



Bakalářská práce

Návrh nového produktu na základě recyklace odpadních materiálů

New product design based on recycling of waste materials

Autor: **Karolína Petřeková**

Studijní program: Design (B8208)
Studijní obor: Průmyslový design (8206R043)

Vedoucí: prof. Akad. arch. Jan Fišer

Praha, červen 2022

© Karolína Petřeková

České vysoké učení technické v Praze, 2022

Klíčová slova: *biologicky rozložitelný, cirkulární, ekologický, kompozit, mycelium, odpadní materiál, recyklovaný, recyklovatelný*

Key words: *biodegradable, circular, composite, ecological, mycelium, recycled, recyclable, waste material*



2/ ZADÁNÍ bakalářské práce

jméno a příjmení: KAROLINA PETŘEKOVÁ

datum narození: 06. 08. 1998

akademický rok / semestr: 2021/22, LS

obor: DESIGN

ústav: ÚSTAV DESIGNU 15150

vedoucí bakalářské práce: PROF. AK. ARCH. JAN FIŠER

téma bakalářské práce: NÁVRH NOVÉHO PRODUKTU NA ZÁKLADĚ
viz přihláška na BP RECYKLACE ODPADNÍCH MATERIÁLŮ

zadání bakalářské práce:

1/ popis zadání projektu a očekávaného cíle řešení

NÁVRH PŘENOSNÉ KEMPINGOVÉ SESTAVY

2/ popis závěrečného výsledku, výstupy a měřítka zpracování

2X TISŤENÁ KNIHA

MODEL V MĚŘÍTKU 1:1

PORTFOLIO V LIBOVOLNÉM FORMÁTU

PLAKÁT B1, CD

3/ seznam případných dalších dohodnutých částí BP

Datum a podpis studenta

28. 2. 2022

Datum a podpis vedoucího DP

28. 2. 2022

registrováno studijním oddělením dne

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury	
Autor: Karolína Petřeková	
Akademický rok / semestr: 2021/22, letní semestr	
Ústav číslo / název: ústav designu 15150	
Téma bakalářské práce - český název:	
Návrh nového produktu na základě recyklace odpadních materiálů	
Téma bakalářské práce - anglický název:	
New product design based on recycling of waste materials	
Jazyk práce: český	
Vedoucí práce:	prof. Akad. arch. Jan Fišer
Oponent práce:	Mgr. art. Barbora Kolenčíková
Klíčová slova (česká):	biologicky rozložitelný, cirkulární, ekologický, kompozit, mycelium, odpadní materiál, recyklovaný, recyklovatelný
Anotace (česká):	MYCOMpanion je jednorázový a přenosný kempingový termobox a gril určený pro pěší turistiku a off-gridové kempování. Je vyroben z mycelia, podhoubí hub, které má vynikající termoizolační, voděodolné a ohnivzdorné vlastnosti. Navržený produkt se snaží maximálně využít těchto vlastností a přináší ekologicky šetrnější řešení oproti stávajícím plastovým termoboxům či jednorázovým grilům. Je schopen pojmout přes šest litrů vychlazených nápojů a potravin na grilování včetně briket na podpal a po použití je v přírodě zcela rozložitelný. Součástí návrhu je skladný rošt a ekologicky šetrné brikety z kávových slupek.
Anotace (anglická):	MYCOMpanion is a disposable and portable camping thermobox and grill in one designed for hiking and off-grid camping. It is made of mycelium, the invisible roots of mushrooms, which have excellent thermo-insulating, waterproof and fire-resistant properties. The proposed product seeks to make the most of these properties and provides a more environmentally friendly solution to existing plastic thermoboxes or disposable grills. It is able to hold over six liters of chilled beverages and barbecue food, including briquettes and is completely biodegradable. The design includes a compact grill grate and eco-friendly briquettes made of coffee bean husks.

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 20.5.2022



Podpis autora bakalářské práce

Poděkování

Mé poděkování patří především vedoucím práce, panu prof. Akad. arch. Janu Fišerovi a paní M. A. Henrietě Nezpěvákové, Ph.D. za veškeré konzultace posouvající návrh ke zdárnému konci. Dále bych pak chtěla poděkovat firmě Mykilio s.r.o., jmenovitě Mgr. Matěji Róthovi a Jakubu Seifertovi za odborné konzultace z technologického hlediska, z hlediska výroby produktu a zejména za poskytnutí materiálu k jeho tvorbě. Dále pak firmě Lavaris s.r.o. za vždy ochotné poskytnutí svého technického zázemí k experimentům či výrobě, Molabu, ústavu modelového projektování Fakulty architektury ČVUT, jmenovitě Ing. arch. Jiřímu Vele za poskytnutí prostoru k výrobě forem a jejich konzultace. V neposlední řadě děkuji všem, kdo mi byli oporou a pomocí při celém procesu tvoření a dopomohli k nalezení správné finální formy.

Anotace

MYCOmpanion je jednorázový a přenosný kempingový termobox a gril určený pro pěší turistiku a off-gridové kempování. Je vyroben z mycelia, podhoubí hub, které má vynikající termoizolační, voděodolné a ohnivzdorné vlastnosti. Navržený produkt se snaží maximálně využít těchto vlastností a přináší ekologicky šetrnější řešení oproti stávajícím plastovým termoboxům či jednorázovým grilům. Je schopen pojmout přes šest litrů vychlazených nápojů a potravin na grilování včetně briket na podpal a po použití je v přírodě zcela rozložitelný. Součástí návrhu je skladný rošt a ekologicky šetrné brikety z kávových slupek.

Resume

MYCOmpanion is a disposable and portable camping thermobox and grill in one designed for hiking and off-grid camping. It is made of mycelium, the invisible roots of mushrooms, which have excellent thermo-insulating, waterproof and fire-resistant properties. The proposed product seeks to make the most of these properties and provides a more environmentally friendly solution to existing plastic thermoboxes or disposable grills. It is able to hold over six liters of chilled beverages and barbecue food, including briquettes and is completely biodegradable. The design includes a compact grill grate and eco-friendly briquettes made of coffee bean husks.

Obsah

1.	ÚVOD – MOTIVACE	8
1.1.	Osobní přístup k řešení dané problematiky.....	8
1.2.	Předmět výzkumu	8
1.3.	Metodika práce	8
1.4.	Hrubý harmonogram projektu.....	10
2.	ANALYTICKÁ ČÁST.....	11
2.1.	Co je mycelium?	11
2.2.	Mycelium kompozit.....	12
2.3.	Druhy hub a substrátů vhodných k tvorbě mycelium kompozitu	13
2.4.	Technologie výroby materiálu	15
2.5.	Využití a existující řešení.....	17
2.5.1.	Přenosné termoboxy a chladicí boxy.....	17
2.5.2.	Přenosné grily.....	18
2.5.3.	Stávající řešení z mycelia	19
3.	VÝSTUP ANALÝZY A FORMULACE VIZE	20
4.	PROCES NAVRHOVÁNÍ.....	21
4.1.	Prvotní vize.....	21
4.2.	Návštěva materiálové banky MatériO	22
4.3.	Gril na způsob puzzle.....	22
4.4.	Pátrání po tvaru	23
5.	PROTOTYPOVÁNÍ A TESTOVÁNÍ – OVĚŘOVÁNÍ VARIANT.....	24
5.1.	Zkouška podrobení prvního vzorku vodě.....	25
5.2.	Zkouška podrobení prvního vzorku ohni	25
5.3.	Vyhodnocení testování	26
	26
6.	VÝSLEDNÝ NÁVRH.....	26
6.1.	Technologie výroby produktu.....	28
6.1.1.	Forma	28
6.1.2.	Příprava substrátu, plnění formy a růst materiálu.....	29
7.	TECHNICKÁ DOKUMENTACE	31
8.	ZÁVĚR A REFLEXE	34
8.1.	Závěr testování finálního produktu	34
8.2.	Reflexe	35

1. ÚVOD – MOTIVACE

1.1. Osobní přístup k řešení dané problematiky

Předmětem této bakalářské práce je přinést ekologičtější řešení designového produktu s důrazem na maximální využití vlastností a potenciálu použitého materiálu. Hlavním aspektem je využití odpadního materiálu a jeho následná upcyclace. Kladu si za cíl nabídnout možné řešení aktuální problematiky a zvýšit komfort koncového uživatele. Především je však mou snahou skrz navržený produkt poukázat na nové materiálové možnosti, které mají v budoucnosti designu značný potenciál, a které mohou přispět k zcela novému přístupu uvažování o vztahu materiálů k naší planetě.

K výběru tématu a směru navrhování mě vedl vlastní koníček kempování a pěší turistiky. Vždy jsem si kladla otázky ohledně zlepšení nabízeného vybavení a hledala jsem co mi při tomtom sportu chybí. Dostupné varianty na trhu často nepokrývali aktuální problematiku a tak jsem měla nutkání navrhnout vybavení, které sedí mým potřebám. Obzvláště mě zajímala oblast vaření a přenášení potravin. Chladicí boxy či tašky se obtížně nosily a potraviny nezůstaly dostatečně studené. Přenosné grily se mi jevily málo skladné, obtíž byla vždy v jejich hmotnosti. Začala jsem tedy pátrat po způsobu, jak přenesení potravin v chladu a jejich následné zpracování za tepla spojit v jeden přenosný set s co nejmenší hmotností. Velikou inspirací k mé myšlence bylo seznámení se s mladým materiálem – myceliem. Ne pouze pro své vynikající vlastnosti ale především pro spojitost s přírodou jsem zvolila tento materiál jako nejvhodnější pro svůj produkt.

