

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara

Diplomová práce

SYMBIÓZA

Michaela Tomášková

Plzeň 2022

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara

Katedra výtvarného umění
Studijní program **Design**
Studijní obor **Design**
Specializace **Design nábytku a interiéru / MgA.**

Diplomová práce
SYMBIÓZA
Michaela Tomášková

Vedoucí práce: Mgr. Art Jana Potiron, ArtD.
Katedra výtvarného umění
Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara
Západočeské univerzity

Plzeň 2022

Prohlašuji, že jsem umělecké dílo vypracovala samostatně a nejedná se o plagiát.

Plzeň, červenec 2022

.....
podpis autora

Ráda bych poděkovala všem, kteří mě podporovali při mém studiu. Velké díky patří samozřejmě rodině a blízkým přátelům! Zároveň bych tímto ráda poděkovala všem, kteří mi byli nápomocní při tvorbě diplomové práce. Především bych chtěla poděkovat Ing. Stanislavu Bouzkovi za umožnění akustických testů a Ing. Pavlu Rousovi za skenování materiálních vzorků na Fakultě elektrotechnické. Dále také děkuji za konzultace entomologovi Petru Bezděčkovi.

V neposlední řadě bych ráda poděkovala vedoucí mé diplomové práce,
Mgr. art. Janě Potiron, ArtD., za veškeré předané znalosti a trpělivost skrz celé studium.

OBSAH

1 DÍLO V KONTEXTU MÉ DOSAVADNÍ TVORBY.....	1
2 CÍL PRÁCE.....	1
3 REŠERŠE.....	1
3.1. SYMBIÓZA.....	2
3.1.1. CO JE SYMBIÓZA?.....	2
3.1.2 DĚLENÍ SYMBIOTICKÝCH VZTAHŮ.....	2
3.1.3 CHARAKTERISTICKÉ RYSY SYMBIÓZ	3
3.2 INSPIRACE / SYMBIOZA V DESIGNU	4
3.3 PŘÍRODA JAKO INSPIRACE PRO NAŠI TVORBU	7
3.4 ÚBYTEK HMYZU.....	9
3.5 AKUSTIKA.....	10
3.5.1 HLUK A ŽIVTNÍ PROSTŘEDÍ.....	11
3.5.2 PROSTOROVÁ AKUSTIKA.....	12
4 NÁVRH ŘEŠENÍ.....	15
4.1 PŘIBLÍŽENÍ HMYZU LIDEM.....	15
4.2 MATERIÁL.....	16
4.2.1 JAK VZNIKÁ.....	17
4.2.2 ZÍSKÁVÁNÍ MATERIÁLU PRO DIPLOMOVOU PRÁCI.....	17
4.2.3 ALTERNATIVNÍ ZÍSKÁVÁNÍ MATERIÁLU.....	18
4.2.4 AKUSTICKÉ ZKOUŠKY.....	18
4.2.5 SKENOVÁNÍ MATERIÁLU.....	21
4.3 SKICOVÁNÍ A TVAROVÉ NÁVRHY.....	22
4.3.1 VÝVOJ NÁVRHU.....	22
4.3.2 KONEČNÁ PODOBA.....	23

4.3.3 MOŽNOSTI SKLÁDÁNÍ.....	24
5 VÝROBA.....	24
5.1 LEPENÍ DO DESKOVÉHO MATERIÁLU.....	25
5.2 KOVOVÉ DÍLY.....	25
5.3 ROZMĚRY.....	26
5.4 INSTALACE.....	26
6 SÉZONNOST VÝROBY/PRODUKCE.....	27
7 DALŠÍ VÝVOJ PROJEKTU.....	27
7.1 ROZŠÍŘENÍ DO EXTERIÉRU.....	28
7.2 MOŽNOST VYUŽITÍ DALŠÍCH PŘÍRODNÍCH DEKORŮ.....	29
8 MOŽNÝ PŘÍNOS PRÁCE DO DALŠÍCH OBORŮ.....	29
9 ZÁVĚR	30
10 RESUME.....	31
11 FOTODOKUMENTACE.....	32
12 ZDROJE A PŘÍLOHY.....	40

1 DÍLO V KONTEXTU MÉ DOSAVADNÍ TVORBY

Od studia na střední škole svoje návrhy vytvářím s inspirací v přírodě a směřuji je k ekologické tematice. Toto téma jsem zvolila především z důvodu zájmu o přírodní jevy, vzory a v tomto případě i druhy spolupráce.

Podobně zaměřené projekty mě provázejí celé studium na Fakultě designu a umění Ladislava Sutnara. Ve svých pracech jsem využívala myšlenku přiblížení se přírodě, ať už přes přinášení zeleně do interiéru nebo přes kritiku materiálního či světelného znečištění (Globe – design svítidla na téma kritiky znečištění oceánů; instalace na avatar festivalu – industrial upcycling instalace, Slavonické stromy – účast na informativní instalaci proti kácení stromů; etc.). Svoji bakalářskou práci jsem zaměřila právě na téma světelného znečištění a částečně tak i na hmyz a jeho úbytek. V projektech s obdobným zaměřením vidím i svou budoucí tvorbu, a proto volba tématu Symbióza, s možností přesahu do projektu zaměřeného na ekologii, pro diplomovou práci, byla přirozeným vyústěním.

2 CÍL PRÁCE

Mým záměrem tentokrát není kritizovat nesoulad nebo nešetrný přístup. Kritiky na tento podnět najdeme všude dost a pouze negativní přístup věci příliš nepřispěje, proto se při své závěrečné práci budu věnovat více pozitivnímu přístupu a hledání cesty možné spolupráce či pozitivního ovlivnění. Ve své diplomové práci budu navrhovat v souladu s myšlenkou symbiózy člověka a přírody. Ať už jde o lidské technologie nebo lidský způsob náhledu na "přírodu" jako takovou, jde mi o to, je ve své práci propojit s přírodními principy, ideálně prostřednictvím samotné přírodniny, a nechat tak vytvořit společné dílo. Minimálním úspěchem pro mě bude vytvoření produktu přibližujícího člověka zpět ke kořenům, zpátky do přírody k její bezedné studnici inspirace.

3 REŠERŠE

Samotnému návrhu hned po určení cíle a záměru mé práce předcházela pečlivá rešerše, hledání materiálu a podkladů. Rešerši jsem postupem navrhování stále doplňovala současně s vystávajícími otázkami na jednotlivé aspekty návrhu.

3.1. SYMBIÓZA

První velkou kapitolou pro mě byl samotný pojem „symbióza“, pod kterou jsem si zpočátku představovala něco trochu jiného. Snažila jsem se dohledat jednotlivé úrovně symbiózy, příklady této mezidruhové spolupráce a její zákonitosti.

3.1.1. CO JE SYMBIÓZA?

Velká část široké veřejnosti si pod pojmem symbióza představí především pozitivistickou rovinu mutualismu, kdy je spolupráce/koexistence obou partnerů vyrovnaná a oba jsou si vzájemně prospěšní. S výrazem symbióza jako s opozitem parazitismu se už nějakou dobu můžeme setkávat i v učebnicích na základních školách, tento výraz však má mnohem širší záběr. Jedná se o označení právě samotné koexistence různých druhů. Kdybychom doslovně rozebrali význam původního řeckého slova (σύν – „spolu“ a βίωσις – „život“)¹ došli bychom jednoduchému soužití, a to je ta „symbióza“ které se ve své práci věnuji.

3.1.2 DĚLENÍ SYMBIOTICKÝCH VZTAHŮ?

Jak jsem již výše zmínila, symbióza je rozsáhlý pojem zahrnující více způsobů dělení druhů vztahů mezi symbionty.

Jedním z principů dělení je na základě závislosti jednoho organismu na druhém. Zde může být symbióza buď to obligátní nebo fakultativní. Pokud označíme vztah jako obligátní, je jeden na druhém bezvýhradně závislý a pokud jeden ze symbiontů strádá nebo dokonce úplně zahyne, tak i druhý nemůže prosperovat. Příkladem pro tento vztah mohou být například korálové útesy. Fakultativní vztah symbiontů je pak přesným opakem. Jde o vztah, kde na sobě partneři nejsou nijak závislí a mohou existovat samostatně.²

Další z principů dělení těchto koexistenčních vztahů je princip dělení na základě vzájemného postavení symbiontů. Nebo na jeho umístění. Zde záleží, zda je jeden ze symbiontů uvnitř nebo vně druhého. Je-li symbiont uvnitř druhého jedná se o endosymbiózu, je-li na povrchu je vztah označován jako ektosymbióza.

¹ PŮVOD SLOVA „SYMBIÓZA“ dostupné na webu: <https://www.vyznam-slova.com/symbi%C3%B3za>

² DĚLENÍ SYMBIOTICKÝCH VZTAHŮ; Šmatláňová, Karolína; dostupné z: galaktis.cz/clanek/symbioza/

Poslední a nejrozšířenější princip dělení je podle výhodnosti vztahu. Zde se právě rozlišuje, zda se jedná o mutualismus nebo parazitismus. Nic však není černo bílé, a i v rámci označení výhodnosti jednotlivých vztahů je škála pojmů širší. Mutualismus jako nejvíce pozitivistický, kde koexistence vyhovuje oběma symbiontům, je ve skutečnosti protikladem kompetiční symbiózy, kde oba participanti strádají v rámci neustálé snahy konkurenčně uspět. Mezi těmito dvěma extrémami se nachází komenzalismus, kdy na vzájemné interakci jeden z organismů těží a druhého to nijak neovlivňuje, a amenzalismus, při kterém je jeden organismus ovlivněn, ale druhý nijak nestrádá. V neposlední řadě je pak již zmiňovaný parazitismus, při kterém jeden z organismů profituje, ale druhý strádá. Objevují se příklady, kdy má parazitující organismus podchycenou hranici snesitelné ztráty pro hostitele, aby mohl co nejdéle parazitovat na daném jedinci.³

Ideální by bylo s mým návrhem řešení přispět k mutualistickému soužití člověka s další entitou, ale je těžké docílit takové koexistence, když by měla být uměle vytvořena z již samostatně fungujících participantů. Ve své práci tak předem nedefinuji, o který druh symbiózy se bude jednat, ale nechávám přirozeně vyplynout konečný vztah ze spojení daných dvou prvků. I protikladný parazitismus je v přírodě přirozená věc, a přestože jde parazitovi především o jeho přežití a využití hostitele, zároveň má například zásluhu na regulaci počtu jeho hostitelů. Jako například u *Ophiocordyceps unilateralis* neboli "mravenčí zombie" houby, která napadá a ovládá mravence již 48 milionů let. Tato parazitická houba napadne nervový systém mravence a ve správnou chvíli ho dovede na místo, kde ho nechá se zakousnou na spodní stranu listu přesně tak, aby měl parazit ideální podmínky pro šíření spor. I tady však příroda skvěle ošetřila šíření tohoto kolonie likvidujícího parazita. Existuje další parazitická houba napadající mravenčího parazita, která reguluje tyto likvidační vztahy.⁴

Ve svoji práci se držím především pozitivní formy tak, aby se zařadila mezi ty projekty, které zvažují, jak s přírodou spolupracovat na místo pouhému čerpání jejich zdrojů.

3.1.3 CHARAKTERISTICKÉ RYSY SYMBIÓZY?

Symbiotický vztah dvou organismů má své charakteristické znaky. Ať jde o velikost, která bývá ve většině případů různá, pozici a nutnost vytvoření vztahu (popsáno v předešlé kapitole), tak o například o dobu trvání tohoto vztahu, ta bývá po většinu existence symbiontů. Dalším

³ TERMÍN SYMBIÓZA; Novák, Jiří, dostupné na webu: <https://www.biolib.cz/cz/glossaryterm/id648/>

⁴ MRAVENCÍ A PARAZITICKÉ HOUBY: KDYŽ SE MRAVENCÍ MĚNÍ V ZOMBIE, Petr, Jaroslav, 2020 <https://www.stoplusjednicka.cz/mravenci-paraziticke-houby-kdyz-se-mravenci-meni-v-zombie>

charakteristickým znakem je způsob, jakým dochází k přenosu symbiomy. Zde se může jednat o přímý přenos od jiného hostitele nebo o přenos z okolního prostředí. Dále se rozlišuje stupeň specifity symbiotického vztahu vztahující k taxonomii jednotlivých organismů. Tento stupeň je tím nižší čím vzdálenější si organismy jsou. V mé práci bude tento stupeň specifity spíše nižší, jelikož plánuji navázat spolupráci mezi člověkem a hmyzem. V rámci symbiotického vztahu můžeme ještě rozlišit způsob interakce mezi partnery, způsob integrace partnerů v symbióze a úroveň významu symbiomy pro životaschopnost nebo jiný prospěch partnerů.⁵

3.2 INSPIRACE / SYMBIOZA V DESIGNU

K cestě navrhování pozitivní formou místo kritiky současného stavu mě inspirovalo několik projektů. Současně je to projekt, kterého se účastním na vedlejším ateliéru Environmentální design, kde jako zdroj dat pro návrh je plíseň, z níž kolegové následně generují tvary za pomoci počítačového softwaru překládajícího 2D obraz do 3D objektu. V tomto projektu prezentujeme jiný přístup k designu, mechanizovanou inspiraci organickou předlohou. Pracujeme zde s myšlenkou kdy „designer“ funguje čistě jako překladatel nebo nástroj umožňující zápis návrhu.

