



Bakalářská práce

Akustický panel

Acoustic panel

Autor: **Veronika Válková**

Studijní program: B212 Design
Studijní obor: 15150 Design

Vedoucí: doc. MgA. René Šulc

Praha, červen 2023

© Veronika Válková

České vysoké učení technické v Praze, 2023

Klíčová slova: *mycelium, akustika, panel, dřevo, kruh, strop, kancelář, zvuk*

Key words: *mycelium, acoustic, panel, wood, circle, ceiling, office, sound*



České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury	
Autor: Veronika Válková	
Akademický rok / semestr: LS 2022/2023	
Ústav číslo / název: 15150/Design	
Téma bakalářské práce - český název: Akustický panel	
Téma bakalářské práce - anglický název: Acoustic Panel	
Jazyk práce: Čeština	
Vedoucí práce:	doc. MgA. René Šulc
Oponent práce:	MgA. Alena Kazatelová
Klíčová slova (česká):	Mycelium, akustika, panel, dřevo, kruh, strop, kancelář, zvuk
Anotace (česká):	V bakalářské práci jsem se zabývala návrhem akustického panelu z mycelia. Hlavním cílem bylo vytvořit produkt, který posune technologii zpracování tohoto materiálu a zařadí jej do běžného kancelářského prostředí. Zároveň jsem výsledným objektem chtěla poukázat na proces výroby produktů z mycelia, tím že formu, která je nedílnou součástí výrobního procesu, začlením do finálního produktu.
Anotace (anglická):	In my bachelor's thesis, I dealt with the design of an acoustic panel made of mycelium. The main goal was to create a product that would advance the processing technology of this material and include it in a regular office environment. At the same time, with the resulting object, I wanted to point out the process of producing products from mycelium, by incorporating the form, which is an integral part of the production process, into the final 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 25.5. 2023

Podpis autora bakalářské práce

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



FAKULTA
ARCHITEKTURY
ČVUT V PRAZE

2/ ZADÁNÍ bakalářské práce

jméno a příjmení: Veronika Válková

datum narození: 24.12.2000

akademický rok / semestr: 2022/2023

obor: Design

ústav: Ústav designu 15150

vedoucí bakalářské práce: doc. MgA. René Šulc

téma bakalářské práce: akustický panel

viz přihláška na BP

zadání bakalářské práce:

1/ popis zadání projektu a očekávaného cíle řešení

Ve svém projektu se zaměřím na akustiku kancelářského prostředí. Cílem projektu je vytvořit systémové řešení, které bude splňovat estetické, funkční, materiálové a ekologické požadavky open-space prostoru.

2/ popis závěrečného výsledku, výstupy a měřítko zpracování

Model 1:1

Výkresová dokumentace

Portfolio v digitální a tištěné podobě

Plakát

2X tištěnou knihu

3/ seznam případných dalších dohodnutých částí BP

Datum a podpis studenta

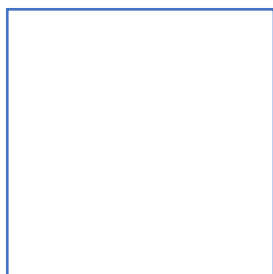
Válková 2. 3. 2023

Datum a podpis vedoucího DP

2. 3. 2023

registrováno studijním oddělením dne

2. 3. 2023



Chtěla bych poděkovat svým rodičům, kteří mi poskytovali spoustu opory a energie pro dokončení bakalářské práce. Zároveň si moc vážím času pana inženýra Tomáše Rozsívala z firmy Akustika Praha, který se mnou sdílel spoustu cenných informací v rámci rozhovoru a následně se mnou dále komunikoval přes sociální sítě a snažil se mi být co nejvíce nápomocen.

OBSAH

1. Úvod -----	8
2. Analytická část-----	10
2.1. Typy akustických panelů -----	10
2.2. Rozhovor Akustika Praha -----	10
2.3. Výroba mycelia-----	14
2.4. Podmínky pro výrobu mycelia -----	16
3. Výstup analýzy a formulace vize-----	17
4. Proces navrhování-----	19
5. Prototypování a testování -----	24
6. Finální návrh -----	27
6.1. Tvorba formy a konstrukce -----	27
6.2. Tvorba mycelia -----	28
7. technická dokumentace -----	32
8. Závěr a reflexe -----	33
9. ZDROJE -----	35
9.1. Textové zdroje-----	35
9.2. Obrazové zdroje -----	35

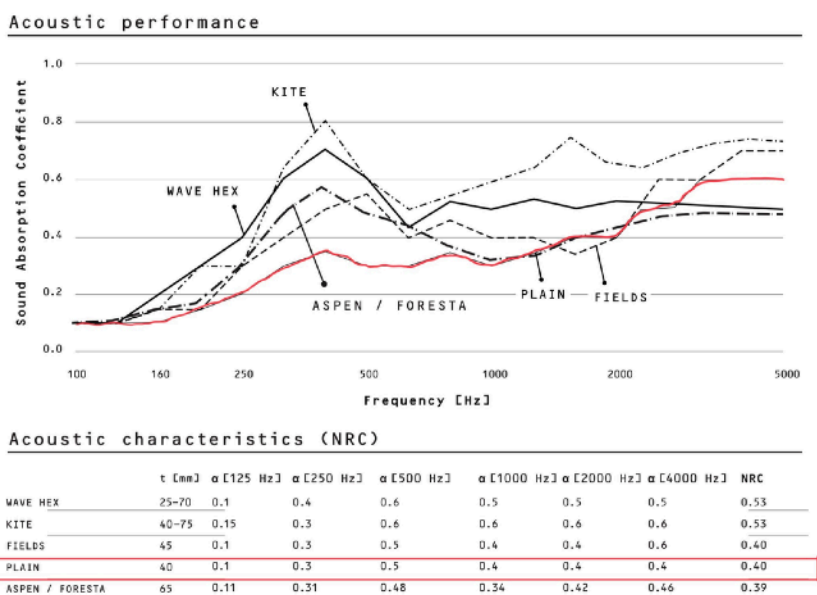
1. ÚVOD

Okolní zvuky, člověku pomáhají s orientací v prostoru a vnímání svého okolí. Můžou ale zároveň působit také, jako rušivý element, který snižuje koncentraci na danou práci a zhoršují pracovní výkon. V kancelářských podmínkách je pracovník vystaven stresovým faktorům v podobě hluku, telefonátů, konverzací kolegů, šramotu klávesnic a dalších zvukových vlivů.

Ve své práci se chci zabývat návrhem akustického panelu pro kancelářský prostor. Bude se jednat o průzkum akustiky, uspořádání kanceláří open-space a o prostudování materiálu společně s jeho vlastnostmi a limity. Výsledkem bude kompromis, který by měl uspokojit potřeby běžného pracovníka a přispět ke zlepšení pracovního prostředí.

V první fázi se budu zabývat rešerší všech akustických řešení dostupných na trhu. Dále budu nahlížet a snažit se porozumět denním potřebám pracovníka, pravděpodobně formou dotazníku a pročtením odborné literatury, popřípadě rozhovoru. Budu zkoumat, jaký vliv mají různé zvukové podněty na produktivitu a pohodu zaměstnanců.

Rozhodla jsem se pro volbu mycelia, jako materiálu pro výrobu panelu vzhledem k jeho dobré absorpci zvuku. Mycelium je síť vláknitých struktur vytvořená houbou, která může být kombinována s různými substráty pro vytvoření kompozitních materiálů. Tento materiál nabízí zajímavý potenciál pro akustické aplikace a ekologicky šetrný přístup. V grafu níže můžeme nahlédnout na akustické vlastnosti mycelia. Červeně jsem zvýraznila hodnoty týkající se mého projektu.



Obr. 00: Graf popisující akustické vlastnosti mycelia získané firmou Mogu

Cílem mého výzkumu je najít designové řešení, které bude vyhovovat klasickým požadavkům kanceláří, a zároveň implementovat mycelium jako relativně nový materiál do běžného života člověka. Chci přiblížit přírodní materiály lidem a hledat citlivá řešení, která budou pro běžného pracovníka přijatelná, i pokud není vyloženě ekologicky orientovaný.

Pro svoji práci jsem se rozhodla zabývat relativně novým materiálem, který má dle mého názoru potenciál průmyslového využití v daleko větším měřítku než doposud. Jedná se o myceliový kompozit, což je zjednodušeně podhoubí, které ve spojení se substrátem vytváří různé materiály, jejichž mechanické vlastnosti se mohou výrazně lišit. Výsledný materiál závisí na druhu houby, která se použije, a dále na druhu substrátu, pro který se často využívají odpadní materiály.

Myceliový kompozit představuje zajímavou alternativu k tradičním materiálům používaným v interiérovém vybavení kancelářských prostorů. Jeho schopnost absorbovat zvuk a snižovat hluk v prostředí je jedním z hlavních důvodů, proč ho zvažuji pro návrh akustického panelu. Kromě toho má mycelium také vynikající izolační vlastnosti, což přispívá k lepšímu udržování teploty a energetické efektivitě prostoru.

Dalším důležitým aspektem mého výzkumu bude studium designových možností, které mycelium nabízí. Tento materiál je přirozeně esteticky atraktivní a může přinést organický a přírodní prvek do kancelářského prostředí. S pomocí moderních technologií lze mycelium také formovat do různých tvarů a struktur, což otevírá prostor pro kreativní a inovativní design.

Během výzkumu budu zkoumat nejen samotnou výrobu myceliových panelů, ale také jejich životní cyklus a udržitelnost. Mycelium je biologicky odbouratelný materiál a jeho použití může přispět k snížení negativního dopadu na životní prostředí. Zároveň je důležité zhodnotit ekonomickou proveditelnost a tržní přijetí myceliových panelů v kontextu kancelářského prostředí.