1.2. Předmět výzkumu

Z osobní motivace se budu věnovat problematice uchovávání a přenášení potravin v chladu a jejich zpracování nad ohněm v přírodě. Návrh by měl být kompaktnějším řešením a alternativou k stávajícím přenositelným termoboxům a grilům, které budou mým předmětem výzkumu. Značnou část výzkumu budu věnovat samotnému materiálu a využití jeho vlastností.

1.3. Metodika práce

Prvním zásadním krokem bude důkladná rešerše zvoleného tématu. Nastuduji současná řešení chladících boxů a grilů. Tyto varianty budu následně porovnávat se snahou vyzorovat nedostatky. Budu pátrat po konkrétních příkladech z mycelia, které se věnují tomuto odvětví a vyhledám potřebné podklady ke zpracování první myšlenky. Na základě první ideje bude potřeba svůj záměr konzultovat s dalšími nadšenci tohoto sportu, abych si ověřila, zda mé řešení vzbudí zájem a zda najde využití. Upřednostním osobní setkání. Namísto

dotazníku pro mě vždy byl tento přístup přínosnější z toho důvodu, že se mohu konkrétněji dotazovat a na základě společného brainstormingu hledat široké spektrum možností. Právě při osobním kontaktu designér hlouběji porozumí potřebám uživatele. Dotazovat se budu lidí z mého blízkého okolí, kteří se koníčku věnují téměř na každodenní bázi. Na základě jejich bohatších zkušeností chci rozšířit vlastní pozorování o novou perspektivu. Následně potřebuji kontaktovat odborníky na daný materiál. S nimi budu konzultovat, zda jsou navržené možnosti reálně vyrobitelné, čerpat podrobnější informace o materiálu a získat vzorky pro experimentování před započítím projektu. Je mým cílem zjistit, jak se materiál vyrábí, jak se s ním správně pracuje, jaké má vlastnosti a jaké jeho různé varianty jsou možné. Bude potřebné si ověřit potenciál materiálu z hlediska ekonomického, tedy náklady na výrobu, složitost výroby, možnosti výroby forem a zda obstojí v konkurenci momentálně dostupných materiálů. Podrobně nastuduji ekologické aspekty výroby a budu směřovat k co nejšetrnějšímu provedení, tedy jak docílit funkčnosti s co nejmenším využitím materiálu. Je mým komplexním cílem porozumět vzniku materiálu od samotného počátku po finální produkt. Z toho důvodu bych chtěla navštívit výrobní či laboratoř, kde mycelium vzniká.

1.4. Hrubý harmonogram projektu

Plánované časové rozmězy vyhrazené danému předmětu v letním semestru 2022	Předmět
10.2.	Přihlášení bakalářské práce
5.2.-31.3.	Analytická část – rešerše tématu a existujících řešení
24.2.	Specifikace záměru bakalářské práce
10.3.-20.3.	Dotazování se uživatelů a brainstorming
10.3.-30.4.	Proces navrhování
30.3.-10.4.	Práce s materiálem a prototypování prvních vzorků
1.4.-20.4.	Konzultace záměru s odborníky na materiál a návštěva výroben či laboratoří
10.4.-20.4.	Návštěva dílny za účelem dalšího prototypování materiálu
20.4.-1.5.	Tvorba forem a finálního modelu
1.5.-15.5.	Prototypování finálního produktu

2. ANALYTICKÁ ČÁST

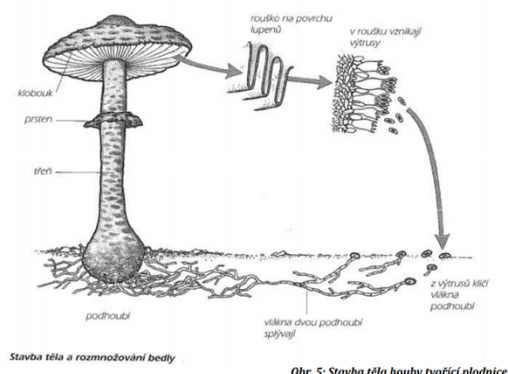
2.1. Co je mycelium?

Mycelium neboli podhoubí je systém propletených vláken hub, které prorůstají půdu v sítích dlouhých až v řádech desítek kilometrů. Podle jistých odhadů může pouhý gram půdy obsahovat mycelium o délce stovek metrů. Je to živoucí pojivová tkáň a je nejcharakterističtější rysem hub. Houby budují tzv. hyfy, to jsou mnohobuněčná vlákna podobající se malým trubičkám větvičích se do systému podhoubí. Pevnost mycelia se může lišit u rozdílných druhů hub, některé mycelium je tak tenčí, jiné naopak silnější. Jisté druhy dokáží prorazit opravdu tvrdými materiály. K tomu si utváří speciální průrazné hyfy. K představě jsou schopné vyvinout takovou sílu na proniknutí tuhými plasty či dokonce kevlar. Hyfy neutvářejí pouze podhoubí, dávají také vzniku specializovaným strukturám, plodnicím hub, které jsou pouze viditelným zlomkem celého systému. V ekosystému hub myceliem proudí voda a živiny, u některých druhů hub dokonce můžeme sledovat elektrickou vodivost, která je přirovnatelná k elektrickým vzruchům nervových buněk nás, živočichů.

Na rozdíl od živočichů jsou houby decentralizovanými organismy, stejně jako rostliny. Neexistuje u nich tak žádné centrální místo řízení a jejich koordinace



Obr. 01: Fotografie mycelia



Obr. 02: Stavba těla houby

je rozptýlená. Z konce systému mycelia může vyrůst celá nová síť a není tak odvážné říci, že je tento ekosystém potenciálně nesmrtelný. Proto existuje velice málo míst, kde by se houby nevyskytovaly. V extrémních případech se dokonce dokážou živit radiací, jak dokazují příklady z jaderného reaktoru Černobyl [1]. Většina hub svou potravu získává vstřebáváním z okolí, po nalezení potravy ji natráví a teprve pak ukládá do těla. S rozdílem druhu se liší také nároky na potravu a některé tropické houby nevyhledávají potravu vůbec [2].

Opravdu fascinující je sledování a poznávání toho, jak se myceliální síť rozrůstá. Přesto, že na toto téma vzniklo a vzniká řada výzkumů vedena předními

mykology a vědci, dodnes tomuto komplexnímu procesu nebylo zcelaporozuměno.

Není však divu, houby jako nesmírně rozmanité organismy se na naší planetě vyskytují již déle, než miliardu let. Tato obrovská říše, čítající okolo až 3,8 milionů druhů hub, z nich objeveno a popsáno pouhých 6 %, se podílela na zásadních dílech. Například na základě spolupráce s houbami se dostaly rostliny z vody na souš. Dodnes jsou zakladateli nových ekosystémů, z kterých se máme mnoho co učit. Po vzoru hub můžeme dospět nejen k řešení postupující devastace životního prostředí, ale využít je k vylouštění dalších lidských problémů. Houby jsou tak výborným příkladem biomimikry. Tým výzkumníků z Tokia, který sleduje chování hub se ku příkladu snaží své poznatky zakomponovat do návrhů městských dopravních sítí. Jiné výzkumy využívají spletitosti mycelia k hledání ideálních únikových cest z budov a dokonce slouží k řešení matematických výpočtů či jsou inspirací v robotickém programování [2]. Nejznámější jsou samozřejmě pro své příznivé účinky na lidské zdraví, avšak poskytnout nám vodítko můžou v mnoha dalších oblastech jako je třeba jejich využití jako materiálu k budování.

2.2. Mycelium kompozit

Mycelium kompozity jako relativně nový materiál se začínají do povědomí dostávat teprve v posledních pár letech. Je tomu tak na základě přeorientování dnešního designu i architektury na udržitelnější metody a s tím spojeným hledáním ekologičtějších řešení. Tento materiál byl však představen už dříve. První experimenty s mycelium kompozitem vznikaly už v počátcích tohoto století, a to v roce 2006. Průkopníkem v tomto směru se stala americká firma Ecovative založena o rok později Ebenem Bayerem a Gavinem McIntyrem, kteří v průběhu následujících let představili svůj produkt MycoComposite™ veřejnosti [3].



Obr. 03: MycoComposite



Obr. 04: Využití mycelium kompozitu v obalovém průmyslu

Od té doby se podílejí na širokém využití tohoto ekologického materiálu v různých odvětvích. Zprvu našli nejhojnější využití v obalovém designu. Mezi lety 2008 až 2011 přišli s technologií na výrobu obalů z odpadového materiálu ze zemědělství, konkrétně z obilnin, pod názvem EcoCradle [4]. Ty se nyní stávají plnohodnotnou a konkurenceschopnou alternativou k polystyrenovým obalům. Dnes takové obaly využívá řada kosmetických firem [3] a jako náhradu stávajících obalových materiálu je chce v budoucnu zavést i firma Ikea [5]. Nebylo tomu dlouho a o materiálu se začalo uvažovat v mnohem větším měřítku. Jeho potenciál stát se stavebním materiálem budoucnosti představili jako první architekti The Living, kteří v roce 2014 postavili u newyorské galerie MoMa první objekt z myceliových cihel vysoký dvanáct metrů. Cihly z mycelium kompozitu nejsou tak tvrdé jako standardní cihly, jsou však mnohem lehčí, což je jejich značnou výhodou. I přesto, že je takové využití kvůli tvrdosti materiálu vhodné spíše na nenosné konstrukce, otevřeli tak možnosti dalším experimentům v oblasti architektury [6]. Především je materiál velmi vhodný jako izolant pro své vynikající termoizolační, akustické i ohnivzdorné schopnosti. Materiál prošel americkými standardními zkušebními metodami charakteristik povrchového hoření stavebních materiálů ASTM E84 na nejvyšší třídě A [7]. V roce 2013 představili užití takové izolace architekti z Ecovative na svém projektu Mushroom Tiny House, malém převezitelném domku [8]. Jejich maximální využití vlastností materiálu mi bylo inspirací pro aplikování na svůj projekt.



