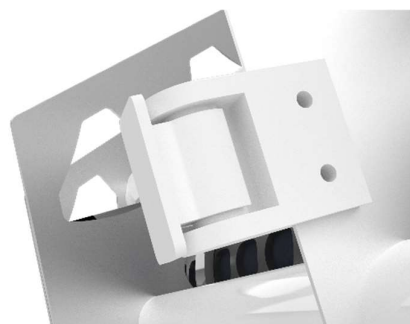


Obrázek 27: Profily přimontované na žebrech, zdroj: vlastní tvorba

Třetí součástí, která zajišťuje pevnost konstrukce, jsou hliníkové profily, které se montují do perforovaných otvorů v žebrech. Tento způsob umožňuje, aby se každé dvě, profily propojená, žebra zaklínila o prstence na tubusu, čímž se vytvoří dostatečně pevný základ pro montáž panelů. Kromě této funkce slouží hliníkové profily také jako chladiče pro LED pásy, čímž se prodlužuje jejich životnost a zajišťuje stabilní světelný výkon.



Obrázek 28: Foto "nacvakávátka", zdroj: vlastní tvorba

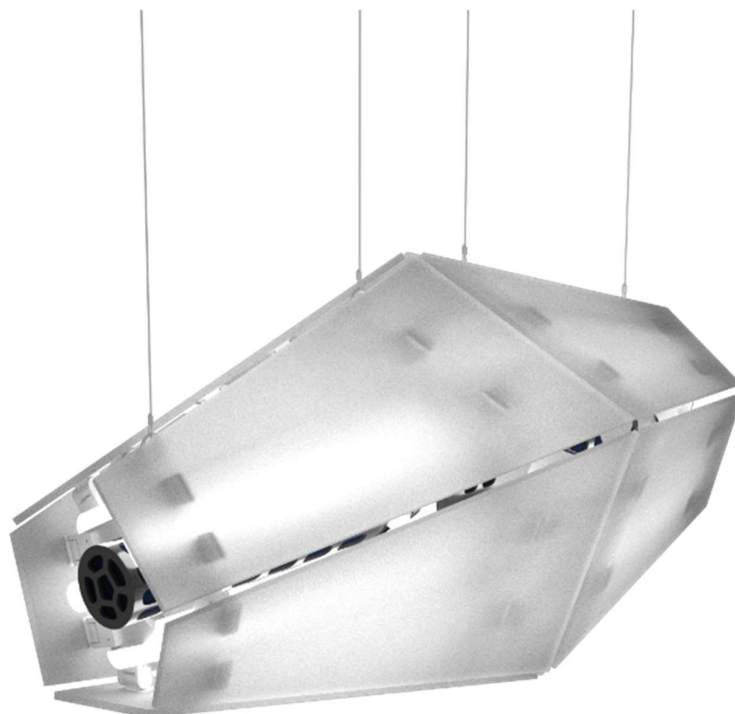


Obrázek 29: Render "nacvakávátka", zdroj: vlastní tvorba

Důležitou částí jsou také, zatím nezmíněná, "nacvakávátka", která zajišťují, že na plechových žebrech vzniknou kotvící místa pro akustické panely. Tato součástka se skládá ze dvou částí: Jedna část se montuje na úzký profil žebra a vytváří válec



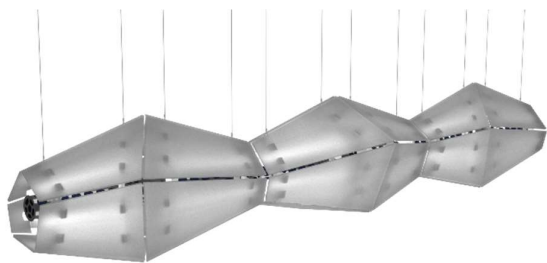
pro nacvaknutí, zatímco druhý díl je přilepený na rub akustického panelu. Tímto způsobem vzniká rozebíratelný spoj, který umožňuje snadnou údržbu nebo opravu panelů a přístup k úpravám konstrukce, které jsou ve složeném stavu nepřístupné. Pro variantu GLASIA se místo těchto "nacvakávek" používá součást založená na podobném principu, ale se závitem, do kterého se panel přivrtá. Tento závitový spoj zajišťuje pevné a stabilní uchycení panelů, což je důležité pro celkovou odolnost a funkčnost svítidla.