Celkově si kladu za cíl přinést nový a inovativní pohled na akustické řešení kancelářských prostor pomocí myceliových panelů. Věřím, že tato práce může přispět k vylepšení pracovního prostředí a zvýšení pohody zaměstnanců prostřednictvím snížení hluku a zvukových rušivých faktorů.

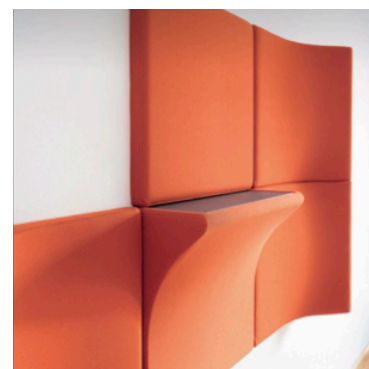
2. ANALYTICKÁ ČÁST

2.1. Typy akustických panelů

Na obrázku číslo 01 je zachycená stěna složená z menších segmentů, "cihliček", které se zasouvají na kovové tyče. Princip vytváření uživatelem svojí jedinečné stěny, může fungovat v kancelářských prostorách kladně, vzhledem k tomu, že si k produktu sám uživatel při stavbě vytvoří vztah. Kdyby měl každý segment specifický vzhled, mohlo by se jednat o zajímavou hru. Navlíkání na trubku by se dalo zároveň využít pro otáčení panelu.

V dalším případě se jedná o jednolitý kus, který se vsazuje do drobné konstrukce, která stěnu drží ve vertikální poloze. Spojení panelu a podstavy může vytvořit zajímavý detail. Zároveň je produkt velmi jednoduchý na instalaci.

Ve třetím obrázku se pracuje s připevňováním panelu na zeď. Zde tvoří akustický prvek a může fungovat jako polička pro odkládání předmětů.



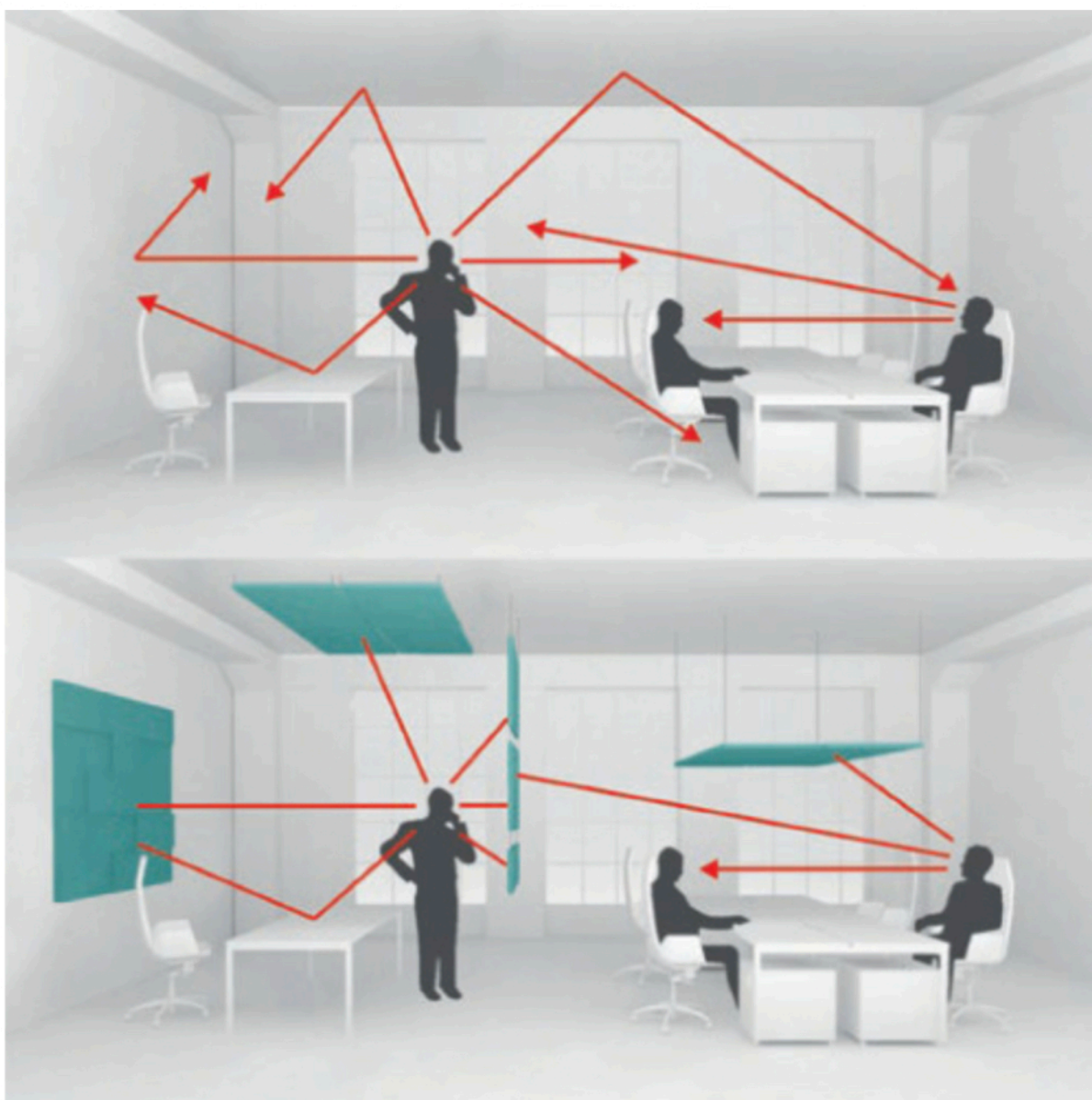
Obr. 01: Akustická stěna, bloky, Obr. 02: Akustická stěna, jednolitá zeď, Obr. 03: Akustický panel na zeď

2.2. Rozhovor Akustika Praha

Rozhovor Ing. Tomáš Rozsívál Akustika Praha s.r.o.

"Zaprvé jde o ten tvar toho prostoru. Konkrétně teda z hlediska případných akustických úprav toho prostoru je výška. Čím je ten prostor vyšší, tím je v něm delší doba dozvuku a tím se tam bude ten zvuk víc rozléhat. Takže kdyby to bylo, já nevím, dva a půl metru, tak se Vám tam v podstatě ten zvuk moc šířit nebude. Ale u vyšších stropů je namístě zabývat se nějakým širokopásmovým podhledem zavěšeným pod tím stropem podle zase tvaru místnosti, podle rozsazení těch lidí v té kanceláři. Je zajímavé se případně zabývat, jestli má být obložen celý ten strop, nebo jestli stačí třeba jen část, ale to se obecně nějak těžko popisuje. Říkám, to je teda spíš vázáno na nějakou tu konkrétní situaci. A jinak co se týče clon, existuje celá řada výrobků, které je možné koupit. Dodávají se takové clony

přímo šroubované svěrkami na stůl. Samozřejmě účinnější jsou zase ty clony pokud jsou řešené jako pohltivé, na druhou stranu jsou zase dražší. Takže záleží potom zase na tom, jak je důkladná ta ochrana soukromí těch lidí v rámci té kanceláře. Ale jaksi prioritní je ta úprava toho stropu. Prostě pokud je tam hladký rovný strop. Já nevím, beton, nebo prostě cokoli, omítnuté panely, nebo něco, tak rozhodně je první krok důležité počítat s tím, že pod tím stropem bude třeba zavěsit nějaký ten pohltivý podhled. Ty clony jsou samozřejmě taky účinné, ale právě pokud tam zůstane ten tvrdý strop, tak ten účinek těch clon bude do značné míry tím stropním odrazem rušit.



Obr. 04: Akustika v kanceláři

Berte to tak, že ty struktury jsou z hlediska nějakého šíření zvuku, to znamená nějakého směřování těch odrazů nebo čehokoli podobného. Tak ty rozměry těch struktur by měly nějakým způsobem korespondovat s vlnovou délkou toho signálu. Přičemž vlnová délka 100 Hz je 3,4 m. Takže prostě struktury v řádu jednotek cm jsou pro slyšitelné pásmo kmitočtů v podstatě hladká plocha. Jenom taková úprava, aby to bylo hezké na pohled, ale z akustického hlediska to smysl nemá. To by skutečně muselo být to členění nějakým způsobem větší, ale obecně zrovna u těch kanceláří, tam je důležité, aby ten strop pohlcoval. Můžou nastat situace, kdy je to možná nějakým tím způsobem šíření zvuku potlačit, ale obecně to nelze nějak doporučit."

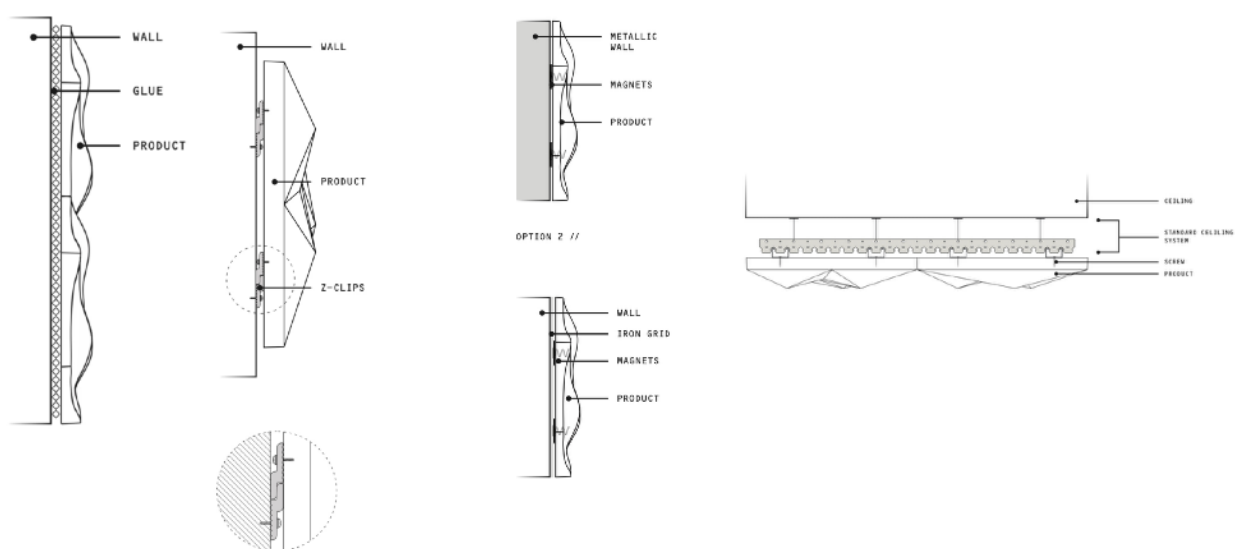
A jak jsou ty panely u toho stropu horizontálně nebo vertikálně?