Obr. 05: The Living, první architektonický objekt z mycelium cihel



Obr. 06: Ecovative, detail vnitřku stěny Mushroom Tiny House

2.3. Druhy hub a substrátů vhodných k tvorbě mycelium kompozitu

Technologie tohoto materiálu je nelehká a velmi rozmanitá. K správné tvorbě substrátu, ve kterém probíhá růst mycelia, a který je následně výstupním produktem na tvorbu mycelium kompozitu, je potřeba detailně znát chování hub a mít k jejich pěstování vhodné prostředí. Existuje jich mnoho druhů stejně jako druhů materiálů vhodných k tvorbě substrátu. Jejich vzájemné namíchání taktéž nabízí řadu diverzity. Většina z těchto variant je stále ve fázi výzkumu, avšak nyní se běžně používá užší skupina hub pro své odolné vlastnosti. Patří mezi ně ganoderma sessile, ganoderma lucidum, též známá jako houba Reishi a hlíva [9].

Ganoderma sessile je nejhojněji používanou houbou pro tvorbu substrátů. Studie prokázaly, že její kořeny jsou nejpevnější a dokáží substrát silně prorůst už dva dny po naočkování. Je také velmi odolná proti kontaminaci, která může při očkování substrátů často vznikat. Tato houba z čeledi ganodermataceae neboli lesklokorkovitých hub pochází z oblasti severovýchodní Ameriky, kde roste v lesích jako dřevokazná houba. Je řádu chorošotvarých hub, které se vyznačují svým tvarem plodnic, často lamelového tvaru, které k podkladu přirůstají z boku. Živí se mrtvými kořeny stromů, nejběžněji listnatých stromů jako je dub, a vyznačuje se, oproti jiným druhům, velmi rychlým růstem [10].

Dalším vhodným druhem je houba *Ganoderma lucidum* neboli Reishi a v češtině známá jako lesklokorka lesklá. Spadá do stejné čeledi i do stejného řádu jako *Ganoderma sessile* [11]. Je také odolná proti kontaminaci, avšak oproti *Ganoderma sessile* roste o něco pomaleji [9]. Tento druh u nás běžně najdeme, opět na dřevinách listnatých stromů, tedy na dubu, topolu a dalších [11].

Třetím nejhojněji využívaným druhem je běžně známá hlíva uštrichná [9], *Pleurotus ostreatus*. Opět dřevokaznou houbou, pochází z čeledi hřívovitých a řádu lupenotvarých. Ve volné přírodě ji u nás najdeme běžně, stejně jako u předešlých druhů na odumřelých částech listnatých stromů, avšak výjimečně se může vyskytovat i na jehličnanech [12].



Obr. 07: *Ganoderma sessile*



Obr. 08: *Ganoderma lucidum*

Houby se pěstují na tzv. substrátech. Je to materiál, který dává houbě potřebné živiny a energii k správnému růstu a tvorbě podhoubí. Existuje jich široká škála, od pilin a pelet, přes slámu, kávovou sedlinu, konopné pazdří po nadrcená plata od vajec, papír či dokonce cigaretových nedopalků [2]. Nejběžněji se však používají pelety různých dřevin či slaměné pelety. Stejně jako se zmiňované druhy hub v přírodě živí listnatými stromy, musí být substrát z dřevin listnatých stromů. Pouze tak houba získá potřebné živiny [9]. Těch musí být v substrátu správné množství, proto se často míchá více složek dohromady

k docílení správného balancu [13]. Nejen volbou hub ale také výběrem substrátu můžeme ovlivnit



Obr. 09: Hlíva



Obr. 10: Mycelium
rostoucí ze
cigaretových
nedopalků

podobu a vlastnosti konečného produktu ve formě mycelium kompozitu. Pokud chceme docílit měkčího vzorku, doporučuje se použít měkčí a pružný materiál substrátu jako je ku příkladu konopné pazdeří. Naopak k docílení vzorku tvrdšího a odolnějšího bychom měli volit dřevěné pelety, nejlépe pevné bukové pelety. S nápadem a na základě výzkumů s vhodností používat k tvorbě substrátu právě bukové pelety přišel u nás jako první pan inženýr Ing. Ivan Jablonský, CSc. Ty se však, stejně jako piliny, vyznačují lehce vyšší cenou. Doporučenou levnější alternativou pak můžou být například slaměné pelety, na kterých se obzvláště daří hlívě ustričné. Je třeba mít na mysli, že ne každé houbě vyhovuje daný substrát [9], a je důležité podrobně znát život hub, abychom dospěli k správnému výsledku pěstování.

2.4. Technologie výroby materiálu

Technologie výroby je komplexním procesem, ke kterému je nutná široká přístrojová vybavenost, a především sterilita prostředí. Vše začíná kulturou hub. V počáteční fázi vzniká mycelium z malých kousků nařezané houby v petriho misce společně s živným médiem agar, polysacharidu používajícího se ke kultivaci rostlin či mikroorganismů. Tím následně naočkujeme zrna obilnin, kde mycelium dále prorůstá. Tento proces trvá v rozmezí jednoho až tří týdnů [14], než jsou zrna zcela kolonizována. Při celém procesu se s nimi taktéž neustále třepe či točí, aby se kultura dostala do všech míst. Proč se očkují právě zrna obilnin? Jsou bohaté na živiny a poskytují kultuře energii k růstu [14]. Posledním krokem je naočkování substrátu. Ten je však nutno správně připravit a sterilizovat. Nejprve se nasype materiál do speciálních pytlíků s filtry či prodyšnými páskami a smíchá se se správným poměrem vody. Správná vlhkost materiálu by se měla držet 60 %, pro pěstování plodnic se dokonce používá vlhkost vyšší. Následně je substrát třeba pasterizovat, aby se vyčistil od veškerých nečistot a zničily se nežádoucí



Obr. 11: Kultura hub rostoucí na zrnech oblinin



Obr. 12: Prodyšné pásy na pytli sbrátú

mikroorganismy čímž se zamezí kontaminaci materiálu. Pasterizace probíhá za minimální teploty 90°C po dobu osmi až dvaceti čtyř hodin ve pasterizátoru, speciálním přístroji k tomu určenému. Po pasterizaci se přesouváme do sterilního prostředí, ve kterém substrát očkujeme. To probíhá přidáním předem připravených zrn s myceliem prorostlou kulturou. Od množství přidaného podhoubí se následně bude odvíjet rychlost růstu materiálu a jeho tuhost. Pytel s naočkovaným substrátem je třeba pevně utěsnit. Filtr či prodyšné pásy jsou potřebné k výměně vzduchu, který mycelium potřebuje k růstu a zároveň chrání materiál před vniknutím cizích organismů jako jsou plísně. Při růstu se dbá na velikost koncentrace oxidu uhličitého, ten v sáčku s přísunem vzduchu dosahuje optimálních hodnot kolem dvaceti tisíc ppm (z angličtiny parts per milion, v českém překladu „dílků či částic na jeden milion“) [15]. V případě, že by byl sáček uzavřený, tedy bez přísunu kyslíku, hodnoty by dosahovaly mnohonásobně vyšších čísel pro růst houby škodlivých. Finálním krokem procesu je uložení připraveného substrátu do kontrolovaného prostředí. Základními faktory, které takové prostředí musí splňovat jsou dobrá ventilace, optimální vlhkost a teplota 25°C. Mycelium, na rozdíl od pěstování plodnic, ke svému růstu nepotřebuje světlo, můžeme ho tak bez obav uložit do tmavého prostředí. Substrát v již zmiňované závislosti na druhu houby a množství případného podhoubí proroste substrát v řádu pár dní až měsíců [9].



Obr. 13: Fotografie pasterizátoru



Obr. 14: Sterilní prostředí pro očkování substrátu



Obr. 15: Kontrolované prostředí pro pěstování mycelia



Obr. 16: Kontrolované prostředí pro pěstování plodnic

2.5. Využití a existující řešení

2.5.1. Přenosné termoboxy a chladicí boxy

Při pohledu na většinu dostupných termoboxů či chladících boxů si velmi brzy všimneme, že velmi často vypadají téměř stejně. Převládání funkce, která má jasný účel – poskytnout co největší objem pro přenášení potravin, udržovat co nejdéle jejich teplotu a umožnit snadné a komfortní přenášení, nenabízí přílišný prostor pro estetiku. Smysl v přílišném důrazu na ni nemusíme vidět, ovšem jiné měřítko nabírá v případě, že dokážeme navrhnout a následně využít takové estetické řešení, které zároveň nabízí další funkci.

Typologicky máme několik základních druhů. Nejběžnější jsou plastové úzké a vysoké boxy s jedním širokým plastovým madlem nahoře. Jsou to také jedny z menších variant a cenově dostupných boxů. Častěji mají funkci chlazení s nutností přidání ledu k dlouhému držení teploty, který přidává na váze boxu a ubírá z jeho kapacity. Přenosné plastové termoboxy byly jedny z prvních existujících, s vůbec prvním návrhem plně plastového termoboxu s madlem a na kolečkách přišla firma Igloo v 90. letech dvacátého století [16]. Jejich řešení předcházel návrh firmy Coleman z roku 1954, která představila kovový box s výplní z polystyrenu, vynalezeného o rok dříve Richardem C. Laramy [16].



Obr. 17: Plastové chladicí boxy



Obr. 18: Igloo, termobox na kolečkách

Plastové termoboxy byly jedním z prvních řešení, které velmi brzy nahradil technologický posun a předběhla je řada propracovanějších variant. Co se estetiky týče, neposouváme se příliš daleko, materiálové vymoženosti však dovolily použití nových materiálů, které zlepšují funkci produktu a jsou stavěny pro účel jak chlazení, tak držení tepla zároveň.