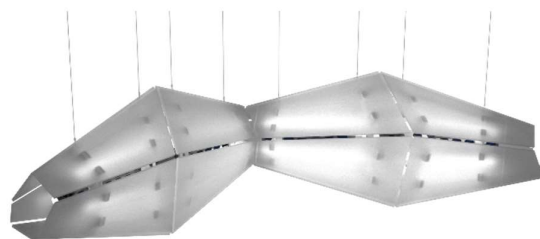
*Obrázek 30: Finální vzhled svítidla, zdroj: vlastní tvorba*

## **6.4 Modularita**

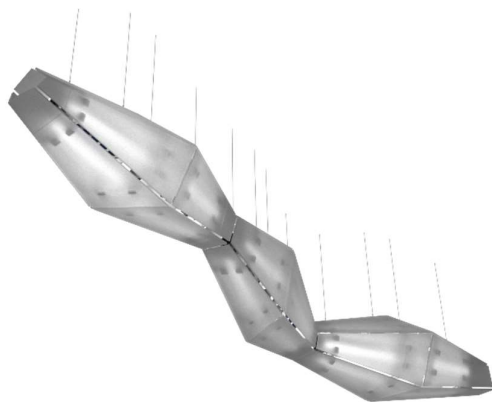
Na začátku procesu navrhování jsem si také stanovil za cíl maximální modularitu. Této výzvě čelím nejen pomocí volbě materiálů mezi gyroidem a GLASIEM, ale primárně tím, že díky parametrizaci modelu, ve 3D CAD programu Grasshopper, jsem schopen na základním tubusu stavět jakýkoliv jiný tvar celého svítidla, který bude fungovat na stejných principech konstrukce, jednoduše a rychle přeparametrizovaných ve vypracovaném projektu v Grasshopperu.



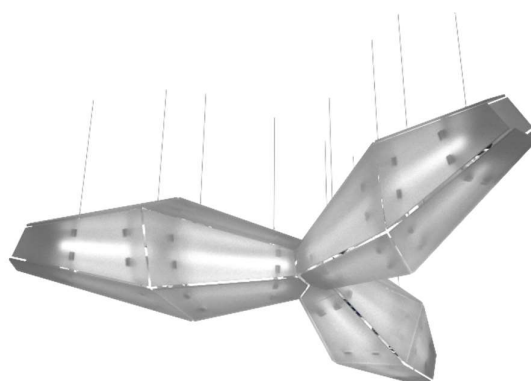
Obrázek 31: Řetězení svítidel 1., zdroj: vlastní tvorba



Obrázek 32: Řetězení svítidel 2., zdroj: vlastní tvorba



Obrázek 33: Řetězení svítidel 3., zdroj: vlastní tvorba



Obrázek 34: Řetězení svítidel 4., zdroj: vlastní tvorba

## 6.5 Použití v interiéru

V interiérech může nastat situace, kdy samotné akustické svítidlo nedosáhne požadovaných světelných nebo akustických výsledků. V takovém případě je nutné jeho výkon doplnit buď dodatečným osvětlením, nebo akustickými prvky.

Pro dosažení estetické jednoty prostoru by bylo ideální řešení akustiky v podobě instalace doplňujících akustických panelů z materiálů jako GLASIA nebo gyroidní struktury, vždy v souladu s použitým materiálem svítidla. Tyto panely by nejen zlepšily akustické vlastnosti místnosti, ale také by esteticky ladily s hlavním svítidlem, čímž by vytvořily harmonický vzhled celého prostoru.