Hlavní velkou inspirací je pro mě je už nějakou dobu Neri Oxman, multidisciplinární designérka, která propojuje obory technologie a biologie. Její nejznámější projekt Silk pavilon, který byl založen na digitálně kontrolované bio-fabrikaci za pomoci moderní technologie a několika tisíc larev bource morušového, je pro mě jednou z největších inspirací. Propojení lidského prvku (technologie) a přirozeného přírodního prvku v něčem, co může pomoci například získávat pravé hedvábí bez nutnosti ohrozit celý jeden druh nebo jako inspirace pro budoucnost udržitelného stavebního inženýrství.⁶

⁵ CHARAKTERISTICKÉ ZNAKY SYMBIÓZ dostupné z webu:
https://www.sci.muni.cz/~mykorrh/html/charakteristika_symbioz.htm

⁶ VZTAH EKOLOGIE A DESIGNU: ORGANICKÉ STRUKTURY POHLEDEM NERI OXMAN, Hellerová, Jana, 2021; dostupné na webu: www.materialtimes.com/tema/vztah-ekologie-a-designu-organicke-struktury-pohledem-neri-oxman.html



Obrázek č. 1 – „Silk pavilon“, Neri Oxman

Mezi další projekty, které mě inspirují při navrhování závěrečné práce se řadí také například práce Tomáše Libertíniho, který propojuje přírodu s designem pomocí spolupráce se včelstvy tvořícími struktury na základě předpřipravených skeletů. Tento projekt mě ale také upozornil na jednu problematiku mého navrhování, a to, zda se mi může podařit docílit mutualistického vztahu nebo při nejmenším amenzálistu. Skrz jeho projekt totiž již tak ubývající včelstva strádají při výstavbě pláství, které nakonec nevyužijí.⁷

Abych dodržela pozitivní přístup mého projektu, bude mým minimem dosáhnout toho, aby byl ve vztahu k přírodě tento nově utvořený vztah minimálně neškodný nebo byl určitým způsobem kompenzován. Jde mi o vytvoření jakési struktury či dekoru jako je tomu například u práce Natural Finish, kterou navrhl Martín Azúa, kdy nechal objekty z pórovitého porcelánu v přírodě rok porůst řasami a docílil tak přírodou vytvořeného dekoru. Zde je symbióza zastoupena ve spolupráci designera, řas a bakterií.⁸

⁷ TOMÁŠ LIBERTÍNÝ BLURS THE LINE BETWEEN CRAFT AND NATURE, Madlener, Adriana, dostupné z webu: www.metropolismag.com/viewpoints/tomas-libertiny-bees-exhibition/

⁸ NATURAL FINISH, Azúa, Martín, dostupné na webu: <https://www.martinazua.com/product/natural-finish/>



Obrázek č.2 – „Natural finish“, Martin Azuá

Po určení druhého účastníka tohoto pokusu o symbiózu hmyzu, jsem se snažila najít již existující příklady v rámci designových projektu zaměřených na hmyz. U již zmíněných projektů od Neri Oxman a Tomáše Libertíny dochází spíše k využívání přírodních činitelů, a proto jsem se pokusila v další rešerši zaměřit na projekty více prospěšné druhému symbiontovi. Zároveň jsem



Obrázek č.3 – Marlene Hiessoud, „Please stand by“

začala řešerši směřovat i na hmyzí hotely, které by mohli částečně pomoci řešit problém s úbytkem hmyzu. Mezi takové projekty můžeme zařadit například realizaci od Marlene Hiessoud nazvanou „Please stand by“. Jedná se o netradiční hmyzí hotely, sochy, určené právě hmyzu. Tyto sochy mají různé podoby a asi nejsignifikantnější je hotel v podobě židle. Tyto objekty následně umístěné v parku mají poskytnout útočiště vosám, motýlům, včelám samotářkám a dalším druhům hmyzu, kterým v parcích jejich útočiště spíše kultivujeme k obrazu svému.⁹



Obrázek č.4 -Bee Bricks

Ještě úspěšnějším projektem jsou Bee Bricks vytvořené britským studiem Green&Blue. Tato skupina zaměřující svoji tvorbu právě na pomoc divoké přírodě vytvořila speciální cihly s klasickými rozměry tak, aby je bylo možné použít při běžné výstavbě neomítaných cihlových budov, které jsou pro Anglii tak typické. To umožnilo i vznikající regule v určitých městech, které doporučují využití těchto cihel. Tento projekt je něco, k čemu cílím i svoji práci. Cihly obsahují dutiny vhodné pro usídlení včel samotářek a dalšího drobného hmyzu.¹⁰

3.3 PŘÍRODA JAKO INSPIRACE PRO NAŠI TVORBU

Ať už jde o inspiraci v rámci tvarů, barevnosti nebo funkčních principů, je nám příroda inspirací již po několik století. Dalo by se mluvit o vynálezu suchého zipu odpozorovaného na bobulích

⁹ MARLÈNE HUISSOUD CREATES SCULPTURAL CHAIRS AS HOTELS FOR CITY-DWELLING INSECTS; Hitti Natasha, dostupné na: www.dezeen.com/2019/10/08/marlene-huissoud-please-stand-by-insect-shelters/

¹⁰ BEE BRICK, Green and Blue, dostupné na webu: <https://www.greenandblue.co.uk/products/bee-brick>

lopuchu, profilu křídel letadel inspirovaného křídly ptáků nebo třeba izolačních materiálů vytvořených čínským výzkumným týmem, který využil poznatků o srsti ledních medvědů.¹¹

Co se týče vývoje nových materiálů ve spolupráci s přírodou/přírodními procesy vzniká v dnešní době čím dál tím více nových projektů. Zajímavým projektem je například Interwoven zpracovaný umělkyní jménem Diana Scherer. Ve svém kterém pracuje s ovlivněním růstu kořenů do předem vytvořené matrice, čímž vytváří kořeny protkaný materiál. Ten je následně zbavován hlíny a sušen.¹²



Obrázek č.5 – Interwoven, Diana Scherer

„Příroda“ však často není člověku jen inspirací, ale je využívána pro svoje schopnosti a složitě replikovatelné vlastnosti. Člověk vždy využíval přírodu, jak je popsáno i v knize *A Bestiary of the Anthropocene*. Myši používané jako výbušniny, orli vypouštění na strhávání vojenských dronů, holubi získávající meteorologické údaje za pomoci na ně přidělaných čidel a mnoho dalších lidmi vytvořených hybridů. Zde pak vyvstává otázka, zda je toto chování civilizace v pořádku, zda bychom měli takto využívat ostatní živočišné druhy, přestože by se dalo mluvit o určité formě „přirozeného“ parazitismu člověka s dalšími organismy.

¹¹ POLAR BEAR FUR INSPIRES NOVEL INSULATION MATERIAL, *Materials Today*, 2019 dostupné na webu: www.materialstoday.com/carbon/news/polar-bear-fur-inspires-novel-insulation-material/

¹² INTERWOVEN, dostupné na webu: <https://hetnieuweinstituut.nl/en/interwoven>

Dle mého názoru, i přes přirozenost parazitismu bychom měli naši umělou symbiózu s dalšími živočichy držet spíše v úrovni, kdy přinejmenším neškodíme. Nesmíme zapomenout na to, že když neprospívá nebo zahyne jeden ze symbiontů ani druhý nemusí nadále prosperovat. V tomto ohledu máme s přírodou obligátní symbiotický vztah, kde, pokud budeme přispívat k zániku organismů, budeme zároveň přispívat k zániku lidského druhu. Protože „příroda si vždy najde cestu“, ale člověk už to zvládnout nemusí.

3.4 ÚBYTEK HMYZU

Jako organismus, se kterým se pokouším navázat symbiotický vztah, jsem vybrala hmyz. Tento výběr měl jednoduchý důvod. Již při bakalářské práci, kde jsem zpracovávala téma světelného znečištění, mě překvapil fakt, že hmyzí populace se rychle snižuje, a to z velké části i lidským přičiněním. V jedné z největších studií doposud věnovaných právě úbytku hmyzu entomologové na území Německa s daty sbíranými po 27 let ohlásili úbytek hmyzu o více jak 70% za tento krátký časový úsek. Data této studie jsou z více jak 60 míst po celém Německu.¹³ Počítání a sběr hmyzu se navíc uskutečňuje především v chráněných oblastech. Jak je tomu tedy v běžném prostředí, kde přirozených útočišť stále ubývá, není jisté.

Největší vinu na tomto úbytku má z lidského přičinění hlavně současné zemědělství. Velký podíl v rámci zemědělství na tom mají pesticidy a další chemie používané k ošetření ploch pro pěstování. Zároveň se pak v současném zemědělství pole nedělí přirozenými hranicemi, remízky a mezemi, ale jde často o velké plochy. To má nejen za příčinu urychlenou erozi půdy, potíže s absorbováním vody, ale i tím právě vymizel přirozený prostor pro drobné i větší živočichy, hmyz nevyjímaje. Největší náprava a záchrana by tak mohla být vyřešena vyhrazením ploch výhradně pro účely prosperity hmyzu. To je sice otázkou pro jiné obory, ale je důležité na tento fakt upozorňovat.

Druhým velkým lidským přičiněním na úbytku hmyzu je pak civilizace samotná. Tedy města, průmyslové zóny a silnice. V rámci měst jde především o úbytek přirozených habitatů a o světelné znečištění. V městské zástavbě i v průmyslových zónách světlo nejen narušuje biorytmus organismů, ale dokonce způsobuje vyčerpání a úmrtí velkého množství polétavého hmyzu. Umělá osvětlení hmyz zmate a „naláká“ ke kroužení kolem stálého zdroje. Velké

-
- ¹³ MORE THAN 75 PERCENT DECLINE OVER 27 YEARS IN TOTAL FLYING INSECT BIOMASS IN PROTECTED AREAS, Caspar A. Hallmann, Martin Sorg, Eelke Jongejans, Henk Siepel, ..., 2017; journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0185809

množství jedinců pak může zahynout na vyčerpání z dlouhého létání kolem zdroje, nebo případně spálením při přímém kontaktu. Všimnou si toho můžeme kdekoliv ve městě, jako například u reflektoru osvětlujícího divadlo J. K. Tyla v Plzni.



Obrázek č. 6,7 – Hmyz zmatený reflektory ve městě

Problémem jsou i samotné zastavěné plochy a silnice. Nejen, že zvyšují teplotu a jen výjimečně poskytují potřebný úkryt, ale zároveň fungují jako matoucí prvek podobně jako světlo. Asfaltové silnice si hmyz může zaměnit za vodní plochy, na které pak sedá a stává se tak přinejmenším obětí dopravy. Kultivace městských parků s krátce vysekanými trávníky situaci taky příliš nepřidává.

S nárůstem naší zástavby bychom měli hledat způsoby, jak úbytek přirozených útočišť kompenzovat. Nejlepší by byla změna ve způsobu současného zemědělství, která naštěstí postupně přichází.

3.5 AKUSTIKA

I v rámci koexistence s dalšími organismy jsem se rozhodla věnovat ve své práci některým aspektům soužití. Na základě předpokladů zvoleného materiálu jsem jako tento aspekt zvolila zvuk a s ním spojenou akustiku.

3.5.1 HLUK A ŽIVTNÍ PROSTŘEDÍ

Zvuk je součástí prostředí, ve kterém žijeme a které sdílíme s dalšími organismy. Zvuky jsou důležité pro náš vývoj. Jak v knize *Stavební fyzika* uvádí Jiří Vaverka, „Zvuky přinášejí člověku důležitý podíl informací o světě. V evoluci hrála významnou úlohu varovná funkce sluchu.“. Absence zvuků může mít dokonce negativní vliv na vývoj nervové soustavy.¹⁴ Zároveň však mohou zvuky zdraví naše a ostatních organismů ohrozit. V případě, že jsou tyto zvuky nepříjemné nebo dokonce škodlivé, mluvíme o nich jako o hluku. Podle ČSN 01 1600 (Akustika. Názvy a definice.) jako hluk označujeme „jakýkoli zvuk, který vyvolává nepříjemný nebo rušivý vjem nebo má škodlivý účinek.“¹⁵

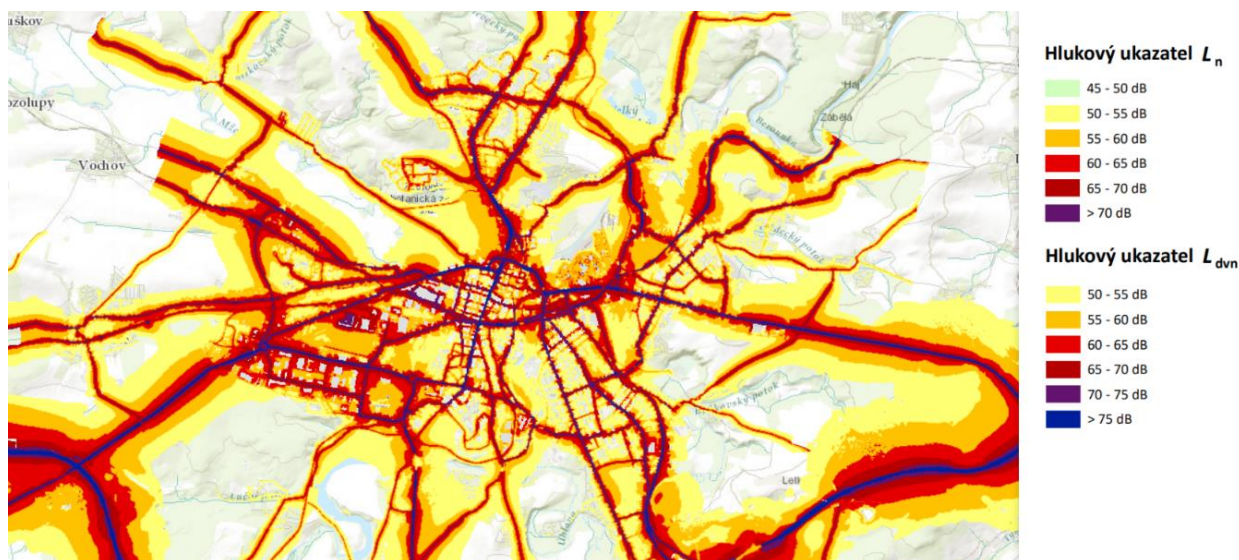
Hluk společně s vývojem rozvojem civilizace odjakživa stoupá. Největší podíl na tom má především doprava. Ve své práci zabývající se hlukem a jeho vlivu na člověka uvedl profesor Jiří Havránek, že podíl dopravy na hluku se pohybuje kolem 85-90%. Tato čísla byla uvedena již v roce 1990. V současnosti existuje několik studií na procenta obyvatel vystavena vyšší míře hluku, než je doporučená hranice stanovena světovou zdravotnickou organizací WHO (53 dB za 24h). U hlavního města Prahy je podíl obyvatel vystavených hluku většímu než doporučené míře zhruba 70%.¹⁶

To, že je doprava hlavním zdrojem hluku je snadno znatelné i z hlukových map. Poslední velkoplošné měření se provádělo v roce 2017 (již 3.kolo takového měření) a v roce 2022 nás čeká další. Největší měřený hluk a nejdále se šířící bývá v oblasti dálnic.