Nové boxy byly typologicky větší, stavěny pro vyšší durabilitu a často i s obaly z textílií. Madla se začla oběhovat spíše po stranách boxů, což však zhoršovalo jeho přenositelnost. Rozšířilo se využití polystyrenových boxů, které jsou nyní nejhojněji používané a zároveň nejvíce znečišťují naši planetu [17]. Jeho rozložitelnost může dle odhadů trvat až tisíce let a jeho recyklace je stále obtížným procesem z důvodu jeho velkého objemu. To však není jediným mínusem ze světa termoboxů. Používá se v nich mnoho těžce recyklovatelných látek jako jsou různé pěnové či polyesterové vložky a výstelky, aluminiové fólie, polypropylen a mnoho dalších. Problém spočívá hlavně v nemožnosti často od sebe jednotlivé materiály oddělit, a tak se většina nedostane do procesu recyklace, přesto, že by recyklovatelné byly.



Obr. 19: Yeti, moderní přenositelný termobox



Obr. 20: Chladící brašna

2.5.2. Přenosné grily

Dnešní trh nabízí širokou škálu grilů, jak na domácí použití, tak přenosné, které slouží uživateli určitou dobu a dokáží být velice skladné. Různé značky grilů se současně předbíhají ve vytvoření co nejstylovějšího a designového produktu. Základním materiálem bývá především kov, s případnou povrchovou úpravou, například lakováním pohledových stran grilu. Je podstatné zdůraznit, že kov je těžkým materiálem a v přírodě se rozkládá velmi dlouhou dobu. Pro představu, obyčejné plechovce trvá takové rozložení patnáct let [18]. Po době opotřebení se stávají tyto grily součástí kovových skládek, kde se určitými procesy zpracovávají, to je však energeticky náročné, už jen na jeho zpracování jako odpadu je vynaložená energie, která taktéž přispívá k znečišťování. Řešení nabízejí pak grily jednorázové, ty jsou ale problémové v jimi narůstajícím znečišťováním přírody [19].

To se však může velmi brzy změnit. Řada designérů usilovně směřuje k udržitelnějším variantám jednorázových grilů, které by mohly být

Schopen v budoucnu zcela vytlačit hliníkové tácky. Jedním takovým příkladem je český Casus grill zcela vyroben z nekovových materiálů jako je lávový kámen, bambus či tenká lepenka. V přírodě se zcela rozloží a poslouží až šesti osobám grilovat po dobu jedné hodiny a déle. Svým technologickým řešením snižuje využití dřevěného uhlí až o 50 % a působením mikroorganismů se dokáže rozložit [20].



Obr. 21: Cuisinart, příklad malého přenosného grilu



Obr. 22: Casus Grill, rozložitelný jednorázový gril

2.5.3. Stávající řešení z mycelia

Jelikož se mycelium kompozit zatím hojně využívá především v obalovém průmyslu či v architektuře, designových řešení využívající termoizolačních či ohnivzdorných vlastností je v řádu jednotek. S použitím mycelia pro účel chlazení jsem se setkala v podobě chladicí nádoby na víno W166 od firmy Interall. V dalším případě pak s termoboxem kopírujícím standartní tvary od firmy Grown či Paradise Packaging. Žádný z těchto produktů však nepřináší nové tvarové možnosti či přidanou funkci.

Při své analýze jsem objevila již existující řešení grilu z mycelium kompozitu. S ním přišla designérka Stephanie Singer [21]. Její návrh přináší odpověď na jednorázové grilovací tácky z hliníku, jejichž odpad začíná být problémovým. Ač znovu recyklovatelné, většina končí na skládkách či pohozena v přírodě [19]. Na



Obr. 23: Grown, myceliový termobox



Obr. 24: Myc, návrh grilu z mycelia

základě jejího řešení jsem si kladla otázky možného zlepšení funkce a přidané hodnoty.

3. VÝSTUP ANALÝZY A FORMULACE VIZE

V dnešní době už se řada řešení termoboxů designově posunula, stále však existuje velmi málo produktů z recyklovaných materiálů a žádný, který by využíval materiály přírodní. Přenosné boxy stále slouží spíše pro účel pikniků a grilování v parcích či jsou navrženy k zabudování do vozidel. Materiálově jsme se přesunuli o několik desetiletí dále, boom plastu dávno pominul a i přesto, že se stále jedná o cenově dostupné řešení lehké na výrobu, které déle vydrží, je na čase se obrátit k materiálům vyrobitelných bez použití chemických látek a bez nutnosti složité recyklace, která nestíhá držet krok se zvyšující se produkcí plastových odpadů.

Na základě zkoumání tvaru, materiálových řešení, ekologie, estetiky, ergonomie a uživatelského komfortu budu směřovat k naplnění záměru skloubení více funkcí do jednoho setu. Mým cílem nebude inovace, ale zlepšení stávajících řešení, skrz které nabídnu další možné využití. Vše s důrazem na zpracování odpadního materiálu v takovém řešení, které bude funkční, příjemné k používání, nenákladné, snadné na výrobu, ekologické a estetické. Bude to produkt, který do přírody patří a neznečišťuje ji, který z ní vychází a který dbá jejích principů.

4. PROCES NAVRHOVÁNÍ

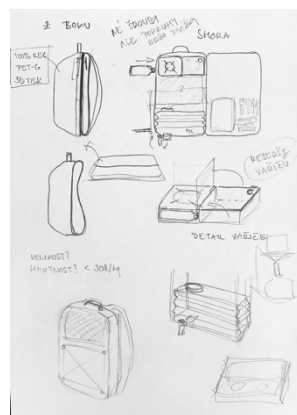
4.1. Prvotní vize

Prvotně jsem se vydala odlišným směrem, než ke kterému jsem finálně dospěla. Má vize byla navrhnout malou kempingovou kuchyň ve formě batohu s pevnou skořepinou. Inspiraci kempingovými autovestavbami od české firmy Egoé jsem se snažila přenést do řešení, které umožní uživateli si vzít malou kuchyň s sebou na pěší cesty. Takový set by bylo možné přenášet na delší vzdálenosti bez nutnosti se limitovat autem. Vše v jedné sestavě, která je po rozložení hned připravena k použití. Myšlenkou bylo zakomponovat jednoplotýnkový plynový vařič na kartuše, zásobník na vodu s kohoutkem, prkénko na krájení potravin spolu s úložnými prostory na nádobí, příbory a další kempingové náčiní. Vše s důrazem na maximální využití každé skulinky nabízeného prostoru.

Mým kritériem bylo použít kombinaci různých materiálů, které vznikly recyklací odpadních látek. Jako materiál skořepiny batohu bych zvolila recyklovaný 3D tisknutelný plast. Filamenty vznikají buď z regranulace bioplastu PLA, polymerů kyseliny mléčné získávaných z plodin jako jsou brambory či kukuřičný škrob, nebo jsou vyrobené z recyklovaných PET lahví [22]. V průběhu rozvíjení tohoto nápadu jsem hlouběji uvažovala nad materiálovými možnostmi. Těch je opravdu velká škála, avšak většina je stále cenově vyšší, a tudíž nedostupná oproti běžně rozšířeným materiálům vhodných pro mé řešení. K postupnému odstupování od tohoto směru mě nevedl pouze výběr materiálů ale také pochybnosti o funkci takového produktu. Problémové by bylo především uložení vařice, v kombinaci s plastovou skořepinou se nejevilo bezpečné. Při uvědomění si těchto případných komplikací a možných nedostatků z funkčního hlediska navrhovaného objektu jsem usoudila, že je potřeba se vrátit na samý začátek procesu navrhování a hlouběji se zamyslet nejen nad materiálovým řešením ale především nad prioritní funkcí určující charakter produktu.



Obr. 25: Egoé, kempingová autovestavba



Obr. 26: Skici prvotní vize

4.2. Návštěva materiálové banky MatériO

K inspiraci a nalezení dalšího směru navrhování mi byla velmi přínosná návštěva materiálové banky MatériO v Praze. MatériO je mezinárodní síť informačně vzdělávacích center pro inovativní materiály se základnou v Paříži a pobočkami v Praze, Soulu a Ženevě. Nabízejí nejen odborné konzultace, ale pořádají řadu seminářů a workshopů vzdělávajících v oblasti materiálových možností, jejich environmentálních dopadů na naši planetu či představují principy cirkulární ekonomiky. Kromě designových produktů se také soustředí na nábytkářství, módu a textilie, obalový průmysl či stavebnictví. Svou práci věnují mimo jiné i psaní článků o světě materiálů a environmentálních tématech pro časopis Material Times vydávaný Happy Materials, s.r.o., českou organizací zastřešující pražské MatériO a další instituce. Především však nabízejí rozsáhlou a komplexní databázi materiálů jak online, tak fyzicky ve svých showroomech [23]. Právě přednáška spojená s návštěvou showroomu byla momentem potřebným k nalezení nové myšlenky. Získala jsem novou a velmi potřebnou perspektivu o ekologii a environmentálních dopadech materiálů a mezi fyzickými vzorky jsem měla možnost se seznámit s materiálem nazývaným mycelium kompozit od české firmy Myco. Tento podnět mě vedl k vyhledávání bližších informací o dostupnosti tohoto materiálu v České republice a osob, které se práci s ním věnují. Následnou skvělou zkušeností byly experimenty v rámci Molabu, ústavu modelového projektování Fakulty architektury ČVUT, který je součástí školy a nabízí zázemí pro 3D tisk a práci s recyklovanými materiály. Zde jsem měla možnost poprvé vidět proces práce s materiálem. Prováděly se zde pokusy na 3D tisk tohoto materiálu s přítomností Mgr. Matěje Rótha, věnujícímu se pěstování hub a experimentům s mycelium kompozitem. Od něho jsem se dozvěděla řadu hodnotných informací potřebných k započatí svého nového směru návrhu produktu z mycelia.