Pokud jde o doplňující osvětlení, ideální volbou by bylo LED osvětlení. Podsvícené lišty, například, by mohly být umístěny strategicky tak, aby poskytovaly dodatečné světlo tam, kde je to nejvíce potřeba. Takové řešení by nejen zajistilo dostatečnou světelnou intenzitu, ale také by mohlo přispět k modernímu a elegantnímu vzhledu interiéru. LED podsvícení je navíc energeticky úsporné a nabízí dlouhou

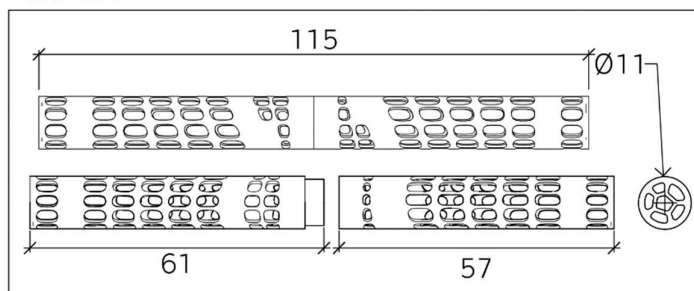
životnost, což z něj činí praktickou volbu pro doplňkové osvětlení. Pro ideální funkci prostoru by mělo být akustické svítidlo, včetně doplňkového osvětlení, stmívatelné. Tím se dosáhne optimálního nastavení světla v různých situacích – například pro tlumené osvětlení při promítání, nebo jen jemné osvětlení během dne.



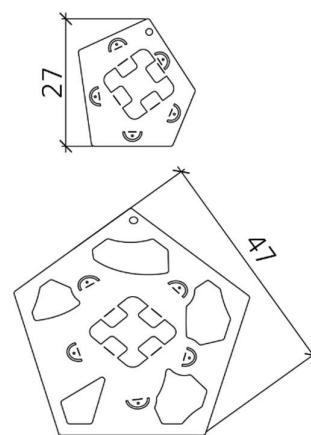
*Obrázek 35: Použití v interiéru, zdroj: vlastní tvorba*

## 7. Technická dokumentace

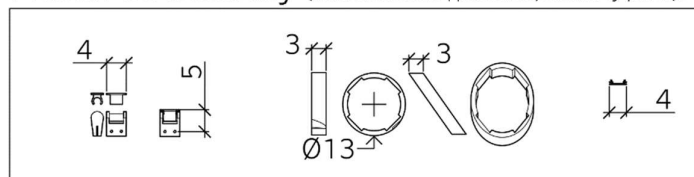
Tubus:



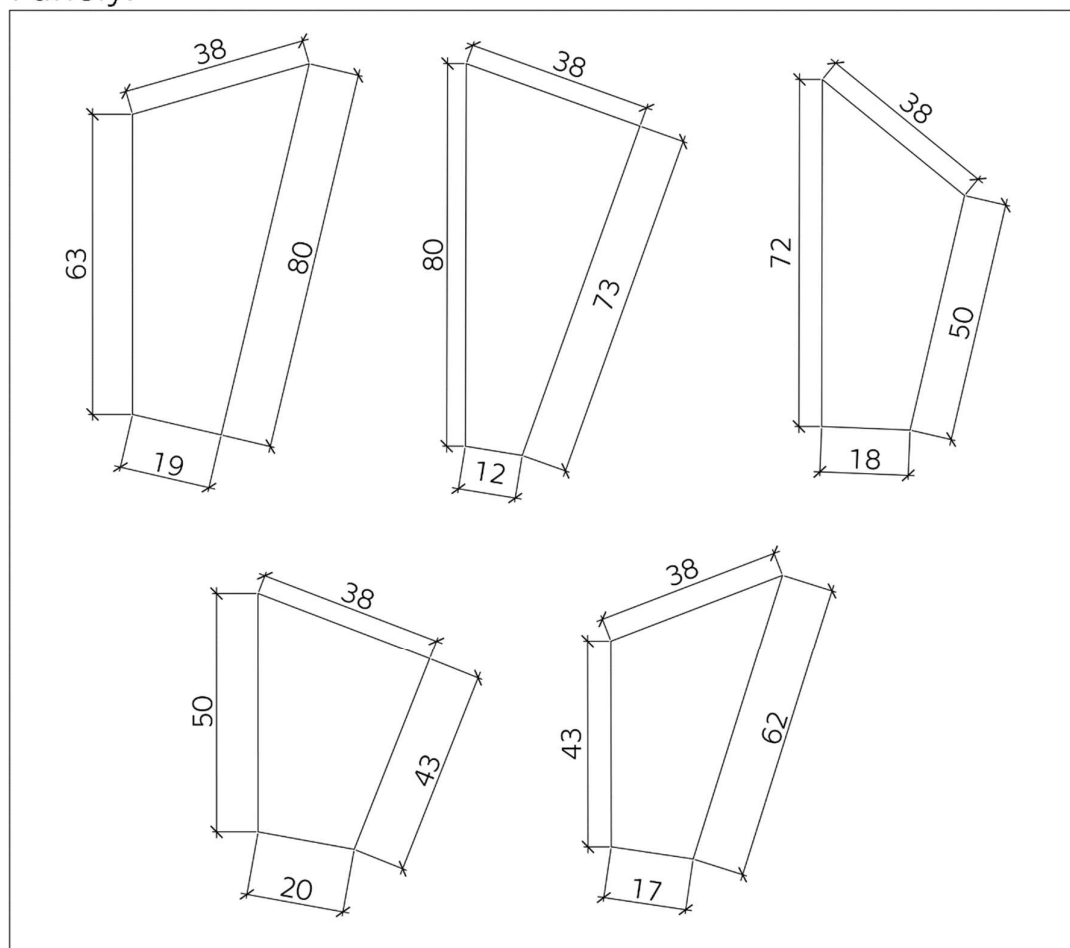
Žebra:



Menší součástky ("nacvakávátka", prstence, hliníkový profil):



Panely:



Obrázek 36: Technický výkres, zdroj: vlastní tvorba

## 8. Závěr a reflexe

V závěru mé práce bych se chtěl primárně zaměřit na rekapitulaci a hodnocení celého postupu navrhování. Chtěl bych zhodnotit, zda finální výstup odpovídá cílům, které jsem si stanovil na začátku. Rád bych také posoudil, zda byla provedena dostatečná rešerše a zda jsem využil správné materiály. Je důležité zjistit, jak se celý proces projevil na výsledku této práce a zda byl alespoň v nějakém směru inovativní. Tímto způsobem bych chtěl zhodnotit celkový přínos mého projektu a jeho potenciál pro další využití nebo rozvoj.

Celý proces navrhování se skládal z několika fází, které jsou v této práci jasně pojmenované a popsány. Tyto fáze se však vzájemně prolínaly a ovlivňovaly. Od pečlivého výběru materiálů pro jednotlivé části svítidla, přes modelování v různých 3D CAD programech, každá úprava i těch nejmenších součástí ovlivňovala jak estetiku, tak funkčnost celé konstrukce.

Zpočátku jsem měl poněkud naivní představu o tom, jak jednoduché bude navrhnout funkční akustické svítidlo, které bude nejen modulární, ale také estetické. Pracoval jsem s myšlenkou implementace produktu GLASIO nebo panelů z gyroidní struktury, což mi dávalo pocit jistoty, že domyšlení konstrukce k tvaru a materiálu bude triviální. Proces navrhování mě však rychle vyvedl z omylu. Navrhování se ukázalo být mnohem složitějším, než jsem původně předpokládal. Každý krok, od volby materiálů až po modelování a testování, přinášel nové výzvy. Musel jsem se neustále přizpůsobovat a měnit své původní plány, což mě přinutilo znovu a znovu promýšlet každý detail. Tímto způsobem jsem nakonec dospěl k návrhu, který nejen splňuje stanovené cíle, ale také přináší inovativní prvky, které jsem původně ani neplánoval.

Výsledný vzhled i efektivita mého svítidla, navzdory všem překážkám, naprosto splňují prvotní požadavky a cíle, které jsem si stanovil na začátku. Jsem si vědom, že by se stále dalo pracovat na způsobech konstrukce, montáže a orientace panelů pro optimalizaci akustických vlastností. V současném stavu však mé výsledky splňují klíčové požadavky na funkčnost a jednoduchost výroby i montáže. To znamená, že výsledný produkt je již dostatečně efektivní a praktický pro použití.