¹⁴ STAVEBNÍ FYZIKA, Jiří Vaverka

¹⁵ NEGATIVNÍ PŮSOBENÍ HLUKU A JEHO PREVENCE, Bc. Adéla Bartlová, doc. MUDr. Jan Šimůnek, Csc; dostupné na: https://is.muni.cz/th/xle0j/bartlova__diplomova_prace.pdf

¹⁶ STUDIE: VELKÝ HLUK Z DOPRAVY V EVROPĚ PŘÍSPÍVÁ K TISÍCŮM ÚMRTÍ ROČNĚ, ČTK, www.ceskenoviny.cz/zpravy/studie-velky-hluk-z-dopravy-v-evrope-prispiva-k-tisicum-umrti-rocne/2183821



Obrázek č. 8 – Hluková mapa města Plzeň (2017)

Stejně jako hluk ovlivňuje lidské zdraví a pohodu, narušuje i život dalších živočichů. Dlouho trvající hluk snižuje i u zvířat imunitu z důvodu vystavení dlouhotrvajícího stresu, což potvrzuje i studie vytvořená výzkumníky z Institutu Maxe Plancka pro ornitologii s kolegy z University of Paris Nanterre a Manchester Metropolitan University, kteří krom vlivu hluku na zdravotní stav sledovali schopnost učit se na zpěvných ptácích. Závěrem této práce bylo zjištění, že hluk způsobí až 30% zpomalení naučení se a ustálení (tzv. krystalizace) písně u zebříček pestrých. Podobný vliv má hluk i na děti, u kterých může způsobit ztrátu pozornosti.¹⁷¹⁸

3.5.2 PROSTOROVÁ AKUSTIKA

Jelikož jsem se rozhodla první fázi projektu směřovat do interiéru, byla potřeba aspoň částečně porozumět základům prostorové akustiky, která je jednou z nejnáročnějších disciplín v rámci stavební akustiky.

Velkou část našeho života trávíme v interiéru. Ať jde o pracovní prostor nebo o domácnost, měli by být interiéry uzpůsobené tak, aby byly akusticky pohodlné. Pro řešení akustiky interiéru je potřeba k řešení přistoupit komplexně. Je třeba brát v potaz dispozici, velikost místnosti,

¹⁷ URBAN TRAFFIC NOISE CAUSES SONG LEARNING DEFICITS IN BIRDS, Dr. Henrik Brumm
<https://www.mpg.de/16889599/0511-orni-urban-traffic-noise-causes-song-learning-deficits-in-birds-154562-x?c=2249>

¹⁸ MĚSTSKÝ HLUK NARUŠUJE VÝVOJ PTÁKŮ, dostupné zde <https://energouzrouti.cz/z/mestsky-hluk-narusuje-vyvoj-ptaku-a-zpusobuje-chronicky-stres>

použité materiály a povrchy a vybavenost prostoru. Pokud jsou v prostoru použity převážně tvrdé a hladké povrchy, bude se zvuk odrážet po delší dobu a tím tak vznikne nepříjemný pocit šumu. Stejně je tomu tak v případě, že je místnost více holá a nenachází se v ní objekty pohlcující zvukové vlny.

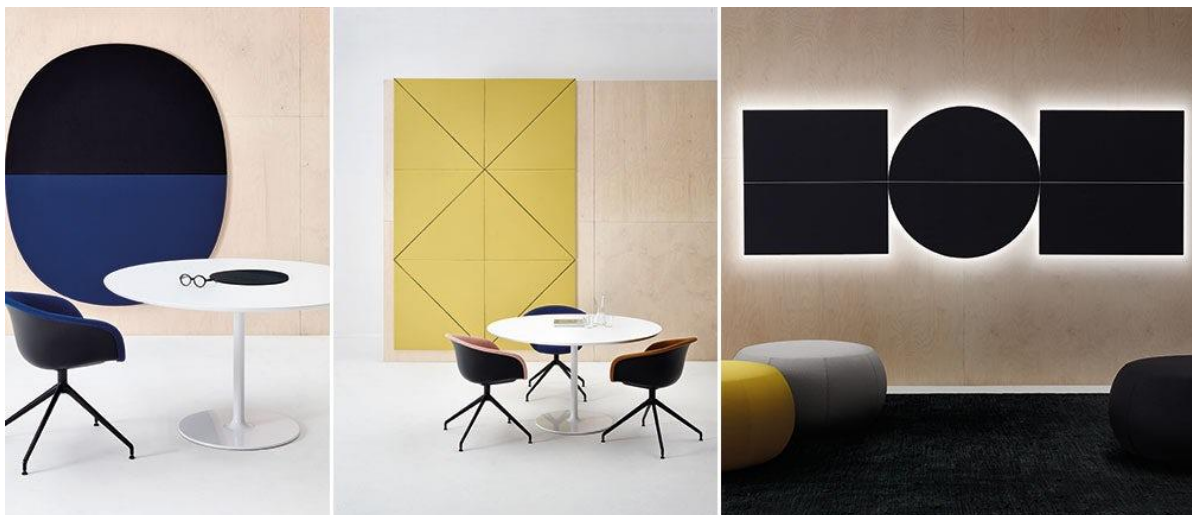
Prostorová akustika se věnuje několika parametrům. Jedním z nich je doba dozvuku, tedy doba, po jakou se bude zvuk v místnosti odrážet a bude slyšitelný. Tuto dobu je dobré co nejvíce zkracovat, aby byl potlačen šum vzniklý křížením zvukových vln. Nejvíce nepříjemný efekt nastává, odráží-li se zvuk od dvou rovnoběžných hladkých stěn. Dalším činitelem v prostorové akustice je zvuková pohltivost použitých materiálů. V tomto případě je potřeba vhodně kombinovat s materiály zvukově odrazivými, tak aby v místnosti došlo k ideálnímu šíření zvukových vln.¹⁹

Pro řešení akustiky prostoru se využívají různé objekty a materiály. Tyto prvky můžeme dělit na absorpční, difuzní a reflektivní. U absorpčních prvků jde především o pohlcení zvukových vln a přetvoření jejich energie za pomoci tření na teplo. Nejvíce rozšířené z těchto materiálů jsou akustické pěny a perforované obklady doplněné o vrstvu absorpčního materiálu. Difuzní mají naopak zvuk rozptylovat. Tyto objekty bývají často členité a strukturované. Někdy mohou být také částečně absorpční, ale jejich hlavní smysl je v ideálním rozprostření zvukových vln o různých frekvencích do prostoru. Používají se především v místě přímého dopadu zvuku, odkud vlny rozšiřuje dál.²⁰

Tyto objekty mají různé tvary různé využití. Asi nejčastějším příkladem bývají akustické obklady a panely. Dále existují různé závěsné systémy a desky nejčastěji využívané nad stoly a v místech, kde je třeba zvuk usměrnit nebo pohltit.

¹⁹ STAVEBNÍ FYZIKA, Jíří Vaverka

²⁰ K ČEMU JSOU DIFUZORY?, Proti hluku, dostupné na webu: <https://www.protihluku.cz/ptate-se/k-cemu-jsou-difuzory>



Obrázek č.9 – Příklady akustických panelů



Obrázek č.10 – Příklad akustického objektu, Moss

4 NÁVRH ŘEŠENÍ

Po rešerši klasicky následovala fáze navrhování, kde bylo zapotřebí si nejprve téma a cíl návrhu trochu upřesnit a zúžit. Rozhodla jsem se věnovat soužití člověka a hmyzu a postupně se snažila najít objekt skrz který bych mohla této koexistenci napomoci.

Návrh byl z počátku zaměřen hlavně na hledání materiálů a volbu činitelů v této uměle vytvořené symbióze. Práci jsem se zároveň snažila nemít „přírodu“ případně druhým činitelem pouze inspirovanou. Mým cílem bylo produkt spoluvytvářet s dalším činitelem a zároveň se pokusit připomenout, jak důležité je vrátit se zpátky ke kořenům. Připomenout, že člověk odjakživa spolupracoval s přírodou, nebo lépe řečeno byl přirozenou součástí a koexistence s dalšími organismy probíhala na mnohem méně násilné úrovni. Nicméně jsem chtěla do návrhu zapracovat i čistou inspiraci organickým tvaroslovím.

4.1 PŘIBLÍŽENÍ HMYZU LIDEM

Hlavním cílem se pro mě stalo přiblížit hmyz lidem. Zpočátku jsem se snažila navrhovat způsoby, jak podpořit koexistenci člověka a hmyzu ve městech. Vytvořit hmyzí hotely, celé systémy městského mobiliáře, které by navzájem spoluutvářeli prostředí vhodnější pro hmyz v městských zástavbách. Zároveň s tím ideálně načrtnou, jak by s takovým návrhem mohla pracovat různá města pro rozšíření. Při komunikaci s mým okolím mi ale došel zásadní problém v tomto soužití. Člověk, především lidé žijící ve větších městech, nemají ke hmyzu příliš kladný vztah. Většinou se hmyzu spíše štítí a pokud bych chtěla tuto symbiózu vytvářet rovnou, pravděpodobně bych narážela na překážky a nevoli z obou stran symbiontů. Na jedné straně hmyz, pro který není vhodné vyskytovat se ve městech se světelným znečištěním, zvýšenou teplotou díky zástavbě a nedostatkem útočišť, a na druhé straně člověk, který se kontaktu s hmyzem snaží vyvarovat všemi možnými způsoby.

Rozhodla jsem se tedy návrh koncipovat spíše směrem vykreslení hmyzu v lepším obraze, než v jakém ho širší veřejnost vnímá teď. Současně je spíše jako něco, čemu se chceme vyvarovat za pomoci chemikálií či sítí a odpuzovačů. Tomuto přesvědčení a negativnímu náhledu na hmyz nepomohla ani „kůrovcová kalamita“ pokořující velké plochy jehličnatých lesů. I to by se dalo považovat za přirozený jev, který člověka upozornil na nepřirozenost do dnešní doby sázených lesů. Tato kalamita přispěla ke změně lesnictví, kdy byla podpořena výsadba smíšených lesů, které jsou sice méně vodné pro těžbu rychle rostoucího jehličnatého porostu, ale jedná se o lesy silnější a odolnější. I samotný lýkožrout, přes všechn negativní přínos, vytváří krásné obrazce,

keré jsou bohužel spojeny s obrázkem zdecimovaných lesů. Pro možné přiblížení hmyzu lidem bylo zapotřebí si ještě určit konkrétní druh hmyzu, se kterým budu chtít spolupracovat a na který se pokusím vytvořit lepší náhled.

4.2 MATERIÁL

Nosnou částí mojí práce se postupně stal samotný materiál. Rozhodla jsem se využít materiál, se kterým jsem se poprvé setkala již před 2 lety při likvidaci odpadového dřeva. Pro truhláře a další dřevozpracující průmysl se jedná o odpadový materiál, který se při nalezení v lese většinou vytřídí a využívá se maximálně na tvorbu celulózy nebo topných štěpek. Jedná se o dřevo napadené houbou a následně sloužící jako hnízdo mravencům. Ideální materiál je z listnatých a ovocných stromů, jelikož je původní struktura dřeva pevnější a po zásahu těchto dvou organismů se dřevo méně rozpadá.

Tento materiál jsem se rozhodla využít i pro jeho předpoklad ke kladným akustickým vlastnostem díky jeho pórovitosti a měkké struktuře. Následovali tak experimenty s jeho preparací z kmene stromu a následným zpracováním. Bylo potřeba zjistit, zda je vůbec reálné materiál použít a jak si usnadnit práci s ním. Materiál byl velmi specifický a z každého vzorku (různého typu dřeva) se choval trochu jinak. Materiál je ale natolik zajímavý a částečně i vzácný, že jsem se rozhodla u něj zůstat a použít ho jako nosný prvek své diplomové práce.