4.3. Gril na způsob puzzle

Má první myšlenka se točila pouze okolo samotného grilu. Právě již zmiňovaná horší skladnost vedla k otázkám navrhnout gril, který se bude skládat z více částí, tedy na princip puzzle. Výhoda pak nespočívá pouze v nízké váze, v lepší přenositelnosti ale především v uživatelské přívětivosti. Produkt nebude nutné roztrhat na menší kusy za účelem jeho snadnějšího rozložení v přírodě. Ovšem takové řešení přináší řadu problémů. Už při skicování jsem narážela na limity, co se spojují týče. Práce s myceliem jako materiálem není příliš precizní. Je to živý materiál, který je nutné nechat růst i po vyndání z formy. Musíme tedy vždy počítat s malou odchylkou od požadovaného rozměru, kdežto puzzle musí být precizní, aby do sebe správně zapadly. I přes jednodušší varianty spojují bych nedocílila požadované pevnosti. I v té spočíval problém. Mycelium je pevným materiálem, avšak při jeho vystavení dlouhodobější zátěži svou pevnost ztrácí. Při prototypování a experimentování s prvními vzorky jsem pozorovala vystavení ohni. Moje obavy se osvědčily, když se materiál začal zátěží lehce prohýbat. Pokud nedosáhneme pevné struktury ve formě dna a stěn navazujících na sebe, materiál

se bude v rozích ohýbat. V místech spojů skládkového řešení by docházelo právě k takové deformaci a celý gril by se jednoduše velice brzy zborčil.

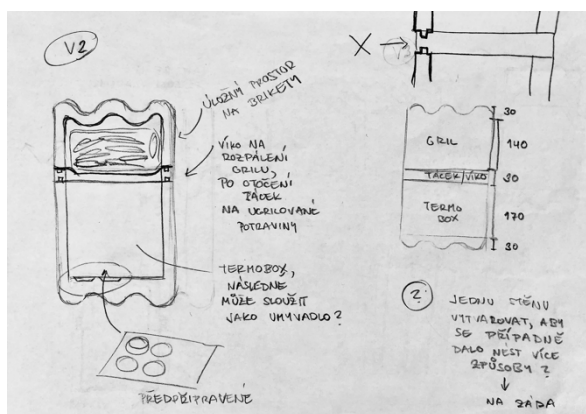
Zamýšlela jsem se nad dalším postupem. Limitovat se pouze na jedno využití se nejevilo vhodné. Taková řešení již existovala. Má vize je vždy přinést do návrhu přidanou hodnotu, vylepšit něco stávajícího a posunout tak řešení o úroveň výše. Tehdy jsem se vrátila zpět k začátku, a to k přemýšlení nad materiálem samotným. Rozmýšlela jsem nad jeho vlastnostmi a tehdy se vydala za myšlenkou využití maxima potenciálu, které mycelium nabízí. Na základě termoizolačních vlastností se okamžitě nabízela myšlenka termoboxu. Odtud jsem začala rozvíjet seskupení více funkcí do jednoho produktu. Ze samotného grilu se stal set.

4.4. Pátrání po tvaru

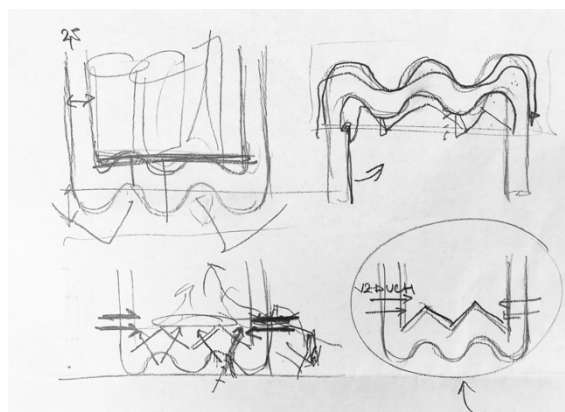
Nyní bylo třeba řešit tvarové možnosti. Ty se budou především odvíjet od plnění funkce. Set musí být navržen tak, aby pojal potřebné nápoje, potraviny ale i brikety k rozehrání grilu. Zároveň musí být tvarově uzpůsoben komfortnímu přenášení uživatelem. Nenaddimenzovat ale zároveň neošidit. Toto byla má designová výzva, které jsem se věnovala až do dosažení finálního návrhu.

Jak do sebe jednotlivé části zakomponovat? Měla jsem jasnou představu – bude se jednat o box členěný na dvě hlavní části – část grilu a část termoboxu. Avšak méně jasná představa byla o tvaru boxu, o spojení jednotlivých článků a o rozměrech. Ze začátku jsem volila nepříliš šťastný postup a to takový, bez přemýšlení nad obsahem. Skicováním vznikalo přehršle tvarů, které byly prakticky nefunkční. Ku příkladu obdélníkový tvar, který by se pohodlně nosil s jediným popruhem přehozeným přes rameno, avšak jako gril by nenabízel dostatek prostoru a byl by příliš vysoký.

Postupným skicováním jsem dospěla k tvaru širšímu připomínající klasické boxy. Funkce byla brzy velmi jasná ale z estetického hlediska a řešení detailu bylo třeba delšího zkoušení variant. Především jsem řešila tloušťky stěn a velikost jednotlivých boxů. Z prvu vcelku malému řešení jsem na základě brainstormingu s cílovou skupinou a vedoucími ateliéru dodala správné proporce uzpůsobené nejen obsahu ale ergonomii člověka.



Obr. 27: Skici z procesu hledání tvaru



Obr. 28: Skici řešící konkrétní tvar grilu

5. PROTOTYPOVÁNÍ A TESTOVÁNÍ – OVĚŘOVÁNÍ VARIANT

Prototypování jsem započala už při tvorbě prvních vzorků materiálu. Na těch jsem měla za cíl testovat výdrž materiálu při vystavení vodě či ohni ale také jeho tvrdost. Ovlivnění tvrdosti jsem si ověřila už při plnění forem. Velmi záleží na tom, jak moc materiál při plnění do formy stlačíme. Pokud ho stlačíme velmi, bude obecně pevnější, avšak prorostení myceliem bude nižší, jelikož kořeny budou mít menší přísun vzduchu, který je potřebný k růstu. Tím se značně ovlivní vlastnosti, například materiál bude rychleji podléhat promočení či ohoření. Naopak pokud materiál do formy lehce nasypeme, bude velmi provzdušněný a tím pádem prorostlý. Stane se odolnějším, jeho vlastnosti budou kvalitnější ale na své pevnosti lehce ztratí.



Obr. 30: Forma naplněna substrátem



Obr. 31: První prototypy po vyndání z formy

První várku prototypů jsem do forem pevně zatlačila. Výsledný produkt byl velmi pevný ale méně prorostlý myceliem. Ověřila jsem si, že při tvorbě finálního modelu bude třeba materiál stlačit méně. Problémové by bylo například lámání na menší kusy za účelem pohazení v přírodě k rozkladu. Růst neovlivníme pouze při plnění formy, ale také musí mít po celou dobu optimální klima a je potřeba

docílit správné vlhkosti prostředí, ve kterém se nachází. Prototypy jsem dostatečně nerosila a myslím si, že právě to přispělo k horšímu růstu. Docílení ideálního růstu je tak stále předmětem dalšího bádání a prototypování

5.1. Zkouška podrobení prvního vzorku vodě

Testování odolnosti a zadržitelnosti vodě jsem zkoušela se vzorky ve formě malých kelímků. Už při fázi růstu jsem si všimla dobré voděodolnosti materiálu. Při jeho styku s vodou se drží kapky na povrchu a nevsakují se. Tato vlastnost není nekonečná, avšak stále velmi překvapivá a dostačující. Vsáknutí a protečení vody materiálem přichází až s delší dobou v řádu hodin. Při svém experimentu jsem myceliový kelímek naplnila zcela do vrchu a první protečení jsem sledovala až s odstupem tří hodin. Jelikož nebylo dno kompletně prorostlé vrstvou mycelia, domnívám se, že dno vodu propustilo rychleji, než by tomu bylo při lepším prorostení. Na základě toho by materiál pravděpodobně vydržel ještě déle.



Obr. 32: Vzorek na počátku pokusu



Obr. 33: Vzorek ke konci pokusu

5.2. Zkouška podrobení prvního vzorku ohni

Zásadní zkouškou bylo vystavit prototyp ohni a ověřit si jeho výdrž. Pro tento pokus jsem použila desku o tloušťce dvou centimetrů. Právě taková tloušťka stěn boxu mi přišla dostatečná. Desku jsem vystavila přímému ohni po dobu jedné hodiny, času, který je postačující pro grilování. Pro podpal jsem použila brikety ze slisovaných pilin, které se vyznačují dlouhou výhřevností a jsou šetrnější než klasické uhlí. Cílem tohoto testování bylo ověření, že je materiál tomuto vystavení schopen čelit a neprohoří skrz naskrz. Materiál skutečně neprohořel skrz, ale podlehl větší deformaci, než jsem předpokládala a než je žádoucí. Bylo tomu tak na základě několika následujících faktorů. Vraťme se nazpět k důležitosti stlačení materiálu. Právě tato použitá deska byla ve formě stlačena příliš, mycelium skrz piliny dostatečně neprorostlo a nechalo je na povrchu exponované. Oheň se tedy k pilinám dostal v počáteční fázi rychle, jednoduše zde nebyla dostatečně silná vrstva mycelia, která má materiál svou vlastností nehořlavosti chránit. Vypozorovala jsem, že se materiál začal po době kroutit. To bylo způsobeno zátěží briket soustředěných ve středu desky a pod jejich tíhou se

začala prohýbat. Věřím, že u finálního produktu tuto deformaci eliminuji tvarem boxu, tedy stěny lemující dno po všech stranách budou svou pevností zkrouceníbránit. I přesto, že se jednalo o méně kvalitní vzorek, materiál obstál a ověřila jsem si tak zásadní krok potřebný k funkčnímu řešení.