"Z hlediska toho šíření zvuku, je to v zásadě jedno, jestli tam budete mít rovinný podhled a nebo jestli tam zavěsíte nějaké ty wafle na svislo. To spíš záleží na tom třeba, když se to kombinuje s osvětlením, tak jestli ten plošný podhled tomu osvětlení nějak nevadí, když by se to montovalo třeba dodatečně, tyhleto úpravy. Zrovna tak klimatizace, nebo vzduchotechnika, cokoli, ale z hlediska funkce je to v zásadě jedno. U obou podhledů závisí na hloubce svěšení. Čím je hloubš pod stropem, teda v nějaké rozumné míře. Řekněme, že to má smysl do nějakých třiceti cm. Je rozdíl mezi funkcí podhledu, který je zavěšený pět cm pod stropem a třicet cm pod stropem. Jako už je zdaleka menší rozdíl mezi tím, jestli je ten podhled třicet cm, nebo metr. To už moc vám ten nárůst je takový logaritmický, takže tam už se to prostě moc nemění. Ale u těch waflí, tam je jednak z hlediska pohltivosti důležitým parametrem samozřejmě ta hustota toho rozvěšení, vzdálenost. Většinou se dělají v nějakých řadách, nebo obrazcích, čtverce. To už je spíš záležitost architektonická, než akustická. Ale jsou různě vysoké. Třicet cm, šedesát cm. Mohou viset těsně u stropu, mohou viset půl metru pod stropem, tam zase podle situace. Pak je v podstatě podle katalogu potřeba najít pro danou situaci, jaká varianta je tam nejvhodnější, přičemž obecně u kanceláří, tam vždycky je jediným kritériem co největší zatlumení. Jako já nevím, u kinosálu vám jde o to, aby tam ty lidi slyšeli, aby tam byly dobré poslechové podmínky, ale u kanceláře, tam jde především o to, tam tu kancelář zatlumit, tak aby tam co možná slyšeli nejmíň. Obecně typy akustických obkladů jsou různé. Nejběžnější nejčastěji používané jsou nějaké minerální, ty jsou taky nejlevnější, taky proto jsou ve všech spořitelkách, kancelářích a podobně. Dřevěné obklady mohou být laťové, děrované, sádrokartonové také existují. Zase u těch kanceláří, kde jde teda spíš o maximální možnou pohltivost, tak tam je nejvhodnější ten minerál. Ty děrované at už dřevěné či sádrokartonové, mají tu pohltivost úzkopásovější, tak tam je potom třeba kombinovat dva různé, nebo i tři různé typy obkladů, aby ta pohltivost

dosáhla rovnoměrně v celém tom nějakým slyšitelným pásmu, co teda se běžně bere oktáva sto Hz až tři tisíce sto padesát Hz, nebo čtyřitisíce."

Na základě rozhovoru jsem dospěla k pár myšlenkám, které se daleko liší od původní představy. Prvotní nápad byl vytvořit dělící stěnu mezi pracovníky, aby se zvýšilo soukromí zaměstnanců a akustický komfort při práci. Po zjištění, že základem akustiky je vyřešení odrazivosti stropu, jsem došla k závěru, že se budu zabývat akustickými podhledy. Toto řešení se mi jevilo praktické vzhledem k tomu, že se dá využít i do kanceláří se stísněným prostorem, což bývá problém menších firem."

Z velké části jsem informace o akustických vlastnostech a technických řešení mycelia čerpala z francouzské firmy s názvem Mogu, která akustické myceliové panely vyrábí. Díky jejich technickým dokumentacím jsem nashromáždila podstatnou část podkladů pro samotné designové řešení. Této firmě se dostává velké podpory ze strany společnosti Ecovative, takže se jim podařilo zdokonalit výrobní proces, tak že panely z mycelia jsou rovnoměrně porostlé bílou vrstvičkou. Z technických listů jsem vyčetla, že nejčastěji využívaná tloušťka stěny mycelia jsou čtyři centimetry. Stejnou tloušťku jsem využila i ve svém návrhu. V Mogu pro uchycení panelů na stěnu využívají tři principů. Prvním z nich jsou magnety vlepené do zadní stěny, které se přichytávají na kovovou konstrukci přimontovanou ke zdi. Dalším principem je vrostlá kovová součást do mycelia, která vytváří drážku zajišťující do kolejnice přichycené ke zdi. Posledním řešením, které se ale využívá jen u jednoho typu panelů, je dřevěná konstrukce, která v rozích disponuje magnety a vytváří mřížku, do které se mycelium vkládá jako skládačka. Tento typ se nazývá Foresta.



Obr. 05: Ukotvení akustických panelů/Mogu

Velkým přínosem mi byla zároveň návštěva firmy Mikilio a jejich exkurze firmou. Byly mi vysvětleny způsoby tvorby substrátu a různé formy povrchových úprav, které jsou relativně důležité, pro sjednocení povrchu, který bez úpravy má tendenci se drobit. Nejvíce mě z nich oslovilo natírání panelu voskem, což mělo za následek vytvoření jednolité vrstvy. Zároveň tím došlo k zdůraznění přirozeného mapovitého vzhledu tohoto přírodního materiálu. Podtrhne se tím jedinečná a nezaměnitelná struktura každého samotného produktu z mycelia. Bohužel jsem od nich později zjistila, že tato technika je nevhodná, protože po několika měsících dochází k popraskání povrchu. Dále lze pro úpravu užít například lněného oleje, který povrch zbarví do oranžova. Jeho výhodou je zároveň jednoduchá dostupnost. Lze jej zakoupit v jakýchkoli barvách laků.



Obr. 06: Mycelium povrchově upravené lněným olejem

Pro výrobu substrátu se využívají odpadní materiály, které by se musely v odlišném případě likvidovat jiným neekologickým způsobem. Mikilio se například momentálně snaží zužitkovat odpad ze sádkartonových zdí. A tento odpadní materiál z interiéru, využít pro tvorbu segmentů pro výstavbu stěny v interiéru.

2.3. Výroba mycelia

Při výrobě mycelia nevzniká žádný vedlejší produkt a zároveň ho lze využít, jako náhradu za různorodé materiály. Mycelium je podhoubí houby, skládající se z jemných vláken. Když si připravíme správný substrát v ideálních podmínkách, stačí nám jedna spora mycelia k tomu, aby substrát prorostl do všech částí formy. Substrát nahrazuje odpadní produkty rostlin a živočichů nacházejících se běžně v přírodě a podporuje růst mycélia. Tady je stručný postup vypěstování si svého vlastního materiálu z mycelia podle Libin Yang, Deakwon Park, and Zhao Qin:

1. Nejprve potřebujeme kultivační misku, do které vložíme spory hub a přidáme dostatek vody a živin. Během 7-14 dnů by se měla celá miska myceliem pokrýt.

2. V další fázi si připravíme substrát, který může být v podobě pšenice, slámy, hnědé rýže a dalších organických látek. Do něho vložíme část mycelia a inkubujeme ho v teplotě 24-25 stupňů Celsia a v dostatečně vysoké vlhkosti s přístupem čerstvého vzduchu.



Obr. 07, Kultivační miska



Obr.08, Myceliový biokompozit

Díky spojení mycelia s organickým substrátem vzniklým z odpadů, ať už zemědělských, či průmyslových, se vytváří biokompozit, který lze dále využít pro výrobu nízké i vysoce hodnotných materiálů. Většina slitin a kompozitů vyžaduje obrovské množství energie a složité stroje pro svoji výrobu. Oproti tomu výroba materiálů z mycelia je velmi šetrná, jak bylo popsáno v předchozích odstavcích.

Výsledné materiály mohou disponovat specifickými funkcemi, jako je například požární odolnost či akustická izolace. I ty nejhorší desky z mycelia mají minimálně 70-75% akustickou pohltivost při 1000 Hz. Spojením výběžkaté trávy a čiroku

můžeme dosáhnout materiálu s největší akustickou absorpcí, čehož lze využít pro výrobu akustických panelů.¹

2.4. Podmínky pro výrobu mycelia

Růst mycelia nejvíce ovlivňuje teplota a vlhkost. Ideální teplota pro pěstování se uvádí 24- 25 stupňů Celsia (pokojová teplota). Nemusí se vytvářet extrémní podmínky pro jeho pěstování. Tento faktor způsobuje zlevnění celého procesu výroby. Pro udržování dostatečné vlhkosti se užívá rozprašovačů a zavlažovacích systémů. Ideální vlhkost se dá docílit i použitím polopropustného polypropylenového sáčku, který ve stejnou chvíli zajistí potřebnou sterilitu.

Aby se docílilo dostatečného mechanického výkonu, je zapotřebí deaktivovat růst mycelia odstraněním vody, která jej tvoří z 60%. Substrát určuje, kolik vody mycelium obsahuje a je tedy potřeba odstranit. I po odstranění vody se v materiálu nadále nachází zhruba 10-15% vody.