Navíc, díky modulárnímu designu a pečlivému výběru materiálů, je svítidlo nejen snadno sestavitelné, ale také opravitelné. Maximální materiálová a instalační modularita, spolu s parametrickým modelem umožňujícím jednoduché přetvarování pro specifické prostory, činí tento produkt udržitelným a vhodným pro dlouhodobé využití. Tento projekt mi ukázal, že i přes počáteční složitosti lze

dosáhnout vysoce funkčního a estetického výsledku, který je připraven k praktickému využití. Věřím, že mé svítidlo nejen splní očekávání, ale také přinese inovativní řešení do oblasti osvětlení a akustiky interiérů. Tento úspěch mi potvrzuje, že správný přístup a pečlivé plánování mohou vést k vytvoření produktů, které jsou praktické, estetické a udržitelné.

## 9. Obsah použité literatury a obrázků

### 9.1 Seznam použité literatury

- [1] BOSNYAK, Dan; MAHMOUD, Dr a WAGENHAM, Tine. *BAUX The Book of acoustics Making people happy at work*. Vulkan, 2021. ISBN -10 :918923126.

### 9.2 Online zdroje

- [2] SUPERIA. *Cojeto.superia.cz*. Online. 2024. Dostupné z : <https://cojeto.superia.cz/fyzika/akustika.php>. [cit. 2024-05-23].
- [3] What Are Acoustic Panels, What Do Acoustic Panels Do And How Do Acoustic Panels Work? Online. *Burton Acoustix*. 2024, s . 10. Dostupné z : <https://blog.burtonacoustix.com/acoustic-panels/what-are-acoustic-panels/>. [cit. 2024-05-23].
- [4] AVETON. *GLASIO.cz*. Online. 2023. Dostupné z : <https://glasio.cz/en/product/>. [cit. 2024-05-23].
- [5] *Butong.eu*. Online. 2023. Dostupné z : <https://butong.eu/products/acoustic-panels/>. [cit. 2024-05-23].
- [6] Topological Surface States in a Gyroid Acoustic Crystal. Online. *Wiley.com*. 2023, s . 8. Dostupné z : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/adv.202205723>. [cit. 2024-05-23].
- [7] The Power Of Gyroid Infill In 3D Printing: Strength, Efficiency, Precision. Online. *Bigrep.com*. Roč. 2023, s . 8. Dostupné z : <https://bigrep.com/posts/gyroid-infill-3d-printing/>. [cit. 2024-05-23].
- [8] Osvětlení pracoviště ve vztahu k BOZP. Hygienické normy, doporučená intenzita, projektování. Online. *Bozpcz*. Roč. 2023, s. 8. Dostupné z : <https://www.dokumentacebozpcz.cz>. [cit. 2024-05-23].
- [9] Thermal Management of XLamp® LEDs. Online. Roč. 2023, s. 19. Dostupné z : <https://downloads.cree-led.com/files/da/x/XLamp-Thermal-Management.pdf>. [cit. 2024-05-23].