Obr. 34: Vzorek na počátku pokusu



Obr. 35: Vzorek ke konci pokusu

5.3. Vyhodnocení testování

Na základě těchto pokusů jsem si udělala jasnou představu o následujícím postupu. Věděla jsem, že tloušťka dvou centimetrů je velmi hraniční až málo postačující. Pro jistotu jsem se u finálního modelu rozhodla použít tloušťku stěn i dna násobně širší. Mé soustředění bylo dále především na to, aby materiál vyrostl co nejdokonaleji. Právě tak mohu docílit kvality z funkčního hlediska.

6. VÝSLEDNÝ NÁVRH

Výsledným návrhem je box skládající se ze dvou částí s předělovacím dílem. Toto finální řešení vzniklo na základě prozkoumávání mnoha forem a řadě konzultací jak s vedoucími ateliéru, s výrobcí, odborníky na materiál, tak s cílovou skupinou. Na základě diverzních názorů a podnětů jsem se snažila přijít s formou, která následuje funkci, u návrhu tohoto typu zásadně důležitou. Důraz byl kladen především na objem. Nutností je, aby box pojal jak nápoje, tak potraviny na grilování. Na základě toho je kapacita termoboxu až 6,5 litrů a komfortně poslouží dvěma osobám. Větší kapacitu jsem nevolila z toho důvodu, aby box nebyl příliš velký na přenášení. Příjemným bonusem je i možnost využít druhou stranu setu v případě, že se nám vše nevejde do části termoboxu. Pokud se tedy uživatel rozhodne s sebou vzít méně briket, může k tomuto účelu využít zbytkové místo grilu. Dalším z nejdůležitějších kritérií bylo komfortní přenášení boxu. Jeho velikost jsem přizpůsobila ergonomii člověka. Dbala jsem na to, aby celkové rozměry setu odpovídaly komfortnímu nošení jak v ruce, tak na zádech. Jeho výška je 47 centimetrů a odpovídá standardním velikostem batohů. S řešením nastavitelných popruhů jsem opět vycházela z inspirace batohama. U výběru

materiálu jsem se rozhodla pro jutový popruh pro zachování nejen neutrálního a přírodního vzhledu návrhu, ale jelikož se jedná o přírodní vlákno, které je rozložitelné. I přesto je však popruh zamýšlen na více použití pro svou mnohonásobně delší výdrž. Spojen je plastovými průvleky, které bych do budoucna ráda nahradila dřevěnými. Oproti jutové pásce je jutový popruh značně pevnější a příjemnější na dotek. Jelikož je materiál příjemný do ruky, rozhodla jsem se pro zachování poutka bez přidaného madla. Nastavitelné popruhy jsem zvolila nejen pro funkci nošení na zádech, dají se mezi ně zaklesnout i další předměty jako jsou potraviny, které není nutno mít v chladu v termoboxu. Funkce ozkoušena už ve fázi navrhování se osvědčila jako jednoduché řešení, které splňuje svůj účel a působí esteticky pěkně.

Tloušťku stěn termoboxu i grilu jsem zvolila 2,5 centimetrů. K tomuto rozhodnutí vedla řada konzultací s výrobcí materiálu. Mým jasným požadavkem bylo objekt nepředimenzovat. Původní návrh skoro dvojnásobku tohoto rozměru,



Obr. 36: Prototypování popruhů



Obr. 37: Zkouška objemu setu

kopírující standarty polystyrenových termoboxů, by vedl k velice robustnímu produktu. Na úkor stěn bych musela limitovat nejen objem, což by vedlo k ztrátě potřebné funkce, ale také by hraničil se správnými ergonomickými proporcemi vedoucí k omezení komfortu. Vnitřní rozměry termoboxu jsou navrženy pro umístění standardních půllitrových plechovek a nápojů vysokých maximálně 18 centimetrů. Dno je od předchozího zamýšleného řešení rovné, aby se při přenášení zamezilo převrácení obsahu. Tvar vnějšího dna vychází plně z funkce a má vícero účelů. Prvním je tvarovanost pro umístění popruhů. Prohlubně ve dvou rovinách o hloubce 3 centimetry jsou navrženy pro zafixování popruhů na místě. Vlnovky slouží nejen jako nožičky a estetický prvek, také přidávají na tloušťce dna a dělají ho tak odolnějším. Je to právě toto místo u termoboxu, ve kterém vzniká největší napětí materiálu kvůli tahu řemen. U grilu chrání pevnější dno před jeho prohořením pod zátěží uhlíků.

Střední díl slouží jako díl spojovací. Jednoduchý systém drážek drží jednotlivé části na místě, aby nedocházelo k jejich rozjždění. Řešení je zvolené takové, kde drážky nejsou vystouplé a nemůže dojít k jejich ulomení a tím

narušení celé funkce. Navržen je zároveň jako víko jak termoboxu, tak grilu pro účel rozpalování briket. Po jeho otočení poslouží jako prkénko na krájení a následně konzumaci jídla. Tvar grilu se příliš neliší od tvaru termoboxu. Jediným rozdílem je tvar dna. To je zaoblené a kopíruje křivku dna vnějšího. Toto zaoblení pomáhá k přísunu vzduchu zespod briket a k lepšímu hoření. V užších bočních stěnách jsou po každé straně tři otvory opět sloužící k přísunu vzduchu. Jako doplněk grilu jsem navrhla snadný a skladný rošt ve formě kovových tyček z nerezové oceli. Celkem se skládá z třinácti tyček každá o délce 17 centimetrů. V horních částech stěn jsou předem předpřipravené drážky pro jejich umístění a zafixování na místě. Rozestupy jednotlivých tyček jsou vždy ve vzdálenosti dvou centimetrů, postačujících k nepropadávání kusů potravin. Rošt se dá jednoduše svázat gumičkou a nezabírá téměř žádné místo. Gril jsem doplnila o návrh šetrnějších briket na podpal z kávových slupek, zbytkového materiálu pražírén kávy. Jejich výhřevnost je mnohonásobně vyšší, než u klasických briket a jsou bezkonkurenčně ekologicky šetrnější variantou dřevěného uhlí [24].



Obr. 38: Detail řešení drážek



Obr. 39: Detail řešení dna dílů

6.1. Technologie výroby produktu

6.1.1. Forma

K výrobě formy mycelia není třeba mnoho. Nejjednodušší formy můžeme vyrobit z běžného kartonu. Výhodou je téměř nulová investice, což dovoluje tvorbu takových produktů v domácích podmínkách. Dalším dostupným řešením je 3D tisk, oproti kartonu umožňuje mnohonásobně lepší preciznost a hlavně pevnost. Kvalita forem se samozřejmě liší s kapacitou výroby a velké firmy, produkující sériové kusy, nejčastěji používají plastové formy vyrobené vakuováním či vstřikováním.

Při tvorbě formy pro produkt z mycelia je třeba dbát několika pravidel. Z důvodu smrštění materiálu po jeho vyschnutí se doporučuje formu vyrobit o 6 % větší, než jsou rozměry reálného produktu. U větších objektů se doporučuje plnění vzhůru nohama, aby si materiál ve formě sedl a byl ve všech místech konzistentní. Obtížností je pak především při vyjímání materiálu z formy. Proto

musí být navržena s možnými otvory, které dovolí vytlačení finálního produktu. Pro své účely jsem k tvorbě formy použila kombinaci kartonu a 3D tisku z plastu. Tištěné byly veškeré oblé tvary, kterých by jinak nešlo precizně docílit. Pro rovné stěny jsem použila karton a pro tvorbu drážek a spojů dřevěný hranol o velikosti 1x1 centimetr. Veškeré části na bázi dřeva či papíru je třeba řádně oblepit izolepou, jinak by mohlo dojít jak k průniku mycelia, které se materiálem živí, tak k rozmočení se materiálu působením vlhkosti. Po vyjmutí z formy může být materiál dosti precizní, jelikož se ale jedná o živý materiál a jeho růst nemůžeme zcela ovlivnit, je třeba počítat s jistými odchylkami v řádech několika milimetrů.



Obr. 40: Detail formy



Obr. 41: Detail formy

6.1.2. Příprava substrátu, plnění formy a růst materiálu

Po tom, co se inkubovalo mycelium máme hotový substrát připravený k plnění. Ještě, než ho však vyjmem ze sáčku, je třeba zkontrolovat jeho povrch. Nemusíme se bát černých map na povrchu substrátu, jedná se pouze o přírodní ochranu houby před vnějším okolím. Na co je třeba si naopak dávat pozor jsou různé plísňe a cizí, v substrátu nežádoucí, houby. Vznikají v důsledku neodstatečně sterilních podmínek při očkování materiálu či nevhodnými podmínkami při inkubaci substrátu. V případě vyjmutí takového kontaminovaného substrátu se mohou plísňe a houby rychle rozšířit v daném prostředí a být pro člověka závadné. Při fázi plnění je tak třeba dbát dostatečné ochrany dýchacích cest a rukou také z důvodu použití dezinfekce. Při práci se substrátem mi k dezinfekci rukou a forem postačil 10 % technický peroxid. Hotový substrát v sáčku je třeba před plněním rozebrat na menší kusy. Velké výroby k tomuto účelu používají řadu drtiček či míchacích bubnů k urychlení procesu. Postačí však obyčejné rozmělnění v ruce. Vnější tvrdou vrstvu substrátu, na které můžou vznikat plodnice, odebereme a využijeme pouze střed složený z pilin.