Tento krok může z velké části ovlivnit mechanické vlastnosti. Nejběžnějším procesem je sušení, které vytvoří lehkou a pevnou strukturu. Podle výzkumu, který ve své práci z roku 2020, uváděli Jason Maximino C. Ongpeng, Edward Inciong, Vince Sendo, Crizia Soliman a Adrian Siggaoat, se laboratorní trouba nahřeje na teplotu mezi 110-115 stupni Celsia a myceliový kompozit se v ní nechá sušit po dobu minimálně 24 hodin. Sušení lze nahradit lisováním, které snižuje pórovitost a podporuje daleko více jeho pevnost. Lisování za tepla s tlakem je neefektivnější, pokud potřebujeme dosáhnout, co nejvyšší pevnosti. Nemusí sloužit jen jako náhrada za sušení, ale může být dalším krokem zpracování.

(Applied Science, Using Waste in Producing Bio-Composite Mycelium Bricks, 2020 <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/15/5303>)

¹ (<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmats.2021.737377/full>)

3. VÝSTUP ANALÝZY A FORMULACE VIZE

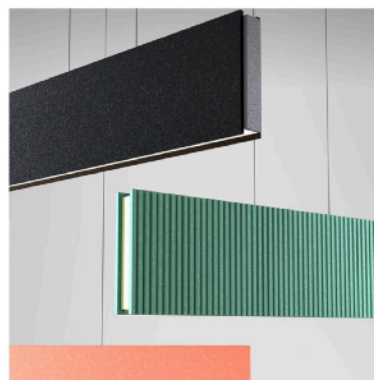
Při úpravě akustiky kancelářského prostoru je důležité zohlednit několik faktorů. Prvním z nich je výška samotného prostoru. Vyšší prostor znamená delší dobu dozvuku a větší rozšíření zvuku. Pokud je výška prostoru pouze kolem dvou a půl metru, zvuk se v něm nebude příliš šířit. V případě vyšších stropů je však vhodné uvažovat o akustické úpravě s využitím širokopásmového podhledu, který je zařazen podle konkrétního tvaru a rozsažení osob v kanceláři.

Klíčovým prvkem akustické úpravy je právě strop. Je-li strop hladký a rovný, je nezbytné zavěsit pohltivý podhled, který minimalizuje odrazy zvuku. Existuje celá řada výrobků, jako jsou clony, které lze použít k ochraně soukromí jednotlivých osob v kanceláři. Je však třeba si uvědomit, že tyto clony budou v případě tvrdého stropu odrážet zvuk a snižovat jejich účinnost. Proto je při akustické úpravě důležité začít právě s úpravou stropu.

Horizontální nebo vertikální orientace panelů v podhledu nemá vliv na šíření zvuku. Je spíše otázkou architektonického a designového rozhodnutí a zohlednění dalších faktorů, jako osvětlení a klimatizace. Významným parametrem je však hloubka svěšení podhledu. Čím je podhled hlouběji pod stropem, tím více se zvuk pohltí. Rozdíl mezi podhledem, který visí pět centimetrů a tím, který visí třicet centimetrů, je významný. Nicméně nárůst nad třicet centimetrů již nemá výrazný vliv na akustiku.



Obr.09, Příklad horizontálního zavěšení



Obr.10, Příklad vertikálního zavěšení

Při práci s myceliem jsem se oprostila od jeho celkové čistoty a rozhodla jsem se, nechat do něj vrůst jiné materiály. Tloušťka stěny z mycelia by měla být minimálně 1 cm, v ideálním případě aspoň 2 cm. Po vytažení myceliového výrobku z formy lze dosáhnout po celém jejím obvodu bílého povlaku. Stačí produkt nechat na vzduchu a rozprášíť po něm vodu. Pokud chceme tento efekt prohloubit, rozmícháme cukr s droždím, který umístíme v blízkosti mycelia a tato přísada

zvýší koncentraci CO₂, což má za efekt podpoření tvorby bílého kožíšku. Produkt je ale nutné udržet v naprosté sterilitě, jinak se na povrchu vytvoří mapy, v místech, kde mycelium bojovalo s infekcí. Barvy lze využívat, ale pouze elastické, které nechají volný průchod zvuku k materiálu, který ho pohltí.

Každý výrobek z mycelia vyžaduje růst ve formě a následné vysoušení. Při vysoušení dochází k smrštění materiálu. Smrštění závisí na množství vody obsažené v substrátu, takže se může lišit. Při výrobě kruhu o průměru 90 cm dochází ke smrštění o zhruba 7 cm v průměru.



Obr. 11: Měření smrštění mycelia

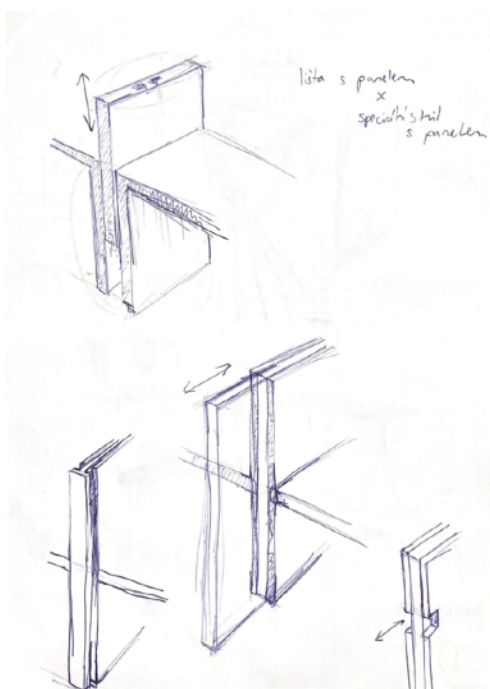
Na základě analýzy, jsem přišla s vizí pracovat s myceliem jiným způsobem, než je běžné. Většinou se využívá plastových forem, v kterých produkt roste. Poté se z formy vyjme a vloží do sušící místnosti, kde se zbaví přebytečné vlhkosti a tím se zastaví rozmnožování mycelia a je možné s produktem dále pracovat, protože už nedochází k jeho infekci. Mojí vizí je implementovat formu do výsledného produktu.

Dále jsem si díky dotazníku určila svoji cílovou kategorii, kterou bude běžný zaměstnanec firmy dělit se o svůj pracovní prostor spolu s dalšími pracovníky.

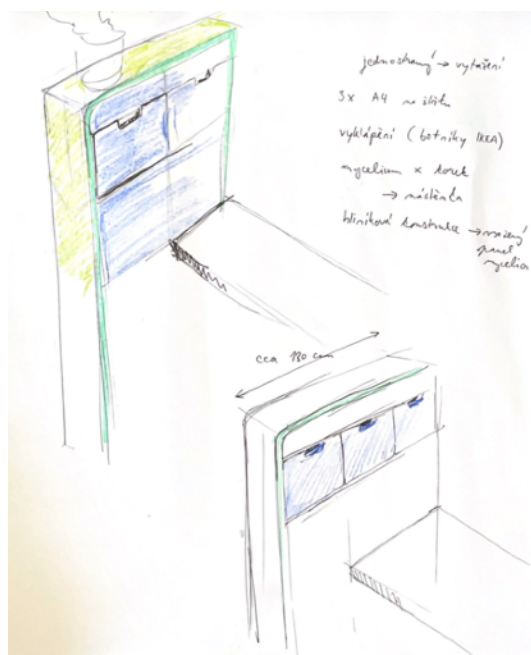
4. PROCES NAVRHOVÁNÍ

V první fázi jsem se zaměřovala převážně na oddělení pracovních míst pomocí stěny, která bude mít zároveň dobré akustické vlastnosti, takže nebude docházet k rušení pracovníků např. Telefonáty se zákazníky... Využívala jsem principu zapadávání částí mycelia do konstrukce tvořené ze dřeva. Každému jednotlivému pracovníkovi by to umožnilo prostor pro vlastní invenci v rámci navrhnutí si ideálního pracovního místa, ke kterému bude mít osobní vztah. Stěna by sestávala z devíti modulů a pracovník by si mohl volit z různých struktur na pohledové straně a povrchových úprav. Struktura mycelia je velmi podobná struktuře korku, takže by se stěna dala využívat jako nástěnka a daly by se na ni připnout různé důležité poznámky či osobní věci. Pokud by došlo k opotřebení některého bloku, dal by se jednoduše nahradit jiným.

Dále mě napadlo pracovat s modulem, který by se dal zasouvat mezi dva stoly. To by umožnilo zaměstnancům oddělení či propojení pracovních míst pouhým vysouváním a zasouváním bloků. Od tohoto nápadu jsem ale později opustila. Dalším nápadem bylo například zajíždění stěny mezi stoly. Nebo vysouvání stěny, z přepážky, pokud by zaměstnanec chtěl zvětšit svůj osobní prostor



Obr. 12: Zajíždění stěny

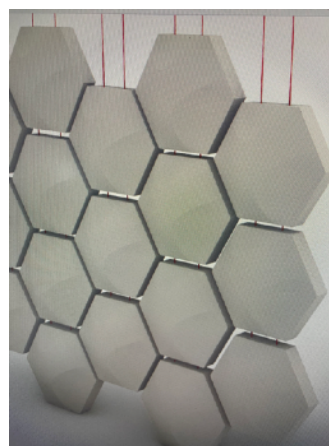


Obr. 13: Nástěnka/kartotéka

Protože do mycelia se po usušení nemůže vrtat, napadlo mě nechat vrůst kartónové trubičky dovnitř celku a tím vytvořit prostor pro následnou konstrukci. Výhodou by byla mimo jiné i formovací část, ve které je nutné myslet na následné oddělování formy od produktu, jelikož mycelium se i na plastové součásti lepí. Díky tomu že díra by byla tvořená formou, která by s produktem srostla, odpadla by starost o to, jak ji oddělit.