## 9.3 Obrazový materiál

Obrázek 1: Absorbční panel, zdroj: <a href="https://blog.burtonacoustix.com/acoustic-foam/acoustic-foam-vs-wedges">https://blog.burtonacoustix.com/acoustic-foam/acoustic-foam-vs-wedges</a> .....	12
Obrázek 2: Difuzní panel, zdroj: <a href="https://blog.burtonacoustix.com/acoustic-panels/acoustic-panels-vs-sound-diffuser">https://blog.burtonacoustix.com/acoustic-panels/acoustic-panels-vs-sound-diffuser</a> .....	12
Obrázek 3: GLASIO panel, zdroj: <a href="https://glasio.cz/en/design-2/">https://glasio.cz/en/design-2/</a> .....	13
Obrázek 4: Butong panel, zdroj: <a href="https://butong.eu/products/acoustic-panels/">https://butong.eu/products/acoustic-panels/</a> .....	13
Obrázek 5: kryt GLASIO, zdroj: <a href="https://glasio.cz/en/systems/">https://glasio.cz/en/systems/</a> .....	14
Obrázek 6: Struktura gyroid, zdroj: <a href="https://bigrep.com/posts/gyroid-infill-3d-printing/">https://bigrep.com/posts/gyroid-infill-3d-printing/</a> .....	15
Obrázek 7: Stvětlo z gyroidní struktury, zdroj: <a href="https://www.pinterest.ca/pin/11822017746765866/">https://www.pinterest.ca/pin/11822017746765866/</a> .....	15
Obrázek 8: Akustické svítidlo, zdroj: <a href="https://www.archspace.cz/akusticka-svitidla-xal-uvadi-svetlo-a-zvuk-v-symbiozu">https://www.archspace.cz/akusticka-svitidla-xal-uvadi-svetlo-a-zvuk-v-symbiozu</a> .....	17
Obrázek 9: Akustické svítidlo, zdroj: <a href="https://www.archspace.cz/akusticka-svitidla-xal-uvadi-svetlo-a-zvuk-v-symbiozu">https://www.archspace.cz/akusticka-svitidla-xal-uvadi-svetlo-a-zvuk-v-symbiozu</a> .....	17
Obrázek 10: Prvotní návrhy, zdroj: vlastní tvorba.....	20
Obrázek 11: Prvotní nápady, zdroj: vlastní tvorba.....	21
Obrázek 12: Pokročilý návrh 1., zdroj: vlastní tvorba.....	21
Obrázek 13: Soustavy pokročilých svítidel, zdroj: vlastní tvorba.....	22
Obrázek 14: Pokročilý návrh sloupu, zdroj: vlastní tvorba.....	22
Obrázek 15: Pokročilý návrh 2., zdroj: vlastní tvorba.....	23
Obrázek 16: Screenshot z Grasshopperu, zdroj: vlastní tvorba.....	24
Obrázek 17: Záběr z Rhina / Grasshopperu, zdroj: vlastní tvorba.....	24
Obrázek 18: Gabionový tubus, zdroj: vlastní tvorba.....	26
Obrázek 19: Vylaserované žebro, zdroj: vlastní tvorba.....	26
Obrázek 20: Mapa zátěži žebra, zdroj: vlastní tvorba.....	26
Obrázek 21: Vzorník a testy gyroidní struktury, zdroj: vlastní tvorba.....	27
Obrázek 22: Tubus, zdroj: vlastní tvorba.....	28
Obrázek 23: Prstence, zdroj: vlastní tvorba.....	29
Obrázek 24: Hliníkový profil, zdroj: <a href="https://www.t-led.cz/p/led-profil-tube-nastenny-9213#mz-expanded-view-1260145771678">https://www.t-led.cz/p/led-profil-tube-nastenny-9213#mz-expanded-view-1260145771678</a> .....	29
Obrázek 25: Tubusy s absorpční vložkou, zdroj: vlastní tvorba.....	31
Obrázek 26: Tubus s žebry, zdroj: vlastní tvorba.....	31
Obrázek 27: Profily přimontované na žebrech, zdroj: vlastní tvorba.....	32
Obrázek 28: Render "nacvakávátka", zdroj: vlastní tvorba.....	32
Obrázek 29: Foto "nacvakávátka", zdroj: vlastní tvorba.....	32
Obrázek 30: Finální vzhled svítidla, zdroj: vlastní tvorba.....	33
Obrázek 31: Řetězení svítidel 1., zdroj: vlastní tvorba.....	34
Obrázek 32: Řetězení svítidel 2., zdroj: vlastní tvorba.....	34
Obrázek 33: Řetězení svítidel 3., zdroj: vlastní tvorba.....	34
Obrázek 34: Řetězení svítidel 4., zdroj: vlastní tvorba.....	34
Obrázek 35: Použití v interiéru, zdroj: vlastní tvorba.....	35
Obrázek 36: Technický výkres, zdroj: vlastní tvorba.....	36