Při plnění formy můžeme ovlivnit její konečnou pevnost. Pokud chceme docílit vysoké pevnosti výsledného produktu, je žádoucí materiál při plnění více stlačit. Opakem je materiál měkčí, docílený pouhým sypáním materiálu do formy či velmi mírným stlačením. Takový produkt je pak na rozdíl od produktu ve formě příliš stlačeného provzdušněnější a prorostenější myceliem a má tak lepší vlastnosti.

Hotovou naplněnou formu uložíme do pytle a pravidelně vnitřek rosíme. Ve formě necháme materiál prorůstat pět dní. Následně ho z formy vyjmeme a necháme růst, opět v pytli při pravidelném rosení, ještě další dva dny či déle dle potřeby. Pokud nemáme k dispozici kontrolované prostředí, pytel s modelem se snažíme uchovávat v dobře větraném prostředí s teplotou nepřesahující 25°C, aby se zamezilo tvorbě plísní.

Finální fází je sušení materiálu zapečením. Teplota a délka zapečení závisí na množství vody v materiálu a na jeho objemnosti. Účelem zapékání je umrtvení materiálu. V případě nezapečení materiál je materiál živý, dále roste a je tudíž náchylný k vniknutí cizích organismů.



Obr. 42: Rozebírání substrátu



Obr. 43: Nadrcený substrát připraven k plnění do formy



Obr. 44: Růst materiálu ve vlhkém pytli

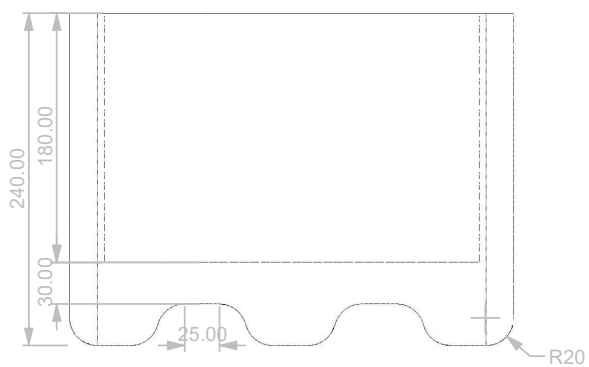


Obr. 45: Zapékání produktu

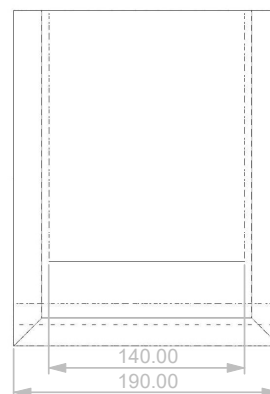
7. TECHNICKÁ DOKUMENTACE

Technický výkres termoboxu

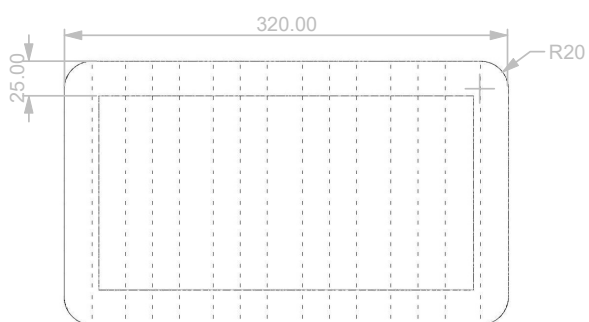
Pohled zepředu



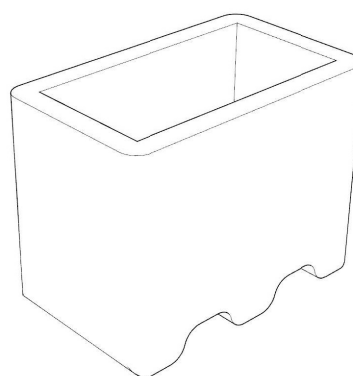
Pohled z boku



Pohled shora



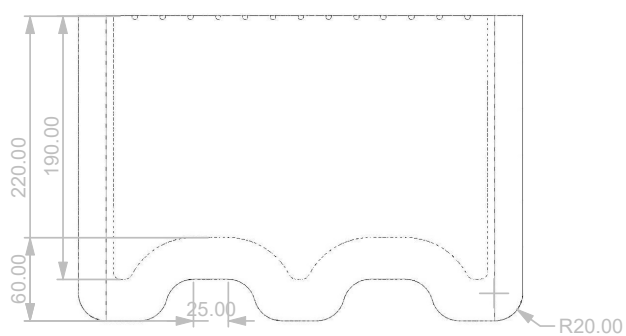
Perspektivní pohled



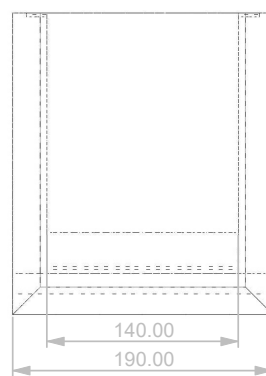
Měřítko 1:1

Technický výkres grilu

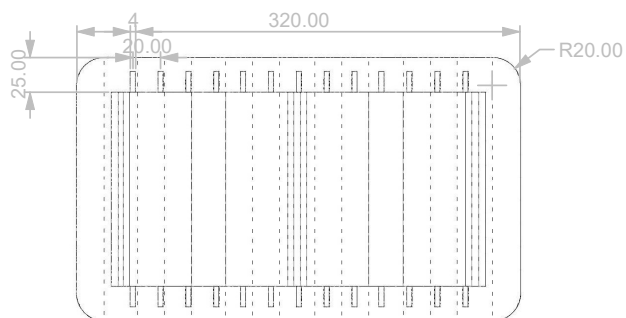
Pohled zepředu



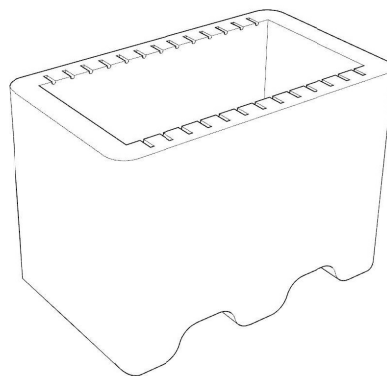
Pohled z boku



Pohled shora



Perspektivní pohled



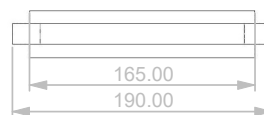
Měřítko 1:1

Technický výkres víka

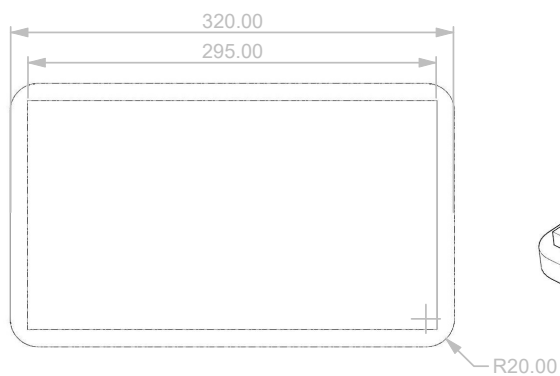
Pohled zepředu



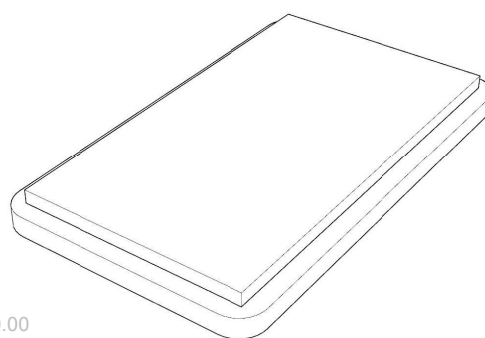
Pohled z boku



Pohled shora



Perspektivní pohled



Měřítko 1:1

8. ZÁVĚR A REFLEXE

8.1. Závěr testování finálního produktu

Závěr této práce chci věnovat svým poznatkům z testování finálního produktu, které jsem prováděla za cílem zjistit funkčnost, výdrž materiálu, pohodlnost nošení a hmotnost celého setu při kompletním naplnění. Byla to zásadní a nejdůležitější fáze celého projektu, která poukázala nejen na některé nedostatky, které by bylo třeba vylepšit v sebemenším detailu ale byla i odměnou v podobě vydařených prvků.