Obrázek č.11,12 – Dřevo napadené houbou a mravenci

Práci s narušeným dřevem se věnuje i výtvarník a spisovatel Martin Patříčný. Svoje obrazy

vytváří skládáním nahnilých nebo houbou napadených kusů dřeva.²¹

4.2.1 JAK VZNIKÁ

Jedním z nejzajímavějších faktorů tohoto materiálu pro mě byl způsob, jakým vzniká. Dle informací z konzultací s entomologem Pavlem Bezděčkou, zabývajícím se přímo mravenci po několik let, se jedná o dlouho trvající proces. Dřevo je nejprve napadené houbou, která již naruší jinak pevnou strukturu dřeva, následně je strom napaden jinými dřevokaznými škůdci, kteří vytvoří otvor do nitra stromu. Tento otvor, dutina do vnitřku stromu zasahující až k oblasti postižené parazitickou houbou, je případně využit mravenčí královnou hledající prostor pro nové hnízdo. Pokud strom vyhovuje, je postupně osídlen mravenci, kteří v již napadeném a změkklém dřevě vytváří hnízdo pro svoji kolonii. Mravenci vytvářejí i hnízda ve stromě pouze napadeném houbou nebo i osidlují otvory již vytvořené jiným dřevokazným škůdcem. V Čechách neexistuje druh mravenců, který by vytvářel hnízda ve zdravém stromě.

Je několik druhů mravenců vytvářejících hnízda ve stromech, ne všichni jsou však pro můj projekt vhodné. Mezi ideální druhy mravenců patří hnízda mravenců rodu *Camponotus*, a to sice *Camponotus ligniperda*, *Camponotus herculeanus* a *Camponotus vagus*. „Tyto druhy tvoří hnízda především v jehličňanech (smrk, jedle, borovice, modřín), výjimečně v listnáčích (*Camponotus vagus*)“ jak uvedl v konzultaci pan Bezděčka.

Malé hnízdo vzniká v průběhu jednoho roku, kdy královna naklade vajíčka, ze kterých se vylíhnou dělnice. Vytvoření většího hnízda je pak otázkou i několika let. Mravenci rozšiřují hnízda, pokud mravenčí kolonie prosperuje natolik, že dále roste a dochází jí místo, v tu chvíli jsou osídleny další stromy, kmeny nebo pařezy v okolí. Tento stav pak označujeme jako polydomii.

4.2.2 ZÍSKÁVÁNÍ MATERIÁLU PRO DIPLOMOVOU PRÁCI

Pro získávání více materiálu na zkoušky a výrobu modelu jsem se rozhodla oslovit hned několik možných zdrojů. Prvním oslovenou institucí byla správa plánských lesů, kde mi bylo vyhověno a poskytli odřezky kmenů s hnízdy mravenců. Obecně správa lesů ČR je pro tento případ ideálním zdrojem. Jelikož však pracuji především s jehličnatými stromy, rozhodl jsem se vymyslet další možná zdroj. Ideálním zdrojem pro ovocné a listnaté stromy byli pak arboristé zabývající se

²¹ VELKÁ KNIHA O DŘEVĚ, Martin Patříčný, ISBN 978-80-7617-829-8

kácením rizikových stromů. Ty se ve své praxi setkávají právě se stromy napadenými škůdci a houbami a dřevo rozrušené mravenčími hnízdy se často stává nebezpečným, totiž cílem kácení pro tyto specialisty. Zároveň se jedná o odpadové dřevo. Výkupní cena, pokud nějaká je, není vysoká i přes vzácnost dřeva.

Nejedná se o úplně běžný materiál a shánění může být zdlouhavé, ale stejně tak tomu je u kořenice, která se také využívá, přesto, že se z určitého pohledu jedná o vadu na stromě, která vzniká i desítky let.

4.2.3 ALTERNATIVNÍ ZÍSKÁVÁNÍ MATERIÁLU

Výzvou pro můj návrh by bylo vytvoření pokusu alternativního získávání tohoto jedinečného materiálu. I přes fakt, že hnízda mravenců vznikají několik let, bych v případě realizace projektu ráda vyzkoušela možnost alternativního získávání materiálu, za pomoci vytvoření jakési farmy. Jednalo by se spíše o verzi lesní školky, kde by se do místa s prosperující kolonií (polydomií) mravenců umisťovaly kmeny stromů již napadené houbou a navrtané tak, aby se zvýšila pravděpodobnost obsazení kmenu mravenci. Dřevo by bylo uchováno v přiměřeném suchu tak, aby nedošlo k rozmáčení a urychlení rozpadu dřeva. Kmeny osídlené mravenci by byly po určité době znovu vyjmuty a zpracovány na materiál, zatímco by bylo místo doplněno o další materiál určený k osídlení.

Tento koncept je však v celku kontroverzní a má spoustu neznámých. Jedním z problémů je, že podobně jako je tomu u projektu Tomáše Libertíniho, kdy jsou včely spíše využívány a vysilují se v náš prospěch, by byli mravenci spíše využíváni, než aby docházelo ke kladné spolupráci. To nastoluje další otázku. Pokud by byla hnízda mravencům neustále odebírána, zůstala by kolonie stále na stejném místě, případně jak by, bylo možné ji na místě zamýšlené farmy udržet? Nehledě na myšlenku, že není vůbec jisté, zda by se mi podařilo iniciovat tvorbu hnízda v mnou vybraném kmenu.

Přes všechny tyto neznáme bych chtěla do budoucna tento experiment vyzkoušet ideálně s dohledem odborníka, který by byl schopný určit, zda mravenci při této spolupráci prosperují.

4.2.4 AKUSTICKÉ ZKOUŠKY

Jak jsem již zmínila výše v úvodní kapitole zabývající se materiálem, důvodem pro tento výběr byl i můj předpoklad, že materiál bude mít vhodné akustické vlastnosti, na základě jeho pórovitosti a struktury. Pro ověření tohoto předpokladu jsem se rozhodla udělat několik vzorků

a otestovat jejich akustické vlastnosti. Testy byly prováděny na čtyřech různých vzorcích. Jelikož se jednalo o malé vzorky bylo mi doporučen test činitele zvukové pohltivosti. Měření bylo prováděno za pomoci interferometru pro dopad kolmých zvukových vln na Fakultě elektrotechnické Ing. Stanislavem Bouzkem. Pro jednodušší měření jsme testovali jak materiály samotné, tak v kombinaci s melaminovou pěnou.

f	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	
dB	max	87,7	97,4	89	87	84,2	89,8	82,2	75	74,7	70,7	65,3	64,5	57,2	56,8	56	50,8	51,2	51
	min	57,6	70,2	64,3	65,4	67,6	79,1	75,7	70,2	68,1	59,3	54,2	53,4	51,6	52,4	52,4	48,2	48,6	48,4
		117,7																	
		87,6																	
Pa		767361,5	74131,02	28183,83	22387,21	16218,1	30902,95	12882,5	5623,413	5432,503	3427,678	1840,772	1678,804	724,436	691,831	630,9573	346,7369	363,0781	354,8134
		23988,33	3235,937	1640,59	1862,087	2398,833	9015,711	6095,369	3235,937	2540,973	922,5714	512,8614	467,7351	380,1894	416,8694	416,8694	257,0396	269,1535	263,0268
	alfa	0,12	0,16	0,21	0,28	0,45	0,70	0,87	0,93	0,87	0,67	0,68	0,68	0,90	0,94	0,96	0,98	0,98	0,98

Obrázek č.13 – Tabulka ze zápisu měření

Měření jsme prováděli u jednotlivých vzorků testováním jednotlivých frekvencí. Činitel zvukové pohltivosti u jednotlivých frekvencí se zjišťuje měřením minima a maxima napětí akustického tlaku stojaté vlny. Toto měření bylo provedeno na 18 frekvencích, ale u frekvencí nad 2000hz nebylo měření úplně ideální. Pro měření těchto frekvencí je ideální změna měřící techniky.

f	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
melamin	0,08	0,10	0,15	0,22	0,21	0,31	0,32	0,35	0,61	0,69	0,80	0,96	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
A + melamin	0,12	0,14	0,19	0,28	0,29	0,43	0,58	0,71	0,93	0,86	0,76	0,69	0,92	0,79	0,76	0,99	0,99
B + melamin	0,23	0,37	0,53	0,71	0,80	0,76	0,62	0,39	0,35	0,27	0,49	0,35	0,82	0,87	0,74	0,98	0,96
C + melamin	0,12	0,16	0,21	0,28	0,45	0,70	0,87	0,93	0,87	0,67	0,68	0,68	0,90	0,94	0,96	0,98	0,98
D + melamin	0,12	0,17	0,24	0,32	0,53	0,74	0,95	0,98	0,73	0,50	0,57	0,38	0,79	0,87	0,74	0,97	0,99
A	0,08	0,06	0,07	0,11	0,07	0,07	0,11	0,23	0,21	0,21	0,30	0,81	0,85	0,76	0,76	0,94	0,98
B	0,06	0,07	0,10	0,11	0,11	0,15	0,16	0,28	0,39	0,64	0,81	0,87	0,82	0,94	0,93	0,98	0,96

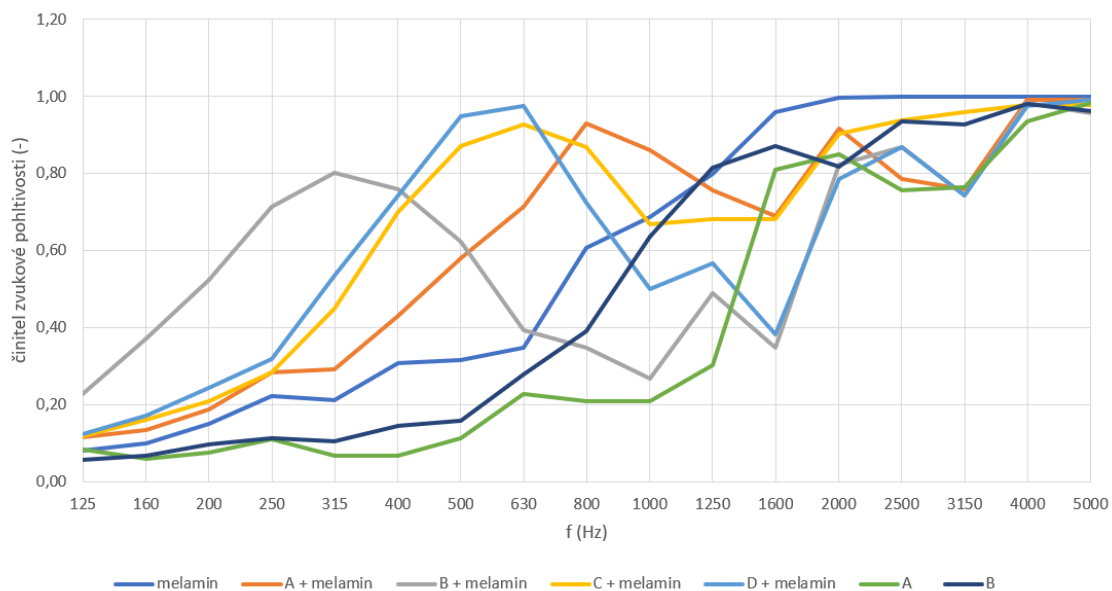
Obrázek č.14 – Tabulka výsledných činitelů pohltivosti jednotlivých vzorků

Vzorek A – javorové dřevo, menší míra napadení houbou, 18mm

Vzorek B – dřevo z vrby, méně deformované mravenci, 20mm

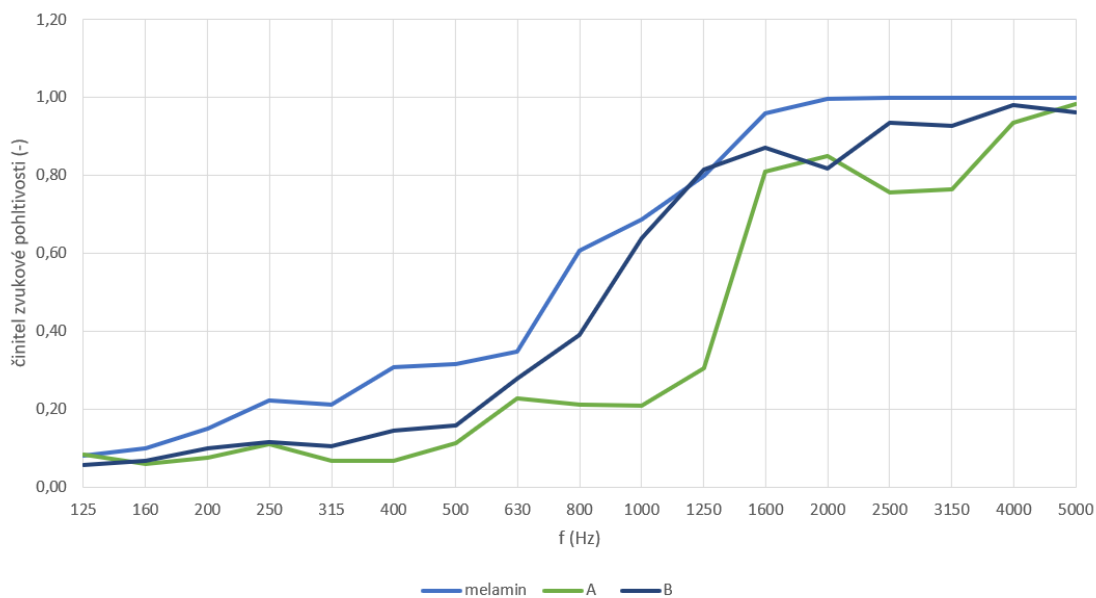
Vzorek C – dřevo z osiky, větší míra napadení dřeva houbou a deformace mravenci, 30mm