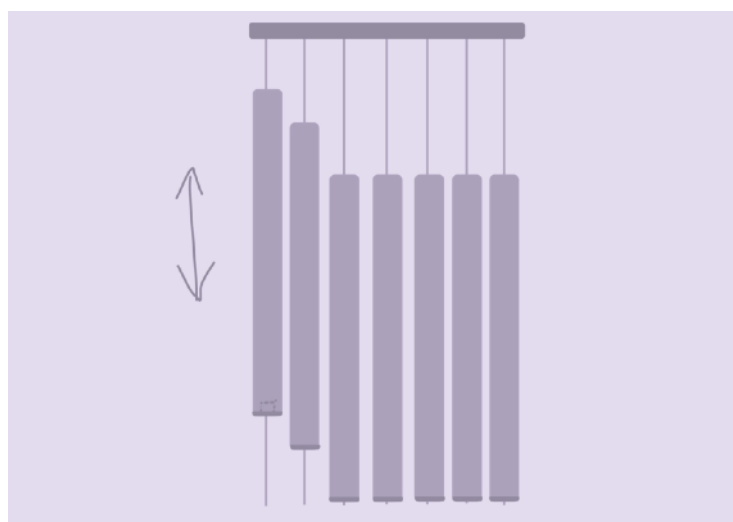


Obr. 14: Trubičky



Obr. 15: stěna s trubičkovými otvory pro zavěšení

Poté jsem se zamýšlela nad zavěšováním panelů ze stropu a možností přizpůsobovat si je potřebě pomocí pojízďecího mechanismu na laně. U tohoto řešení jsem se snažila najít inspiraci v lampách, které lze zatáhnutím nastavit na ideální výšku v prostoru. V přiložených obrázcích můžeme vidět odhalený způsob navíjení šňůry.



Obr. 16: Schéma zavěšování



Obr. 17-18: Mechanismy pro pojezd panelů

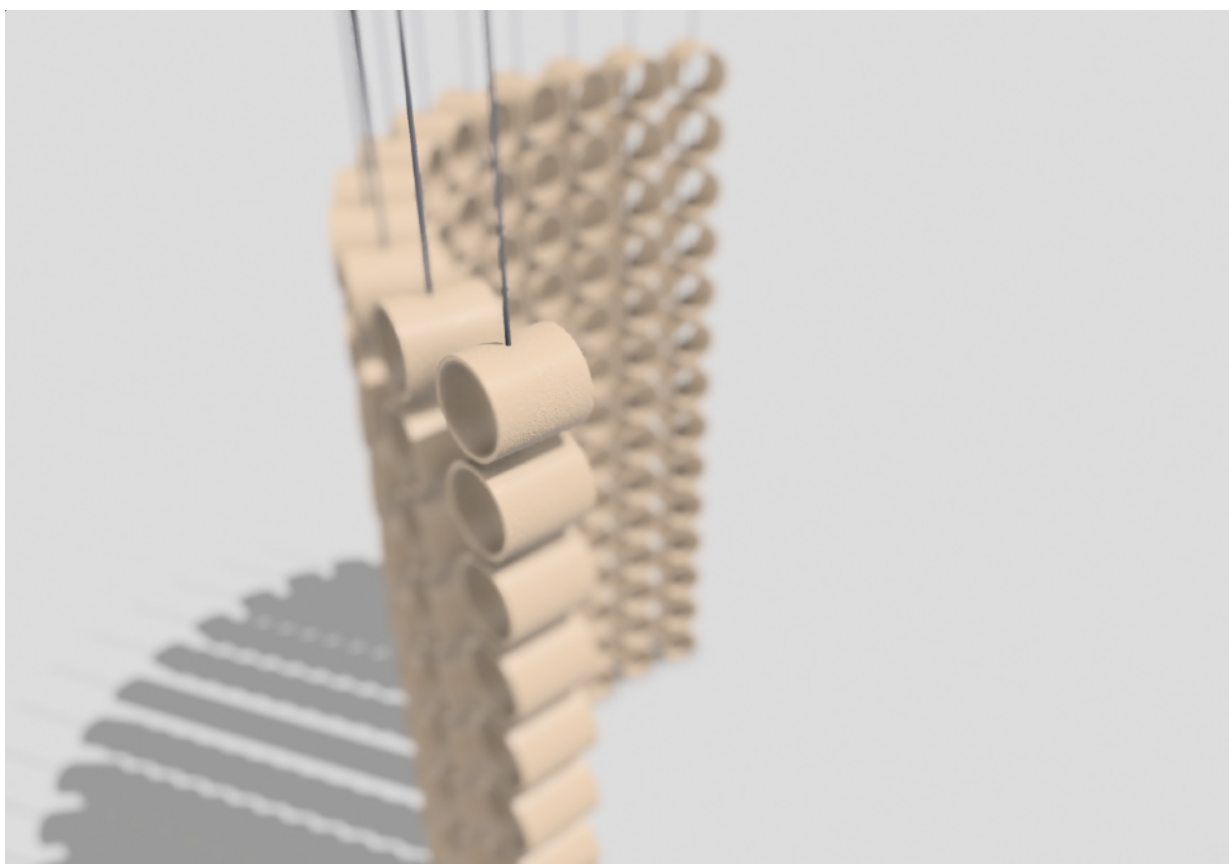
Tato cesta se ukázala nevhodná, protože mechanismy jsou relativně složité a implementovat je do každého panelu by bylo finančně zbytečně náročné. Rozhodla jsem se uskmornit tuto myšlenku a využít tření, například obmotáním provazu kolem tyče. Toto řešení jsem si ověřila na prototypu popsáném v další části této práce. Jednalo se o duté válce, což se nejdřív jevilo, jako zajímavý prvek do interiéru, ale funkční stránka se lehce upozadila. Pokud mluvíme o akustických panelech například do nahrávacích studií, jedná se většinou o plochy, ze kterých vystupují hranoly, které mají vytvořit co největší možnou plochu, která by zvuk



Obr. 19: Vizualizace sezení odděleného od pracovní částí pomocí válcových panelů

pohltila. Válcové plochy ale představují přesný opak toho, co je důležité. Jednalo by se vlastně o malou plochu, zabírající značnou část prostoru.

Mezi další nápady akustické stěny patřilo provléknutí segmentů na provázek či tyčku, s tím že by segmenty mohlo být otáčeno, takže by se vytvářela náhodná a unikátní struktura. Kdyby se například využilo dutých válců, mohl by se otáčením regulovat i přísun světla v prostoru. Nakonec jsem ani tento způsob nevyužila z podobného důvodu, jako předešlý a zároveň proto, že se mycelium při kontaktu s rukou či jiným předmětem relativně opotřebovává

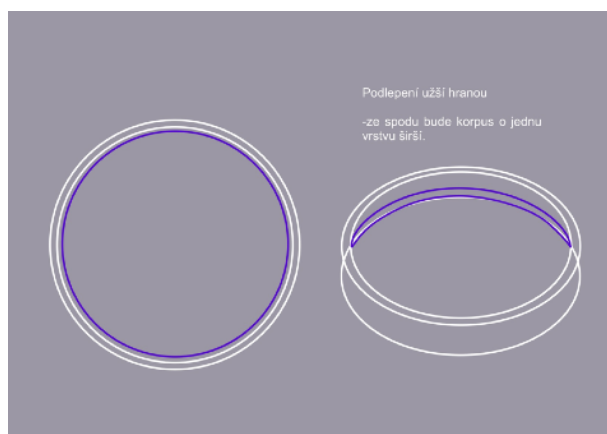


Obr. 20: Vizualizace stěny z otáčecích segmentů

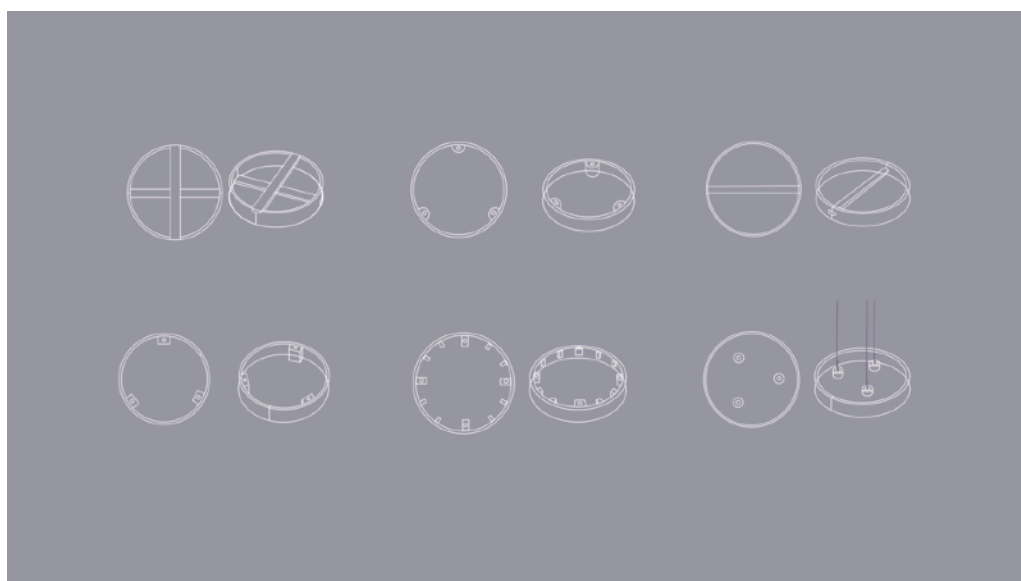
V další fázi jsem se už snažila oprostít od představy akustické stěny a začala jsem se zamýšlet nad řešením, které by bylo vhodné do kanceláře jakéhokoli typu a ne pouze do kanceláře s velkým prostorem pro zavěšení stěny. Proto jsem se rozhodla zaměřit na strop, kde jsou akustické prvky především důležité. Zároveň nezabírají místo v prostoru, kterého je na většině pracovištích málo. Jednou z inspirací mi byla papírová skládačka, která vypadala velmi efektně. Bohužel při tloušťce materiálu se tato varianta nejevila, jako správná cesta. Zkoušela jsem se inspirovat i firmou Lasvit, která vytváří mimo jiné i skleněné stěny do interiéru. Ale zanedlouho mi došlo, že čerpat z prvků které vypadají skvěle ve skle nebude pro práci s myceliem ideální cesta. Rozhodla jsem se dále oprostít od složitých tvarů a zaměřit se na něco jednoduchého, v čem by se posléze dalo najít zajímavých

principů. Díky předešlým zkušenostem a kontaktem s firmou Mykilio jsem narazila na problém formování produktů. Jedná se o to, že aby se dal produkt sériově a efektivně vyrábět, nemělo by zabrat tolik času plnění formy myceliem. Z toho částečně vychází můj finální koncept, kdy se mycelium plní do dřevěných kruhů, kde je velmi jednoduché se manuálně či strojově dostat do všech záhybů a vytvářovat tak v relativně krátkém čase produkt.