Vzorek D – dřevo z vrby, více perforované mravenci, 20 mm



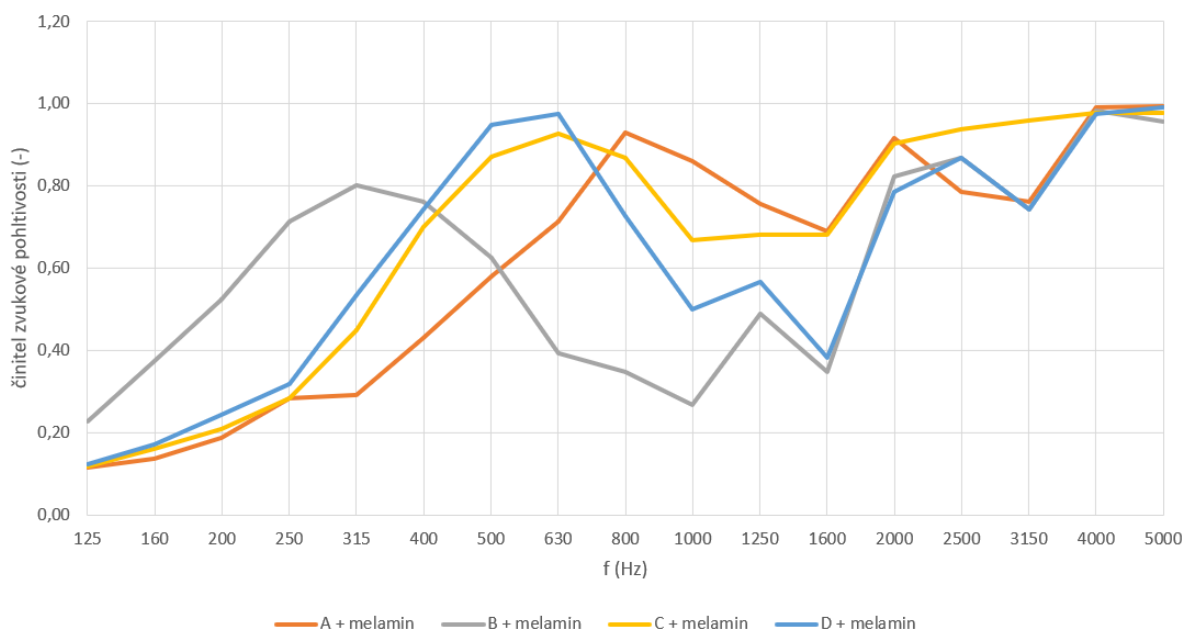
Obrázek č. 15 – Graf výsledků měření, porovnání všech

U vzorků při měření docházelo spíše k pohlcení středních a vyšších frekvencí a u všech došlo k náhlému propadu pohltivosti u některých frekvencí.



Obrázek č.16 - Graf výsledků měření, porovnání samotných materiálů

Měření vyšlo dle mého názoru pozitivně pro vzorky materiálů v porovnání s měřením melaminové pěny navržené přímo za účelem akustické absorpce. I přes menší šířku testovaného materiálu, než jaký měla melaminová pěna, dosáhly vzorky zajímavých výsledků.

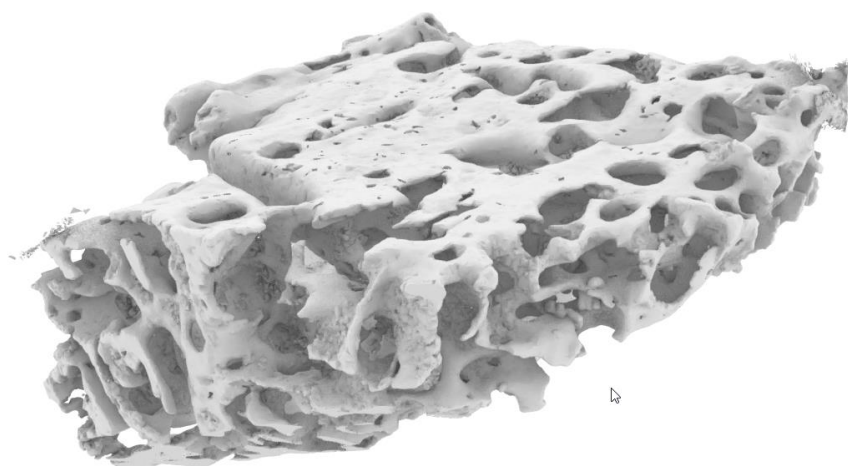


Obrázek č.17 - Graf výsledků měření, porovnání samotných materiálů

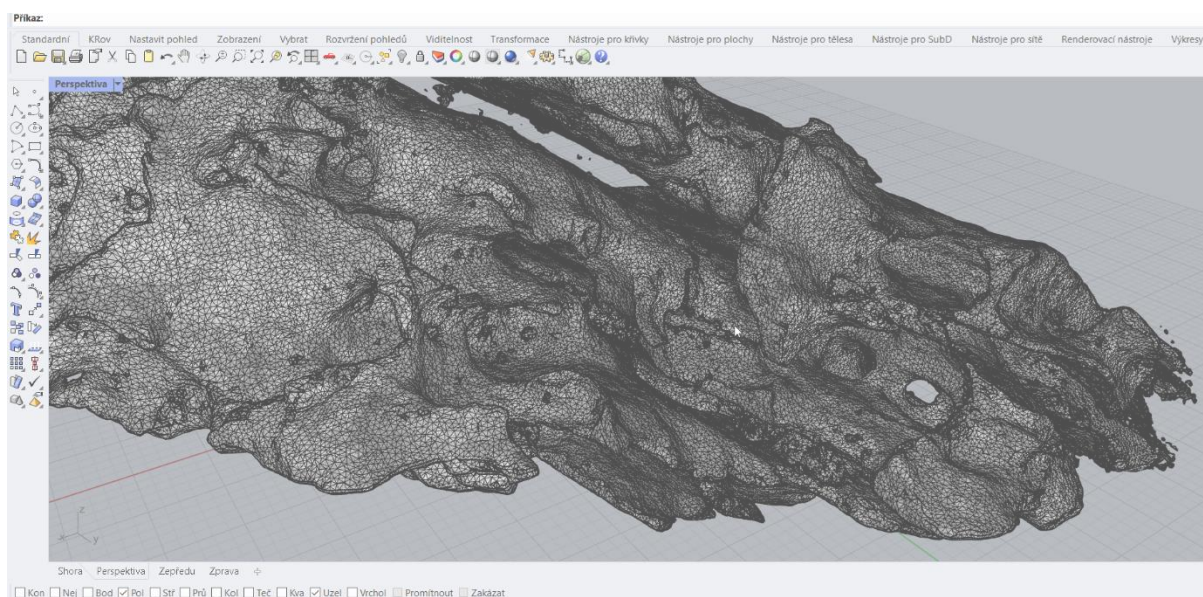
Při kombinaci s melaminovou pěknou došlo ke změně propadu pohltivosti některých vzorků. Nevíce znatelný nárůst pohltivosti byl u středně vysokých frekvencí.

4.2.5 SKENOVÁNÍ MATERIÁLU

Pro další možný vývoj projektu jsem se rozhodla pokusit materiál naskenovat. Za pomoci CT skeneru bylo možné získat celkový model včetně vnitřní struktury. Toto skenování bylo provedeno na třech různých vzorcích, především u materiálů, které nebyly vhodné na klasické obrábění. Při získávání materiálu jsem se dostala i ke vzorkům, které byli natolik jemné a křehké, že opracování nebylo reálné. Tento materiál byl však natolik zajímavý, že bych jej chtěla rozpracovat v dalším vývoji tohoto projektu. Ráda bych docílila vytištění naskenovaného modelu. Tomu bude ale předcházet ještě čištění a dopracování naskenovaného 3D modelu, aby byl 3D tisk vůbec možný.



Obrázek č.18 – Naskenovaný 3D model, snímek obrazovky (vzorek 1)



Obrázek č.19 – Naskenovaný 3D model, snímek obrazovky (vzorek 2)

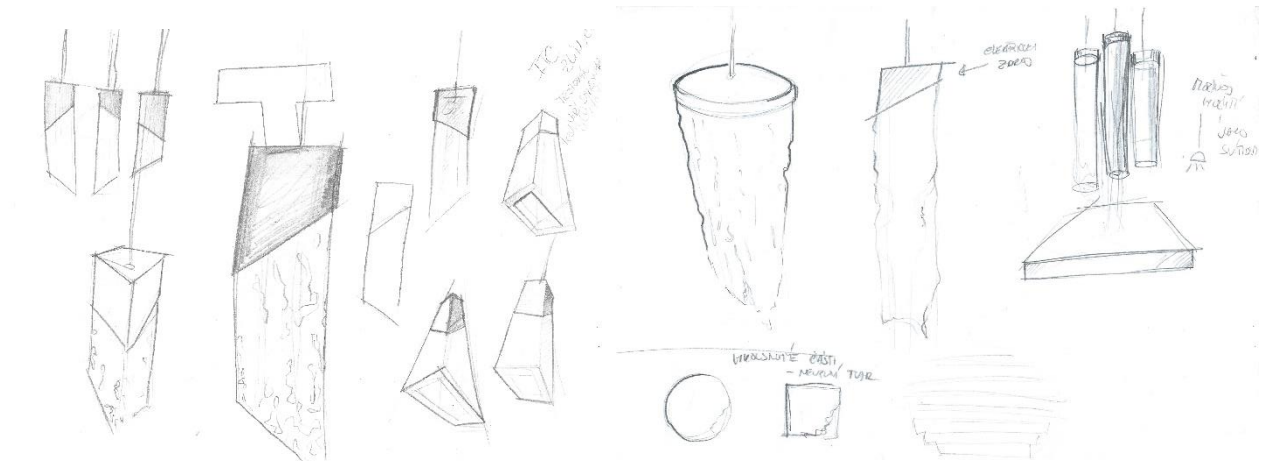
4.3 SKICOVÁNÍ A TVAROVÉ NÁVRHY

Samotné výrobě klasicky předcházelo skicování a samotný návrh podoby akustického objektu.

4.3.1 VÝVOJ NÁVRHU

Z důvodu zvoleného materiálu jsem se rozhodla objekt směřovat do interiéru. Při navrhování jsem pracovala s možností několika produktů. Prvním, a nakonec dotvarovaným a realizovaným, byl návrh nástěnného akustického panelu. Dále jsem rozpracovávala i možnost

vytvoření závěsného akustického tubusu, který by případně mohl sloužit i jako dekorativní svítidlo, nebo návrh desky pro můj již realizovaný produkt, nástěnný květináč Oti. Nakonec jsem se rozhodla věnovat pouze nástěnnému panelu.



Obrázek č.20 – Průvodní skici

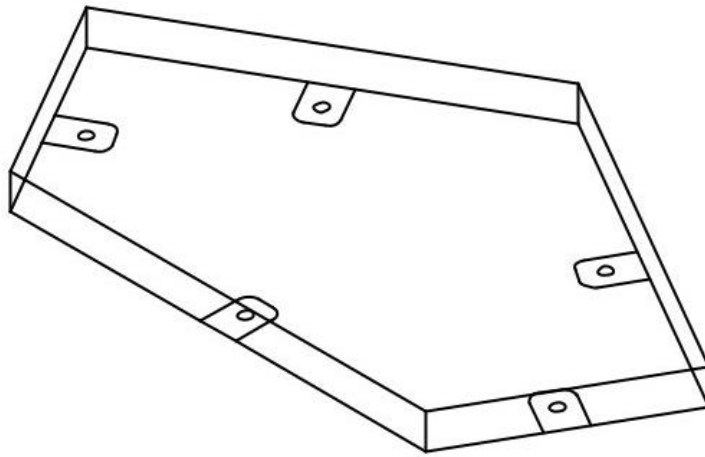
Výšku materiálu jsem si již určila po akustických zkouškách, tudíž následovalo tvarování a určení velikosti panelu. Pro větší variabilitu jsem se rozhodla vytvořit menší díl, který by se dal snadno skládat do větších obrazců a případně i do celé stěny.

4.3.2 KONEČNÁ PODOBA

Mým návrhem je dekorativní panel s akustickými vlastnostmi, který je určený do interiéru, vytvořený z materiálu vzniklým symbiózou houby a mravence. Tvar vychází z šestiúhelníku, který je rozdělen na tři díly. Samotný šestiúhelník připomínající včelí plástev mi nepřipadal k návrhu vhodný a zároveň se jedná o tvar pro akustické panely často využívaný.

Konečným návrhem tedy vznikl akustický objekt v podobě šestihranu složený z mravenci zpracovaného dřeva a kovového rámu. Objekt může být zároveň doplněn o vrstvu akustické pěny či jiného absorpčního materiálu, pro navýšení akustické pohltivosti objektu.

Zároveň to umožňuje kombinovat více variant tloušťky materiálu a docílit tak různých akustických vlastností.



Obrázek č.20 – Konečný tvar

4.3.3 MOŽNOSTI SKLÁDÁNÍ

Tvar pětiúhelníku a rozměry stran jsou navrženy tak, aby bylo možné je kombinovat a skládat do různých obrazců a vytvářet tak na stěnách geometrický dekor v různých podobách. Zároveň umožňuje pokrýt celou stěnu.

5 VÝROBA

Po získání surového materiálu v podobě částí kmenů stromu bylo potřeba vyřezat požadovaný materiál z dřevěného masivu. Nejjednodušším způsobem bylo využití motorové pily a hrubé odřezání neporušeného dřeva.

U materiálu jsem zkoušela různé způsoby sušení. Dřevo bylo často mokré a bylo třeba jej před lepením vysušit, aby bylo zamezeno kroucení. Některé vzorky jsem po ořezání nepotřebného materiálu nechala v celku sušit v sušárně po dobu 6 dní. U tohoto způsobu bohužel nedošlo k proschnutí celého materiálu, a tak bylo třeba po rozřezání plátů dřevo ještě досушит. U vzorků sušených příliš rychle došlo k porušení a popraskání struktury. V případě rozřezání surového materiálu na prkna/latě došlo k většímu zkroucení u některých prvků. Nejlepším způsobem tak bylo materiál rozříznout skrz přibližný střed mravenčího hnízda a nechat jej pozvolně vyschnout. Následovalo srovnání strany, rozřezání na desky a досуšení před lepením.