U kruhů jsem se snažila zaměřit i na výrobu. Napadlo mě například vyztužit mycelium dřevěnou konstrukcí, která by zároveň mohla tvořit klín do spoje dvou zohýbaných překližek, to mi bylo vysvětleno jako nedávající smysl, protože by překližka ve spojích stejně nedržela tvar kruhu a byla by do špiček. Také jsem přemýšlela nad nalepením drážek dovnitř obruče, protože by mycelium lépe vrostlo a možná by nemělo tendenci se tolik zmenšit při sušení. Dále mě napadlo využít tři segmentů dřeva, které by vrostly doprostřed mycelia a vytvořily by základ pro konstrukci, na kterou by se přidělaly uchycení ke stropu.



Obr. 21: Konstrukce



Obr. 22: Konstrukce

5. PROTOTYPOVÁNÍ A TESTOVÁNÍ

Nejprve jsem si myslela, že jsem schopna si vytvořit vlastní substrát společně s myceliem. Koupila jsem si hlívu ústřičnou, kterou jsem nakrájela na úzké proužky a vkládala do sterilizované krabičky a prokládala je kartonem spařeným horkou vodou. Výsledek jsem poté zadělala víčkem a vložila do uzavřeného prostoru. Bohužel je pěstování hub docela náročné, vzhledem k tomu, že je důležité dodržovat hygienická opatření aby nedošlo k sebe menší infekci. Proto se mi nepodařilo dojít do zdárného konce.



Obr. 23: Tvorba mycelia

Pak se ke mě dostal již připravený substrát a vyzkoušela jsem první test. Potřebovala jsem něco, co se dá jednoduše sterilizovat a zároveň má vzoreček, na kterém bych vyzkoušela, jaké tvary si může člověk dovolit. Bohužel při sušení jsem formu neoddělila a tak produkt zatvrdl uvnitř a nebylo možné ho oddělit od formy, a proto došlo k jejímu rozbití. Výsledek jsem poté zkoušela rozřezávat, abych zjistila, jaká struktura je uvnitř.



Obr. 24: První substrát-bábovka

V druhém testu jsem vyzkoušela vložit substrát do prázdného plastu na vajíčka a udělat v myceliu díry. Díry se v myceliu povedlo udělat, ale je zapotřebí je při vysychání projíždět, jinak se je mycelium snaží zakrýt.



Obr. 25 Druhý substrát-obal od vajíček



Obr. 26: Druhý substrát

Na začátku semestru jsem se vymezovala vůči vrůstání jiných materiálů do mycelia, ale skrze prototypování jsem se rozhodla této možnosti využít, protože se ukázalo, že mycelium v dnešním podání se stále velmi opotřebovává a pokud dojde k narušení stěny, materiál se začne drolit, což ačkoli je to ekologický materiál, není pro průmyslovou výrobu vhodné.

Zkoušela jsem si hrát s formou. Koupila jsem si bambusové kruhy na vyšívání, do kterých jsem umístila mycelium a čekala jsem, jaký bude výsledek. Díky tomu, jak bylo dřevo elastické a mycelium k němu dobře srostlo, došlo k tomu, že při sušení, když se houba zmenšovala směrem do středu, táhla s sebou i konstrukci, která se začala kroutit a napětí mezi myceliem a dřevem vytvořilo jakýsi zkroucený chips. Bylo to milé překvapení, bohužel se mi s tímto principem nepodařilo dále pracovat.



Obr. 27: Vysušený substrát vrostlý do bambusového rámu, který se při vysychání zkroutil

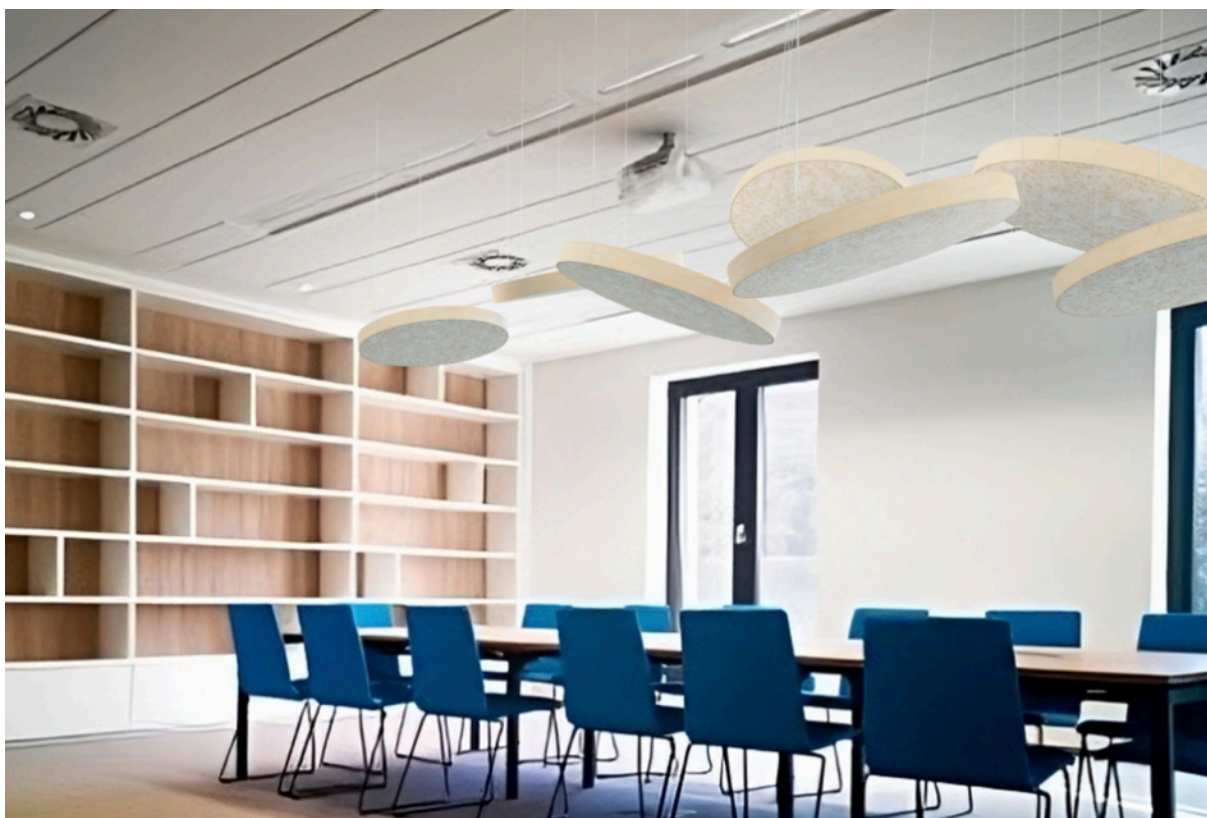
Pro zmenšení průměru kruhu jsem se zamýšlela nad různými variantami utažení. Nápad byl například využít zavírání od formy na dort, zavařovací sklenice, či kolíky strun na kytáře. Dále mě napadlo pracovat s utahovacím mechanismem lyžařských bot, u kterých je výhodou variabilita šířky kruhu. Od utahování konstrukce jsem se dostala k jejímu slepování, kdy bych dřevěný kruh uřízla do nového průměru a po celém jeho obvodu bych ho přelepila novým kusem dýhy. Tím bych docílila začištěných hran mycelia. Zároveň by kombinace dřeva s myceliem vytvořila zajímavý detail.



Obr. 28: Detail zavěšení

Dále jsem zkusila využít křížové konstrukce vedoucí skrz mycelium, která by tvořila spojovací prvek obvodového kruhu s myceliem, které po vysušení zmenší objem a oddělí se od dřevěné formy. Toto řešení mě dovedlo ještě k nápadu vést srkz mycelium dřevěný profil, který by byl s kruhovou formou spojen NEVÍM JAK a při šikmém zavěšení, by kruh kolem mycelia vytvořil jakousi orbitu. Při různých úhlech naklonění by se lišil i prostor mezi dřevem a myceliem a mohlo by to vytvořit zajímavou hru.

6. FINÁLNÍ NÁVRH



Obr. 29: Vizualizace použití v kanceláři

Ve výsledném návrhu se zabývám zavěšování panelů na strop. Jedná se o kruhové panely zavěšené na kovových lankách. Pro design z mycelia je nejnáročnější část vytvoření formy, která je většinou vyráběna z plastu. Ve svém návrhu jsem se rozhodla poukázat na proces výroby, a proto využívám dřevěnou formu, která bude fungovat zároveň jako součást designu. Dřevo, do kterého substrát vrostne, bude také chránit strany proti opotřebování.

6.1. Tvorba formy a konstrukce

Před tvorbou dřevěného kruhu jsem byla navštívit truhláře, s kterým jsem se radila o možnostech, kterými bychom mohli moji představu o kruhu realizovat. Z jeho strany padly nápady jako například MDF deska nařezaná pro ohýbání, či překližka, kterou by bylo ale velmi náročné v domácích podmínkách naohýbat. Nejlépe z toho vyšlo lepení rohové dýhy. Prodává se v dlouhých namotaných pásech. Na výběr je dub, buk a jasan. Pro svůj panel jsem se rozhodla pro buk, s kterým se podle truhláře velmi dobře pracuje a není tolik okoukaný jako například dub.