5.1 LEPENÍ DO DESKOVÉHO MATERIÁLU

Pro ideální práci s tímto materiálem jsem se rozhodla jej slepit do větších desek, ze kterých by se následně vyřezávaly potřebné prvky. Toto lepení bylo v celku náročné především z důvodu křehkých částí v místě husté perforace dřeva. Části útvarů dokonce odpadávaly a bylo potřeba je dolepovat. Při řezání bylo vhodnější nechávat materiál ve větší šíři.

Některý typ materiálu jsem zkoušela podlepovat hdf deskou pro získání větší pevnosti i při nařezání na nižší profil. Toto kombinování dalších materiálů mi ale nepřišlo vhodné a snažila jsem se tomu spíše vyvarovat i přes větší náročnost lepení.

Pro lepení jsem využívala klasické disperzní lepidlo určené k rychlému lepení dřeva. U některých vzorku jsem zkoušela využít lepidlo určené k lepení trámů s vysokou pevností. Toto lepidlo ale při lepení nabývá na objemu, a i přes kompresi dílů, lepidlo na několika místech vystoupilo na povrch. Dutiny ve dřevě jsou nerovnoměrné, a proto z desky po rozřezání může docházet k odpadnutí částí materiálu. Tomuto by mohlo taky předcházet případné podlepení jiným plošným materiálem.

Dřevo jsem se rozhodla nalakovat pouze tenkou vrstvou vodou ředitelným matným lakem. Původně jsem zvažovala stabilizaci dřeva za pomoci napuštění zpevňující látkou. K tomuto kroku jsem se nakonec rozhodla nepřistoupit i z důvodu následné změny akustických vlastností.

5.2 KOVOVÉ DÍLY

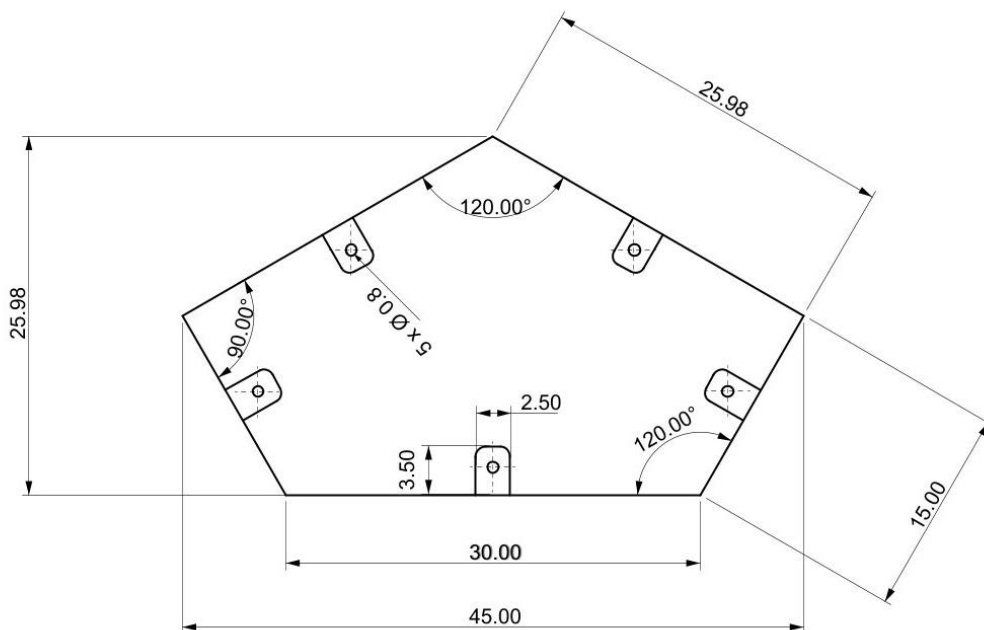
Vyřezaný materiál je vložen do kovových rámu. Tento rám má několik využití. Jedním z nich je zakrytí případného akustického materiálu na hranách panelu. Zároveň však funguje jako závěsný prvek. Výška rámu je zvolena tak, aby bylo možné jednotlivé prvky na sebe napojovat i za použití magnetů.

Díly jsou vyrobeny z 2mm kovu, kvůli následnému svařování. Jednotlivé pásy jsou vyřezány za pomoci CNC laseru a následně ohýbány. Na spodní části rámu se nachází do vnitřku objektu ohnuté zarážky zároveň sloužící jako závěsná oka.

Ocelové díly jsou ošetřeny odolnou povrchovou úpravou, komaxitem, v barvě kovářské černi, která mi v kombinaci se dřevem připadá vhodná. Pro další produkty ale navrhuji využití komaxitu v pastelových barvách.

5.3 ROZMĚRY

Jak jsem již zmiňovala výše, rozhodla jsem se vytvořit panel o menších rozměrech. Toto rozhodnutí plynulo především z práce s materiálem, který je lepený z vcelku malých dílů. Domnívám se, že ve leklém objektu by toto lepení bylo více znatelné než u malých částí.



Obrázek č.21 – Rozměry jednoho dílu

Dalším důvodem pro volbu menšího rozměru je i fakt, že materiál není úplně běžný k sehnání a výroba těchto prvků by tak byla omezená. Produkt by pak mohl být jakýmsi sběratelským předmětem, ve smyslu, že by zákazník mohl postupem času díly dokupovat a postupně dotvářet geometrickou nástěnnou koláž.

5.4 INSTALACE

Pro instalaci jsem se rozhodla zvážit způsob, jak vyřešit zavěšení dílu bez nutnosti přílišného zásahu do zdi. Jednotlivé díly je tedy možné zavěsit na otvory ve spodní části panelu. V případě kombinace více dílů do obrazců se pak některé díly mohou napojit za pomoci neodýmových magnetů. Nutno je však brát v potaz gravitaci a dobře promyslet, které z dílů jsou vhodné k tomuto typu napojení. Při nevhodném zvolení takto napojených dílů může dojít ke sklouznutí a pádu.

6 SÉZONNOST VÝROBY/PRODUKCE

Produkce panelů není zamýšlená ve velkém počtu kusů. Stejně jako sám materiál by měl být produkt spíše raritou než řadově vyráběným prvkem. Jedná se o dekorační prvek s kladnými akustickými vlastnostmi. Dle mého názoru není potřeba, aby každý produkt aspiroval k sériově výrobě ve velkém počtu kusů. Produkci tak i při dostatku materiálu odhaduji maximálně do 100-150 kusů ročně. Nepředpokládám, že by tento prvek měl být extra výtěžný, jeho hlavním smyslem je zaujmout a upozornit na určitou tematiku.

V rámci výrobního procesu navrhuji u tohoto materiálu dodržet určitou sezónnost. Především získávání materiálu by mělo být podřízeno přirozeným obdobím tak, aby nedocházelo k zbytečně radikálním zásahům do biorytmu organismů.

Na jednu stranu je důležité dodržovat období vegetačního klidu, i přesto, že se materiál vyskytuje v dřevinách nemocných. Jedná se o období, kdy jsou fyziologické a ekologické funkce dřevin v útlumu. Toto období je obecně rozšířené mezi 1.listopadem a 31.březnem.²²

Na druhou stranu je potřeba respektovat klidové období mravenců, kteří v chladných měsících upadají do zimní strnulosti.²³Sami hnízda opevňují a izolují, tudíž při narušení jejich hnízda by mohlo dojít k násilnému zásahu do jejich přirozeného biorytmu. Kácení v podzimních měsících není taky příliš vhodné, neboť by kolonie neměla dostatek času na vytvoření nových hnízd a nasbírání zásob potřebných k přečkání zimních měsíců. To tedy čas, kdy je vhodné úmyslně materiál získávat, značně omezuje.

Riziková kácení však probíhají skrze celý rok, tudíž materiál z tohoto zdroje bude přicházet různě. V tomto případě by pak bylo možné zvážit a s odborníky konzultovat, co případně dělat a jak ošetřit takto narušené hnízdo v zimních měsících.

7 DALŠÍ VÝVOJ PROJEKTU

Tato práce je počátkem projektu, který budu dále rozvíjet a rozšiřovat. Při postupném zpracovávání návrhu se nastolovaly další možnosti zpracování této myšlenky symbiózy

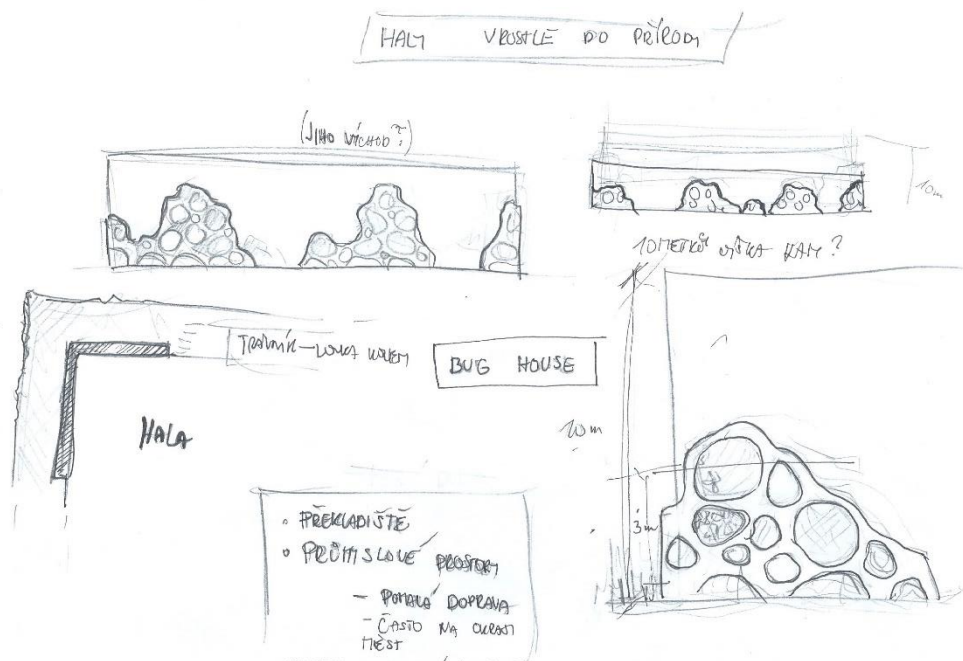
²² OBDOBÍ VEGETAČNÍHO KLIDU, ČIŽP, 2022 <https://www.cizp.cz/prakticky-radce/nejcasteji-kladene-otazky-a-odpovedi/kdy-se-smi-provadet-kaceni-a-orez-drevin>

²³ MRAVENCÍ A JEJICH PODIVUHODNÝ SVĚT, Ekolist, dostupný na webu: <https://ekolist.cz/cz/publicistika/priroda/mravenci-a-jejich-podivuhodny-svet>

s hmyzem. Dalším cílem, kam tento projekt směřuje, je navrácení hmyzu do měst a podpoření tak mizející biodiverzity.

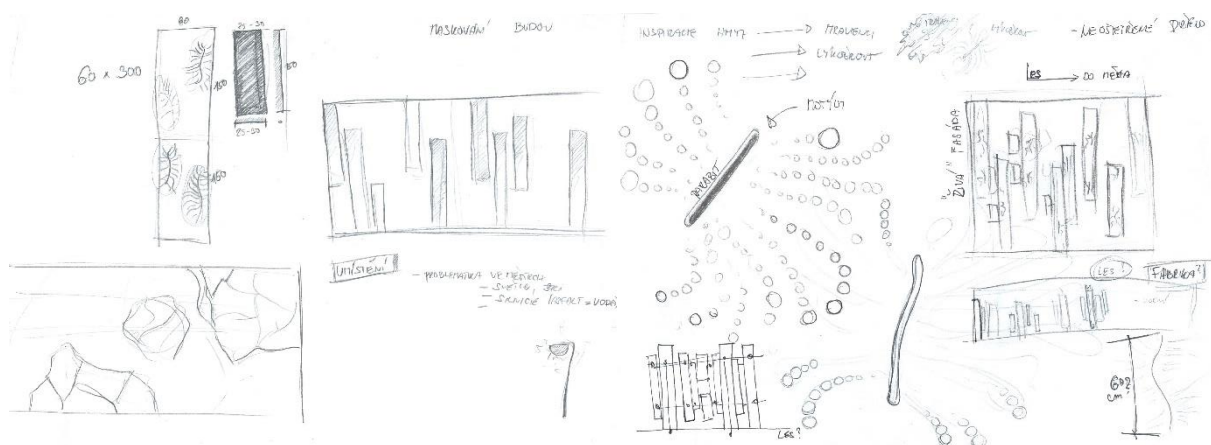
7.1 ROZŠÍŘENÍ DO EXTERIÉRU

Původním záměrem bylo přivést hmyz do měst a nahradit tak oblasti, do kterých se stále rozšiřujeme. K této variantě bych se v budoucnu ráda vrátila a dokončila již rozpracovaný návrh.



Obrázek č. 22 – Skica návrhu varianty do exteriéru

Navrhovaný produkt by tvarově a funkčně komunikoval s návrhem stávajícím. Jednalo by se o inverzi tvaru, kdy by linie rozdělující současný návrh vytvářela stejný patern ve zvětšeném měřítku tak, aby odpovídala velkoplošnému použití na budovy.



Obrázek č. 23 – Skica varianty do exteriéru s využitím jiného organického dekoru

Pro toto využití by bylo potřeba vytvořit nový stálejší materiál, který by měl ideální izolační vlastnosti, aby se na slunci příliš nezahříval. Tyto nástěnné prvky by pak mohli taky částečně plnit funkci akustických objektů, jelikož by mohli být nástrojem, jak rozčlenit rovné stěny budov, od kterých se zvuky nevhodně odrážejí a částečně zvuky i případně absorbovat. Hlavním účelem tohoto objektu by však bylo poskytnutí útočiště různým druhům hmyzu. Objekt by tak sloužil primárně jako hmyzí hotel a akustické vlastnosti by byli jen přidanou hodnotou. V případě dokončení tohoto projektu by iniciovaná symbióza byla více přiblížena idealistickému mutualistickému soužití.