Pro tvorbu kruhu využiji dýhové rohové dubové pásy, zakoupené v dřevařské firmě Jafholz, které obtočím kolem kruhového kopyta (v jedné variantě o průměru 90 cm a v druhé okolo průměru 60cm). Následně slepím tři pásy dýh k sobě pomocí lepidla. Používám lepidlo, které při zasychání vypění a proto je následně nutné kruh opracovat. Očistit od přebytků lepidla a zabrousit. Pro zavěšení panelů využiji kovových lanek, která umožňují měnit délku zavěšení .



Obr. 30: Výroba kruhu

6.2. Tvorba mycelia

Pro výsledné modely jsem využívala substrátu firmy Mykilio, sídlící v Brně. Pár substrátů mi bylo poskytnuto na doma, ale převážnou část jsem vyráběla přímo v laboratoři firmy, která podle všeho poskytuje ideální prostředí pro dodržení sterility, aby nedošlo k infekci houby.

V první fázi jsem si tři substráty odvezla z Brna a zkusila jsem je zpracovat v domácím prostředí. Vytvořila jsem si podklad ze spojených polystyrenových dílů potažených fólií a na tuto plochu jsem umístila kruh společně s dřevěnými válečky o průměru 4 cm, které tvoří konstrukci pro zavěšení ke stropu. Substrát jsem drtila ručně a následně smíchala s žitnou moukou v poměru 15:100 a vložila do formy. Do krajů a kolem válcových konstrukcí jsem substrát více přimačkávala, aby došlo v těchto místech k tužšímu spoji. Zaformovaný celek jsem pak zabalila do potravinářské fólie, do které jsem udělala pár otvorů, aby mohlo mycelium dýchat, ale nedošlo k infekci a mycelium si mohlo udržovat vnitřní vlhkost. Po čtyřech dnech prorůstání, jsem odkryla fólii a snažila se o vysušení. Vzhledem k vysoké vlhkosti v této fázi a k rosolovitému charakteru se mi nepodařilo nejprve kruh otočit hned, ale zhruba až po třech dnech. Houbě to moc neprospělo, protože pohledové straně přilepené k podložce se nedostávalo dostatečně vzduchu, aby byla schopná dobře prosychat. Naštěstí se mi po třech dnech podařilo panel bez úhony otočit a nechat proschnout i z druhé strany. Po týdnu jsem ho umístila ještě na zahradu na sluníčko, kde došlo k úplnému proschnutí.

Při prosychání takto velkoplošné věci dojde k značnému zmenšení objemu, takže došlo k oddělení dřeva od mycelia. To jsem vyřešila vyříznutím dostatečné části kruhu pro dosažení nově vzniklého průměru. Spoj jsem vyřešila přilepením nové dýhy kolem dokola. Kruh jsem následně znovu zabrousila do čista a natřela mvdouředitelným polomatným lakem. Mycelium jsem nastříkala lakem, aby se nedrolilo.

V další části jsem v Brně zaformovala čtyři panely. Každý jsem se snažila odlišit, abych skrze tuto práci dosáhla dalších poznatků. U prvního panelu se jednalo o zasazení mycelia do kruhové formy o průměru 90 cm společně s třemi prvky pro uchycení ke stropu.

Další mycelium jsem zaformovala do kruhu stejného průměru, jako předešlé, společně s dřevěnou mřížkou sloužící uprostřed kruhu jako konstrukce, která má za účel minimalizovat zmenšení objemu mycelia, ke kterému dochází při sušení. Do tohoto panelu jsem zasadila čtyři prvky pro zavěšení, abych je mohla rovnoměrně rozmístit mezi mřížku.



Obr. 31:Konstrukce s mřížkou

Zbylé dvě řešení jsem realizovala do kruhových konstrukcí o průměru 60 cm a pro uchycení ke stropu jsem využila stejného principu, jako u prvního. Rozdíl byl v tom, že jeden jsem zatížila, takže nemohlo dojít ke zkroucení a druhý jsem nechala volně a snažila jsem se docílit stejného efektu, kterého jsem dosáhla v testovací fázi u vyšívacích kruhů a to zkroucení kruhu společně s formou. Naneštěstí myceliem prorostla pouze druhá varianta s mřížkou. U ostatních byl substrát nejspíše oslabený a nedokázal tak včas vytvořit síť. U panelu s mřížkou došlo k efektu, kdy se mycelium smrsklo jen na jedné straně a na druhé zůstalo přichycené.



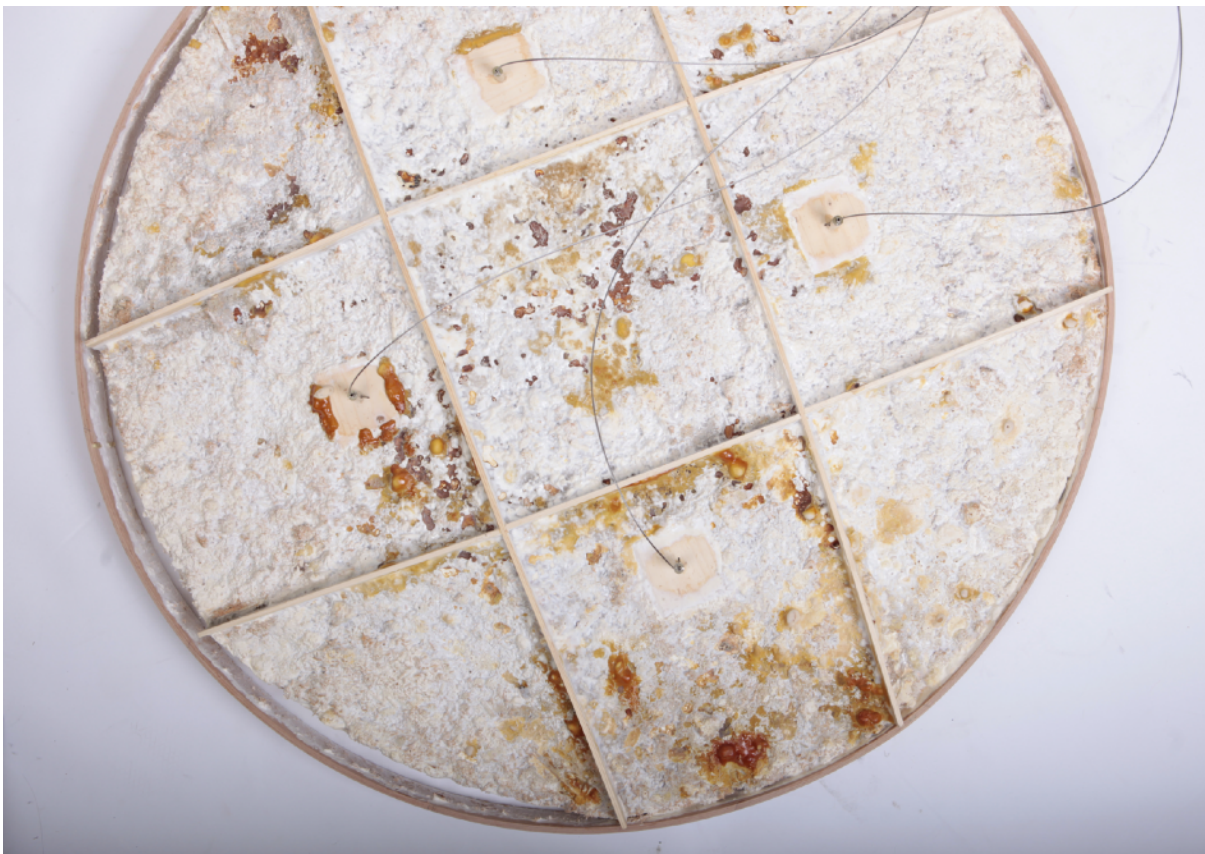
Obr. 32: Oslabené mycelium, které nedokázalo prorůst substrátem

Brno jsem ale navštívila ještě jednou a vyrobila další dva menší panely, kterým se už daří. Kdybych měla spočítat náklady na výrobu jednoho velkého panelu, bylo by to 1200 za substrát, 600 za dýhu a 200 za kovové zavěšení. Dohromady by tedy jeden vyšel zhruba na 2000 Kč, pokud nepočítám pracovní sílu a drobné komponenty, kterými jsou šroubky, závity,...

Výsledek jsem nafotila nejdříve v prostředí ateliéru, kde jsem vytvořila falešný strop ze sádkartonu, na který jsem postupně oba panely zavěsila, a poté jsem panely připevnila na strom. Tím jsem se snažila upozornit na jejich biodegradabilitu.