7.2 MOŽNOST VYUŽITÍ DALŠÍCH PŘÍRODNÍCH DEKORŮ

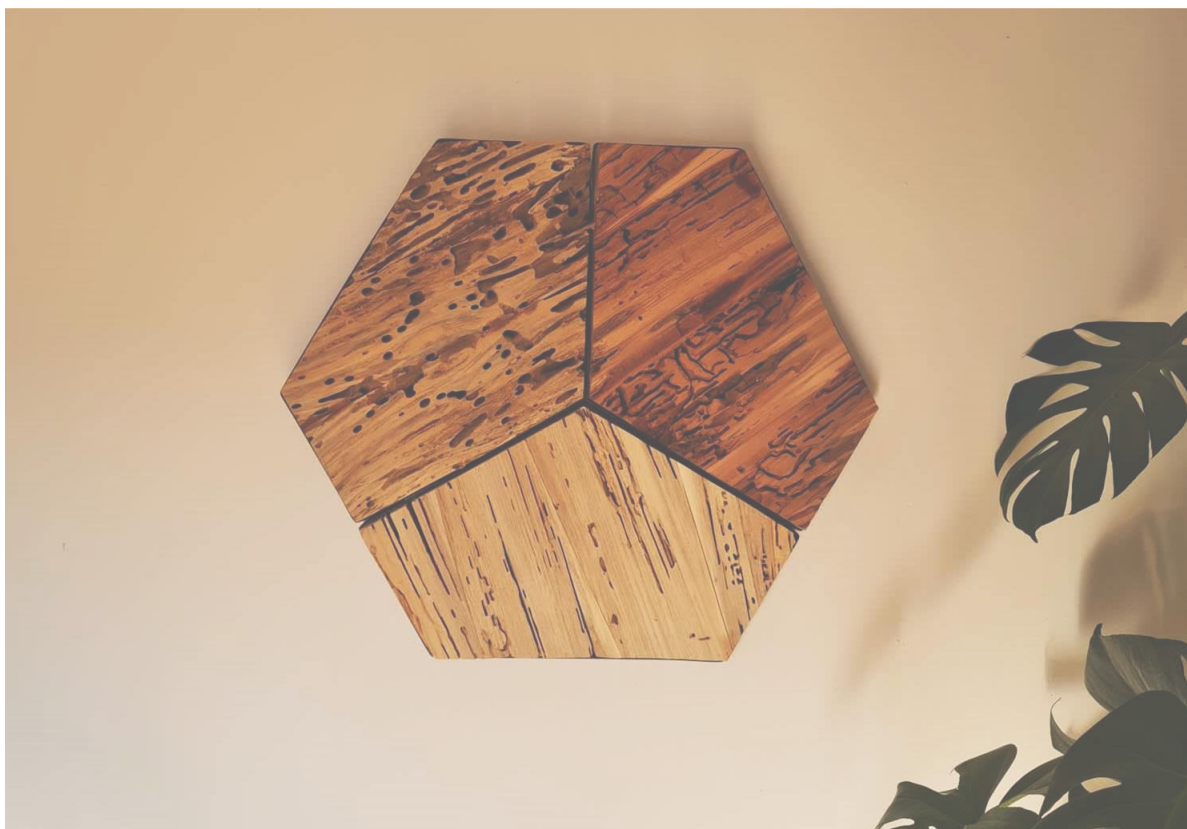
Dalším případným vývojem návrhu akustických panelů by mohlo být využití i jiných hmyzem vytvořených textur. V rámci dřevokazného hmyzu vznikají různé organické textury, které by mohly být využity jako další možný vzor. Například stopy zanechané po larvách lýkožrouta nebo dekor vytvořený tesaříkem. Tyto kresby by pak mohli být otiskem, který by byl do materiálu uměle prohlouben, aby získal lepší akustické vlastnosti. Případně by se mohlo jednat o desku do níž by byly tyto vzory vyřezány a pod níž by byla umístěna akustický pěna.

8 MOŽNÝ PŘÍNOS PRÁCE DO DALŠÍCH OBORŮ

Zajímavým přínosem práce by bylo propojení s dalšími obory. Není dostatek studií o úbytku hmyzu a dat z jeho sčítání k podložení a řešení této situace. Získávání materiálu z lesa by mohlo částečně napomoci k mapování výskytu nejen kolonií mravenců, ale případně i k dalšímu mapování stavu lesů. Mravenci v lese pomáhají. I přesto že mravenec dřevokaz byl dlouho považován za škůdce, poslední průzkumy ukázali, že lesu naopak pomáhá. Právě napadáním hnilobou nakažených stromů zabraňuje jejich šíření. Zároveň reguluje počty škůdců páchajících v lese opravdové škody.²⁴

Domnívám se tedy, že tento druh mravenců bude prosperovat v místě, kde les není úplně zdravý a je v něm velké množství dřevokazných škůdců. Tudíž potřeba vyhledávat a monitorovat tyto lesy by mohla být prospěšná vícero odvětvím a mohla by napomoci k zjišťování stavu našich lesů.

²⁴ MRAVENEC DŘEVOKAZ VE SMRKOVÝCH LESÍCH: ŠKŮDCE NEBO POMOCNÍK? RNDr. Adam Věle, Ph.D., Jakub Horák, Ph.D.; dostupné na webu: www.vulhm.cz/mravenec-drevokaz-ve-smrkovych-lesich-skudce-nebo-pomocnik/



9 ZÁVĚR

Mým cílem bylo vytvořit designový objekt inspirovaný přirozeným přírodním jevem, symbiózou. Při svém navrhování jsem pracovala s mezidruhovou spoluprací.

Navrženým produktem jsou akustické panely vytvořené z materiálu vznikajícího symbiózou houby a mravencům. Hlavním smyslem této práce je ukázat, že hmyz není jen otravný drobný organismus, kterému bychom se měli vyhýbat, ale že dokáže vytvářet krásné věci. S šířením tohoto názoru věřím, že vznikne větší zájem o problematiku mizejícího hmyzu, která nevyhnutelně vede k rozsáhlému poklesu biodiverzity.

Práce s tímto nezvyklým materiálem nebyla jednoduchá a zkoušky byly časově náročné. Dosáhla jsem požadovaného efektu a u návrhu rozpracovala i jeho další možný vývoj a případnou přidanou hodnotu práce.

Určení typu symbiózy, které návrh nabývá, není úplně jednoznačný. Jisté je, že v rámci spolupráce s mravenci současný stav návrhu nedosahuje na nejpozitivnější typ, mutualismus. Zároveň se však nejedná o parazitismus, jelikož v případě získávání materiálu ze skládek a již pokácených stromů tento vztah nijak neovlivňuje mravence. Vztah mezi člověkem a mravenci bych v tomto případě označila jako komenzálismus.

10 RESUME

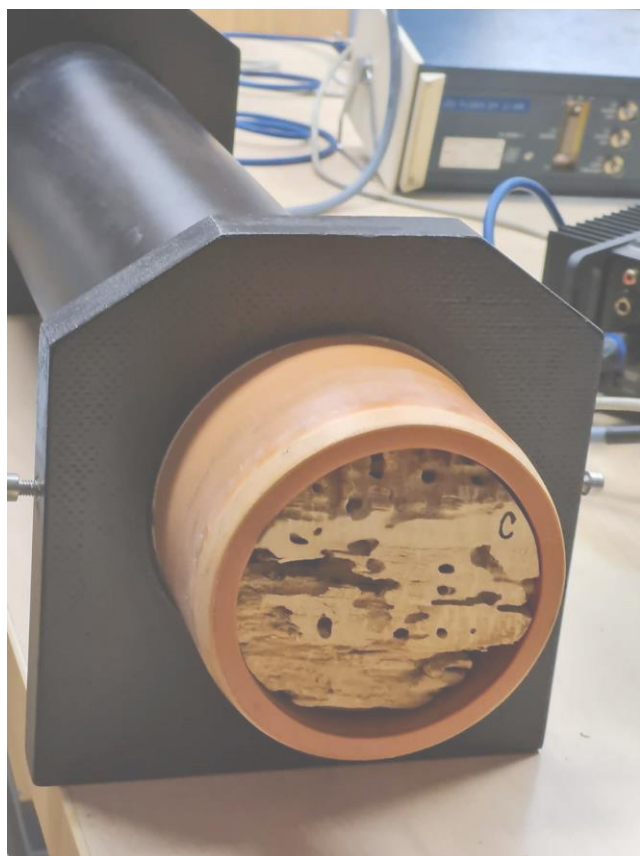
As a master thesis, I chose the theme called symbioses. Its aim was to create a product that combines various thoughts and ideas in esthetical or functional symbioses. My work was based on the symbioses of two or more participants. As partakers of this experiment, I chose humans and insects. This project collaborates with the idea of connecting humans and insects. Most people don't like insects in their nearby and they are trying to get rid of them. However, nowadays there is a lack of insects in the world. The world's insect population is in a big decline. I decided to design a product to make people think more of this threat. I wanted to show the beauty of patterns created by this kind of organism.

I designed a decorative acoustic panel made of a material cocreated with ants. These panels present unique patterns created by nature. These panels can be used as a solitaire or can be assembled into bigger compositions.