Obr. 33: Finalní fotka



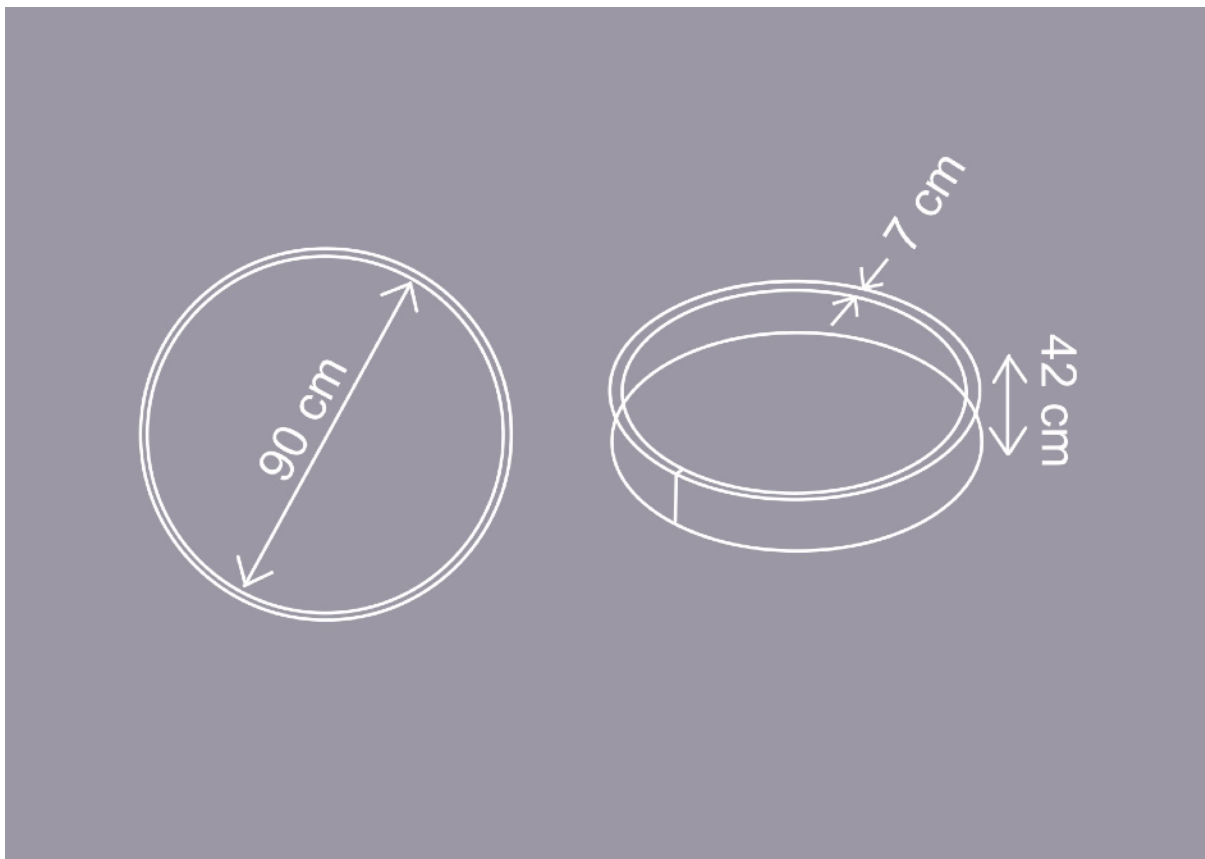
Obr. 34:Finalní fotk



Obr. 35:Finalní fotka

7. TECHNICKÁ DOKUMENTACE

Výsledný panel bude mít průměr 90 cm a na výšku 4 cm. Druhý rozměr panelu bude mít průměr 60 cm se stejnou výškou. Nejprve se vyrobí kopyto vylaserováním kruhu ze slepených OSB desek. Dále se za pomoci voděodolného lepidla Soudal vytvoří dřevěný kruh, slepením tří vrstev rohových dřív o šířce 42 mm a tloušťce 2 mm.



Obr. 36:Technický výkres

8. ZÁVĚR A REFLEXE

Jsem nadšená, že jsem mohla přijít do kontaktu s tímto novým druhem navrhování a studií akustických panelů, které mi poskytly hlubší pohled do problematiky řešení hluku ve velkých kancelářských prostorách. Práce s touto inovativní surovinou mi umožnila rozšířit můj repertoár pracovních technik o tvorbu forem a práci se dřevem. Zvládla jsem například lepit dýhy do pravidelných kruhů pomocí vyaserovaného kopyta a vytvořit tak působivé designové prvky.

Během mého působení na tomto projektu jsem si všimla, že práce s myceliem je velmi složitá a vyžaduje koordinaci mnoha faktorů, aby výsledný produkt odpovídal našim představám. Musíme věnovat zvláštní pozornost pečlivosti při výrobě a pravidelně kontrolovat výrobek, abychom předešli případnému výskytu plísní. Ještě nejsem zcela přesvědčena, zda je tento materiál již dostatečně vyspělý pro průmyslovou výrobu, ale jsem nadšená, že jsem prostřednictvím výsledného designu mohla přiblížit veřejnosti samotný výrobní proces produktů z mycelia.

Pokud bych měla příležitost strávit další semestr na tomto projektu, zaměřila bych se na dosažení maximální velikosti kruhů při zachování stejné tloušťky materiálu a technického řešení. Ráda bych vytvořila vzorové interiéry, které by integrovaly tyto kruhové panely, aby potenciálním zákazníkům poskytly optimální řešení odpovídající jejich individuálním požadavkům.

Nadále bych také aktivně navázala kontakt s firmou Mogu, která byla již dříve zmíněna v mé práci. Společně bychom se mohli zaměřit na optimalizaci výrobního procesu s cílem dosáhnout ještě dokonalejšího povrchu výsledných produktů. Rovněž bych se zamyslela nad dalšími možnostmi utahování formy, abychom dosáhli ještě lepšího a preciznějšího provedení.

Během projektu jsem byla v kontaktu s firmou Akustika Praha, kde mi bylo nabídnuto zpracování akustického řešení mých akustických panelů pro určitou kancelář. Poslala jsem jim podklady pro vyřešení akustiky prostoru našeho ateliéru. Bohužel mi problém nestihli zpracovat a stále na něj čekám.

Obecně mám z toho všeho ale velkou radost, protože takovýmto způsobem jsem mohla dále rozvíjet své dovednosti a zároveň přispívat k šíření povědomí o využití mycelia jako inovativního materiálu. Cítím se motivovaná a plná energie, abych pokračovala v tomto směru a přinesla ještě větší pokrok a úspěchy.

Dalším krokem by bylo prozkoumání možností výroby myceliových panelů ve větším měřítku a jejich přizpůsobení průmyslovým potřebám. Snažila bych se spolupracovat s odborníky z oboru, aby bylo dosaženo vyšší efektivity a přesnosti ve výrobním procesu. Tím bychom mohli otevřít dveře pro průmyslové využití těchto akustických panelů a přispět k jejich širší dostupnosti.

Navíc bych se zaměřila na vytvoření vzorových interiérů, které by prezentovaly různé možnosti použití myceliových kruhových panelů. Tyto vzorové interiéry by sloužily jako inspirace pro potenciální zákazníky, aby si mohli představit, jak by tyto panely mohly vypadat ve daných prostorách. Cílem by bylo demonstrovat širokou škálu designových a estetických možností, které myceliové panely nabízejí.

V dalším semestru bych také aktivně spolupracovala s firmou Mogu na optimalizaci výrobního procesu. Bylo by skvělé společně hledat způsoby, jak dosáhnout ještě lepšího povrchu produktu a zvýšit jeho odolnost a trvanlivost. Důkladná analýza a testování různých metod a materiálů by nám pomohla vytvořit nejlepší možné výsledky.

Celkově vzato, jsem nadšená z příležitosti pracovat s novým druhem navrhování a myceliem jako inovativním materiálem. Mým cílem je pokračovat v rozvoji těchto technik a vytvářet produkty, které nejen řeší problémy hluku ve velkých kancelářských prostorách, ale také přinášejí estetickou hodnotu a udržitelnost. S nadšením očekávám další vývoj a příležitosti, které se mi v tomto oboru nabídnou.

9. ZDROJE

9.1. Textové zdroje

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmats.2021.737377/full>
<https://mogu.bio>

JABLONSKÝ, Ivan, Václav ŠAŠEK a Martin KOUDELA. Jedlé a léčivé houby a jak je pěstovat. Praha: Profi Press, 2019. ISBN 978-80-88306-03-0.

9.2. Obrazové zdroje

Obr. 00: Graf popisující akustické vlastnosti mycelia získané firmou Mogu. Dostupné na:

Obr. 1: Akustická stěna-bloky. Dostupné na: <https://www.officechanges.com/blog/acoustic-panels-sound-masking/>

Obr. 2: Akustická stěna. Dostupné na: <https://myeyesopen.tumblr.com/post/182981174627/amp>

Obr. 3: Akustický panel. Dostupné na: <https://www.stylepark.com/en/wilkhahn/wallrelief-landing>

Obr. 04: Akustika v kanceláři. Dostupné na: <https://officeinteriorsscotland.co.uk/product/modus-2/>

Obr. 05: Ukotvení akustických panelů/Mogu. Dostupné na: <https://mogu.bio/>

Obr. 06: Mycelium povrchově upravené Iněným olejem. Zdroj: vlastní

Obr. 07: Kultivační miska

Obr.08: Myceliový biokompozit

Obr.09: Příklad horizontálního zavěšení. Dostupné na: <https://archello.com/product/mute-flow-floating-light-acoustic-panel>

Obr.10: Příklad vertikálního zavěšení. Dostupné na: <https://litawards.com/winners/winner.php?id=2777&mode=win>

Obr. 11: Měření smrštění mycelia. Zdroj: vlastní

Obr. 12: Zajíždění stěny. Zdroj: vlastní

Obr. 13: Nástěnka/kartotéka. Zdroj: vlastní

Obr. 14: Trubičky Dostupné na: <https://www.amazon.de/-/en/Rivajam-Cardboard-Supplies-Solitary-Pollinator/dp/B07Y197ZTS>

Obr. 15: Stěna s trubičkovými otvory pro zavěšení. Zdroj: vlastní

Obr. 16: Schéma zavěšování

Obr 17-18: Mechanismy pro pojezd panelů

Obr 19: Vizualizace sezení odděleného od pracovní částí pomocí válcových panelů

- Obr. 20: Vizualizace stěny z otáčecích segmentů
- Obr 21: Konstrukce
- Obr 22: Konstrukce
- Obr 23: Tvorba mycelia
- Obr 24: Prvotní substrát-bábovka
- Obr 25: Druhý substrát-obal od vajíček
- Obr 26: Druhý substrát
- Obr 27: Vysušený substrát vrostlý do bambusového rámu, který se při vysychání zkroutil
- Obr 28: Detail zavěšení
- Obr 29: Detail zavěšení v kanceláři
- Obr 30: Výroba kruhu
- Obr 31: Konstrukce s mřížkou
- Obr 32: Oslabené mycelium, které nedokázalo prorůst substrátem
- Obr 33: Finální fotka
- Obr 34: Finální fotka
- Obr 35: Finální fotka