11 FOTODOKUMENTACE



Obrázky č. 24–27 – Dokumentace získávání materiálu



Obrázky č. 28-31 – Fotodokumentace testování zvukové pohltivosti



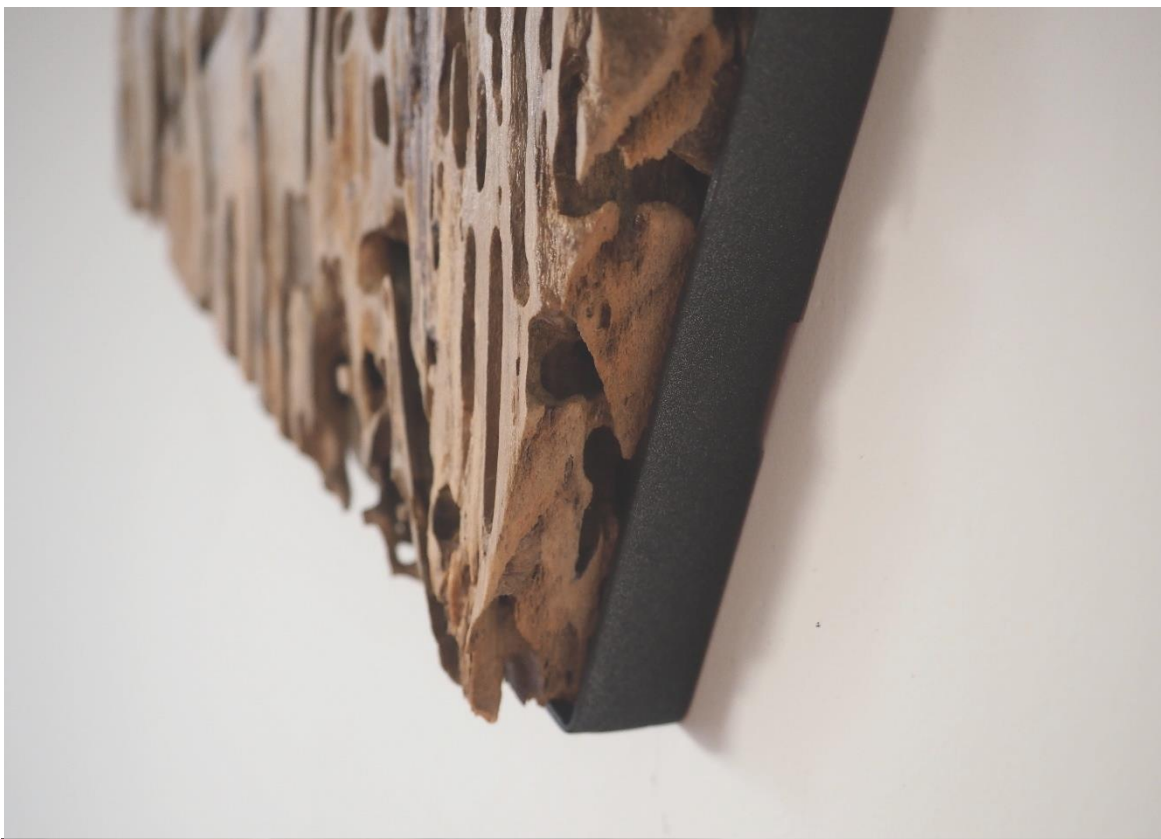
Obrázek č. 32 – Propagační fotografie



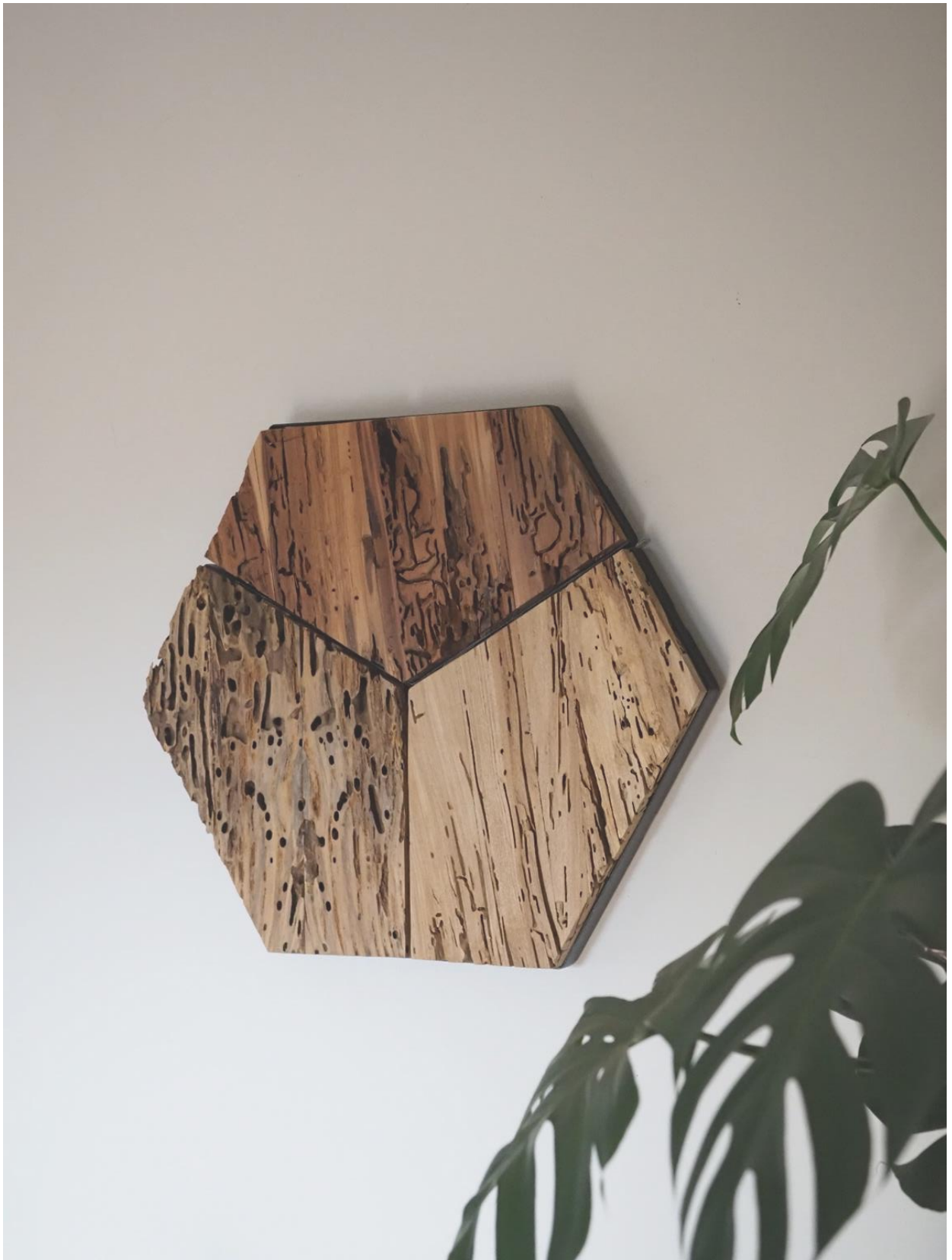
Obrázky č. 33-34 – Různé možnosti sestavení



Obrázek č.35 – Propagační fotografie



Obrázky č. 36-37 – Fotografie detailů



Obrázek č. 38 – Různé druhy dřeva



Obrázek č. 39 – Propagační fotofragie

12 ZDROJE A PŘÍLOHY

A) Knižní a periodická literatura

- 1) VAVERKA, Jiří. Stavební fyzika 1: urbanistická, stavební a prostorová akustika. Brno: VUTIUM, 1998. Učebnice (Vysoké učení technické), sv. 5. ISBN 80-214-1283-6.c
- 2) WOHLLEBEN, Peter. Tajná síť přírody: jak stromy vyrábějí mraky a žížaly regulují divoká prasata. Přeložil Jana ČEŘENOVÁ. Brno: Kazda, 2018. ISBN 978-80-906819-6-5
- 3) MYERS, William. Biodesign. ISBN 9780500294390.
- 4) A BESTIARY OF THE ANTHROPOCENE
- 5) PATŘIČNÝ, Martin. Velká kniha o dřevě. Vydání druhé (v Euromedia Group první). Praha: Euromedia Group, 2019. Universum (Euromedia Group). ISBN 978-80-7617-829
- 6) TILL, Caroline, FRANKLIN, Kate: Radical Matter, 2018-19, ISBN 978-0-500-29539-7, Thames & Hudson Ltd

B) Internetové zdroje

- 1) DĚLENÍ SYMBIOTICKÝCH VZTAHŮ; Šmatláňová, Karolína; dostupné z : galaktis.cz/clanek/symbioza/
- 2) Bio design:Nature, Science, Creativity, William Myers, Paol Antonelli, Thames and Hudson ISBN 978-0-500-29439-0
- 3) PŮVOD SLOVA „SYMBIÓZA“ dostupné na webu: <https://www.vyznam-slova.com/symbi%C3%B3za>
- 4) DĚLENÍ SYMBIOTICKÝCH VZTAHŮ; Šmatláňová, Karolína; dostupné z : galaktis.cz/clanek/symbioza/
- 5) TERMÍN SYMBIÓZA; Novák, Jiří, dostupné na webu: <https://www.biolib.cz/cz/glossaryterm/id648/>
- 6) MRAVENCÍ A PARAZITICKÉ HOUBY: KDYŽ SE MRAVENCÍ MĚNÍ V ZOMBIE, Petr, Jaroslav, 2020 <https://www.stoplusjednicka.cz/mravenci-paraziticke-houby-kdyz-se-mravenci-meni-v-zombie>
- 7) CHARAKTERISTICKÉ ZNAKY SYMBIÓZ dostupné z webu: https://www.sci.muni.cz/~mykorrh/html/charakteristika_symbioz.htm
- 8) VZTAH EKOLOGIE A DESIGNU: ORGANICKÉ STRUKTURY POHLEDEM NERI OXMAN, Hellerová, Jana, 2021; dostupné na webu: www.materialtimes.com/tema/vztah-ekologie-a-designu-organicke-struktury-pohledem-neri-oxman.html
- 9) TOMÁŠ LIBERTÍNÝ BLURS THE LINE BETWEEN CRAFT AND NATURE, Madlener, Adriana, dostupné z webu: www.metropolismag.com/viewpoints/tomas-libertiny-bees-exhibition/

- 10) NATURAL FINISH, Azúa, Martín, dostupné na webu:
<https://www.martinazua.com/product/natural-finish/>
- 11) MARLÈNE HUISSOUD CREATES SCULPTURAL CHAIRS AS HOTELS FOR CITY-DWELLING INSECTS; Hitti Natasha, dostupné na: www.dezeen.com/2019/10/08/marlene-huissoud-please-stand-by-insect-shelters/
- 12) BEE BRICK, Green and Blue, dostupné na webu:
<https://www.greenandblue.co.uk/products/bee-brick>
- 13) POLAR BEAR FUR INSPIRES NOVEL INSULATION MATERIAL, Materials Today, 2019
dostupné na webu: www.materialstoday.com/carbon/news/polar-bear-fur-inspires-novel-insulation-material/
- 14) INTERWOVEN, dostupné na webu: <https://hetnieuweinstituut.nl/en/interwoven>
- 15) MORE THAN 75 PERCENT DECLINE OVER 27 YEARS IN TOTAL FLYING INSECT BIOMASS IN PROTECTED AREAS, Caspar A. Hallmann, Martin Sorg, Eelke Jongejans, Henk Siepel, ..., 2017;
journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0185809
- 16) NEGATIVNÍ PŮSOBNÍ HLUKU A JEHO PREVENCE, Bc. Adéla Bartlová, doc. MUDr. Jan Šimůnek, Csc; dostupné na: https://is.muni.cz/th/xle0j/bartlova_diplomova_prace.pdf
- 17) STUDIE: VELKÝ HLUK Z DOPRAVY V EVROPĚ PŘÍSPÍVÁ K TISÍCŮM ÚMRTÍ ROČNĚ, ČTK,
www.ceskenoviny.cz/zpravy/studie-velky-hluk-z-dopravy-v-evrope-prispiva-k-tisicum-umrti-rocne/2183821
- 18) URBAN TRAFFIC NOISE CAUSES SONG LEARNING DEFICITS IN BIRDS, Dr. Henrik Brumm <https://www.mpg.de/16889599/0511-orni-urban-traffic-noise-causes-song-learning-deficits-in-birds-154562-x?c=2249>
- 19) MĚSTSKÝ HLUK NARUŠUJE VÝVOJ PTÁKŮ, dostupné zde
<https://energouzrouti.cz/z/mestsky-hluk-narusuje-vyvoj-ptaku-a-zpusobuje-chronicky-stres>
- 20) K ČEMU JSOU DIFUZORY?, Proti hluku, dostupné na webu:
<https://www.protihluku.cz/ptate-se/k-cemu-jsou-difuzory>
- 21) OBDOBÍ VEGETAČNÍHO KLIDU, ČIŽP, 2022 <https://www.cizp.cz/prakticky-radce/nejcasteji-kladene-otazky-a-odpovedi/kdy-se-smi-provadet-kaceni-a-orez-drevin>
- 22) MRAVENCI A JEJICH PODIVUHODNÝ SVĚT, Ekolist, dostupný na webu:
<https://ekolist.cz/cz/publicistika/priroda/mravenci-a-jejich-podivuhodny-svet>
- 23) MRAVENEC DŘEVOKAZ VE SMRKOVÝCH LESÍCH: ŠKŮDCE NEBO POMOCNÍK? RNDr. Adam Véle, Ph.D., Jakub Horák, Ph.D.; dostupné na webu: www.vulhm.cz/mravenec-drevokaz-ve-smrkovych-lesich-skudce-nebo-pomocnik/

C) Seznam příloh

Obrázek č.1 – rešerše – *Neri Oxman, Silk Pavilion* dostupné z:

<https://www.solidsmack.com/fabrication/silk-pavilion-creating-3d-printed-structures-from-silk-worms/>

Obrázek č.2 – rešerše – „*Natural finish*“, *Martin Azuá* dostupné z:

www.martinazua.com/product/natural-finish/

Obrázek č.3 – rešerše – *Marlene Hiessoud*, „*Please stand by*“ dostupné z:

www.dezeen.com/2019/10/08/marlene-huissoud-please-stand-by-insect-shelters/

Obrázek č.4 – rešerše – *Bee Brick* dostupné z: www.greenandblue.co.uk/products/bee-brick

Obrázek č.5 – rešerše - *Interwoven*, *Diana Scherer*, dostupné z

hetnieuweinstituut.nl/en/interwoven

Obrázek č.6 – rešerše - *Hmyz zmatený reflektory ve městě* (archiv autora)

Obrázek č.7 – rešerše - *Hmyz zmatený reflektory ve městě* (archiv autora)

Obrázek č.8 – rešerše - *Hluková mapa města Plzeň (2017)* snímek obrazovky, dostupné z:

<https://geoportal.mzcr.cz/SHM2017/>

Obrázek č.9 - 9 – *Příklady akustických panelů*, dostupné z <https://www.lino.cz/kancelarsky-nabytek/akusticky-nabytek/akusticke-panely-parentesit>

Obrázek č.10 – rešerše – *příklad akustického objektu, Moss*, dostupné z <https://www.silent-lab.cz/produkty/moss/>

Obrázek č.11 - *Dřevo napadené houbou a mravenci* (archiv autora)

Obrázek č.12 - *Dřevo napadené houbou a mravenci* (archiv autora)

Obrázek č.13 – *Tabulka ze zápisu měření* (archiv autora)

Obrázek č.14 – *Tabulka výsledných činitelů pohltivosti jednotlivých vzorků* (archiv autora)

Obrázek č.15 – *Graf výsledků měření, porovnání všech* (archiv autora)

Obrázek č.16 - *Graf výsledků měření, porovnání samotných materiálů* (archiv autora)

Obrázek č.17- *Graf výsledků měření, porovnání samotných materiálů* (archiv autora)

Obrázek č.18 – *Naskenovaný 3D model, snímek obrazovky (vzorek 1)* (archiv autora)

Obrázek č.19 – *Naskenovaný 3D model, snímek obrazovky (vzorek 2)* (archiv autora)

Obrázek č.20– *Průvodní skici (archiv autora)*

Obrázek č.21– *Rozměry jednoho dílu (archiv autora)*

Obrázek č.22 – *Skica návrhu varianty do exteriéru (archiv autora)*

Obrázek č.23 – *Skica varianty do exteriéru s využitím jiného organického dekoru (archiv autora)*

Obrázek č.24 – *Dokumentace získávání materiálu (archiv autora)*

Obrázek č.25– *Dokumentace získávání materiálu (archiv autora)*

Obrázek č.26– *Dokumentace získávání materiálu (archiv autora)*

Obrázek č.27– *Dokumentace získávání materiálu (archiv autora)*

Obrázek č.28 – *Fotodokumentace testování zvukové pohltivosti (archiv autora)*

Obrázek č.29 – *Fotodokumentace testování zvukové pohltivosti (archiv autora)*

Obrázek č.30– *Fotodokumentace testování zvukové pohltivosti (archiv autora)*

Obrázek č.31– *Fotodokumentace testování zvukové pohltivosti (archiv autora)*

Obrázek č.32 – *Propagační fotografie (archiv autora)*

Obrázek č.33 – *Různé možnosti sestavení (archiv autora)*

Obrázek č.34– *Různé možnosti sestavení (archiv autora)*

Obrázek č.35– *Propagační fotografie (archiv autora)*

Obrázek č.36– *Fotografie detailů (archiv autora)*

Obrázek č.37– *Fotografie detailů (archiv autora)*

Obrázek č.38– *Různé druhy dřeva (archiv autora)*

Obrázek č.39– *Propagační fotofragie (archiv autora)*