Ověřila jsem, že se set příjemně přenáší. Nepřevažuje se ze strany na stranu, jednotlivé díly se nerozjíždějí, především i díky popruhům, které celý objekt fixují. Jejich nastavitelná délka se osvědčila jako velice praktická pro variantu nošení na zádech, která je zároveň nejpohodlnější. Zkouška delšího několikahodinové nošení si vyžaduje více času, avšak už první testování potvrdilo, že ergonomický tvar pěkně lemuje záda, nutí uživatele jít ve zdravé zpřímené poloze a materiál nijak nebarví oblečení. Myšlenku bych do budoucna ráda rozvedla například implementováním výstuže popruhů pro ještě komfortnější nošení. Přenášení v ruce bylo osobně o něco méně komfortní, ale to pouze z hlediska váhy objektu. Alternativu vidím však v možnosti nastavení popruhů tak, že mohou náklad nést dvě osoby zároveň. Jutový popruh nepůsobil v ruce diskomfort, i přesto bych v další fázi prototypování ráda zvážila možnost madla a testovala jeho výrobu z mycelia. Co se výdrže materiálu pod tíhou potravin a nápojů včetně briket na podpal, při testování o váze osm kilogramů, týče, obstál bez jakýchkoliv známek opotřebení či deformace. Dovnitř se komfortně vešly čtyři půl litrové plechovky, čtyři buřty, dvě klobásy, hořčice a krabička se zeleninou. Ověřila jsem, že ostatní potraviny, jako například chléb, které nemusí být uloženy v chladu je možné zafixovat za popruhy. Další variantu vidím v možném připínání dalších elementů na popruhy pomocí skoby. Do druhé části setu je pak možné uložit brikety a rošt grilu. Bonusem bylo zjištění, že se na složeném setu dá komfortně sedět, například při odpočinku od chůze. Tuto funkci jsem testovala s váhou 57 kilogramů. Zjištění maximální nosnosti a délky výdrže je opět podnětem k dalšímu prototypování. Velice dobře fungoval termobox. Potraviny i nápoje v něm byly uloženy po dobu 3 hodin, toho dne ve vnějším prostředí o teplotě 25°C, aniž by poklesla jejich teplota, výdrž je však předpokládána i déle. Na základě předchozího testování obstál materiál ve styku s vodou maximálně podle předpokladu. Po vyjmutí potravin z termoboxu, se dá zcela naplnit vodou a použít pro účel mytí rukou, nádobí, či uhasení tlejících uhlíků z grilování. Zcela splnil svůj účel i prostřední díl, který má funkci nejen těsnění ale i prkénka na krájení potravin či podtácku na konzumaci hotového pokrmu. Mycelium není pro člověka závadné a chuť jídla, které je na tácku položené nijak neovlivní.

Nejdůležitějším zjištěním počas experimentu bylo, že funkce grilu si vyžaduje dotáhnutí určitých detailů a jednoznačně delší čas prototypování pro jeho správné fungování a lepší účinnost. Následující prototypování a zlepšení

bych chtěla věnovat roštu grilu. Samostatné tyčky jsou sice skladnější, z praktického hlediska by však vhodnějším řešením byl rošt v jednom kuse s možností částečného složení a s postranním madlem. Zamezilo by se tak obtížnému sundávání například při přikládání briket či při konci grilování, kdy je třeba rozpálený rošt odendat. Především by bylo třeba prozkoumat jiné řešení otvorů v bočních stěnách boxu pro přísun vzduchu. Tyto otvory narušily vnitřní strukturu materiálu z toho důvodu, že byly vyvrtány až po růstu materiálu a piliny tvořící střed materiálu byly tak exponovány. Je tedy třeba je vytvořit už ve fázi plnění formy případně testovat, zda gril splňuje funkci i bez nich.

Co se mi v této fázi utvrdilo však nejvíce je důležitost správného růstu materiálu. Na základě svého sledování doplněného o rešerši materiálu je jisté, že v domácích podmínkách nedocílíme zdaleka tak kvalitního produktu jako by tomu bylo v k tomu určeném prostředí. Takové kontrolované prostředí musí mít přesně stanovené podmínky ventilace, teploty a především vlhkosti. Mé prototypy vznikaly právě v domácích podmínkách a věřím, že vlastnosti modelu vzniklého ve specializované laboratoři by byly kvalitnější. Domnívám se, že pro účel grilu není vhodné materiál zapékat. Nechat ho žít by mohlo být řešením zlepšujícím ohnivzdornost produktu. Ověření si vyžaduje další testování, mimo jiné i v profesionálním prostředí, které by bylo možné v budoucnu realizovat vrámci dřevařské fakulty České zemědělské univerzity, která řadu experimentů s odolností mycelia vůči ohni chystá.



Obr. 46: Příklad správného prorostení materiálu

8.2. Reflexe

Myslím, že se mi v průběhu těchto krátkých třech měsíců podařilo dosáhnout svých stanovených cílů v, pro mě překvapivém, rozsahu. Měla jsem možnost se věnovat i řadě experimentů, které se přímo netýkaly mého projektu, ale pomohly mi k získání dalších důležitých znalostí ohledně daného materiálu. Projekt mi byl přínosným v učení se další nové perspektivě uvažování nad materiály a jejich dopadu.

Každý produkt si vyžaduje o hodně delší čas na prototypování důležitého k dovedení do dokonalosti, obzvláště pak mladé materiály, které jsou stále ve fázi

bádání. Mycelium otevírá opravdu velké množství kombinací od hledání nových variant substrátů po využívání různých druhů hub k docílení jedinečných vlastností. Je to živý materiál, který můžeme ovlivnit k naší libosti, a ještě hlouběji využít jeho potenciál v produktovém designu. Právě pro tolik možností je mé bádání stále otevřené s prostorem k dalšímu zlepšení svého produktu.

9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Earth-Watching Satellite Barely Escapes Collision With Russian Space Debris [online]. Amanda Kooser, 2022 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.cnet.com/science/space/earth-watching-satellite-barely-escapes-collision-with-russian-space-debris/>
- [2] SHELDRAKE, Merlin. Propletený život: Jak houby utvářejí svět, mění naši mysl a ovlivňují budoucnost. Brno: KAZDA, 2020.
- [3] Ecovative [online]. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.ecovative.com/>
- [4] Ecovative's EcoCradle® Mushroom™ Packaging Plant, New York [online]. New York, 2012 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.packaging-gateway.com/projects/ecovatives-ecocradle-mushroom-packaging-plant-new-york/>
- [5] Mushrooms-based Packaging? That's IKEA's Concept of Sustainable Supply Chain [online]. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://packhelp.com/case-study/ikea-global-supply-chain-case-study/>
- [6] Mycelium as a construction material [online]. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.biobasedpress.eu/2020/04/mycelium-as-a-construction-material/>
- [7] Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials [online]. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.astm.org/e0084-21a.html>
- [8] Mushroom Tiny House [online]. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://mushroomtinyhouse.com/>
- [9] Informace získané z osobní konzultace s panem Ing. Ivanem Jablonským, CSc. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, květen 2022.
- [10] Ganoderma sessile [online]. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: https://www.messiah.edu/Oakes/fungi_on_wood/poroid%20fungi/species%20pages/Ganoderma%20sessile.htm
- [11] Ganoderma lucidum. Wikipedia [online]. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Lesklokorka_leskl%C3%A1

- [12] Hlíva ústříčná. Wikipedia [online]. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Hl%C3%ADva_%C3%BAst%C5%99i%C4%8Dn%C3%A1
- [13] A Complete Guide to Mushroom Substrates. *GroCycle* [online]. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://grocycle.com/mushroom-substrate/>
- [14] How To Make Grain Spawn. *Urban Spore* [online]. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://urbanspore.com.au/how-to-grow-mushrooms/how-to-make-grain-spawn/>
- [15] *Co je ppm?* [online]. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.koloidy.cz/blog/co-je-ppm/>
- [16] *A Cool Look at the History of Portable Coolers: From Igloo to Yeti* [online]. MERTES, Alyssa. 2022 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.qualitylogoproducts.com/blog/the-history-of-portable-coolers/>
- [17] *Polystyrene foam and ocean pollution* [online]. , EPE USA. 2019 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://epe.global/2019/11/05/polystyrene-foam-and-ocean-pollution/>
- [18] *Jak dlouho se rozkládají odpadky pohozené v přírodě?* [online]. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.samosebou.cz/2020/08/26/jak-dlouho-se-rozkladaji-odpadky-pohozene-v-prirode/>
- [19] HORTON, Helena. *Waitrose and Aldi to stop selling disposable barbecues* [online]. 2022 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/environment/2022/mar/09/waitrose-and-aldi-to-stop-selling-disposable-bbqs>
- [20] *CasusGrill* [online]. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://casusgrill.cz/o-grilu/>
- [21] *A MYCELIUM GRILL DESIGN, MADE FROM EDIBLE FUNGUS CAN BE BIODEGRADED AND FERTILIZES THE EARTH!* [online]. 2021 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.yankodesign.com/2021/09/08/a-mycelium-grill-design-made-from-edible-fungus-can-be-biodegraded-and-fertilizes-the-earth/>
- [22] *Specifikace filamentů firmy EKO MB* [online]. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.ekomb.cz/recyklace/>
- [23] *Oficiální stránka MateriO Prague* [online]. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.materioprague.cz/>

[24] *Planet-friendly fire logs powered by coffee* [online]. [cit. 2022-05-20].
Dostupné z: <https://www.bio-bean.com/coffee-logs/>

Seznam obrázků

1. Fotografie mycelia, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mycelium_RH_\(3\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mycelium_RH_(3).jpg)
2. Stavba těla houby, https://is.muni.cz/th/379997/prif_m/Houby-vyukova_prezentace_O_ppt.pdf
3. MycoComposite, <https://cdn.materialdistrict.com/wp-content/uploads/2019/07/krown-mycelium-design-ona834-7.jpg>
4. Využití mycelium kompozitu v obalovém průmyslu, <https://www.mushroommaterial.com/>
5. The Living, první architektonický objekt z mycelium cihel, <https://www.thestar.com.my/aseanplus/aseanplus-news/2021/11/30/turning-fungi-into-bricks-for-buildings>
6. Ecovative, detail vnitřku stěny Mushroom Tiny House, <https://mushroomtinyhouse.com/>
7. Ganoderma sessile, https://mushroomobserver.org/observer/show_observation/119420
8. Ganoderma lucidum, <https://www.vmd-drogerie.cz/lesklokorka-leskla-ganoderma-lucidum/>
9. Hlíva, <https://www.mycomedica.cz/clanky-hлива.html>
10. Mycelium rostoucí ze cigaretových nedopalků, kniha Propletený život: Jak houby utvářejí svět, mění naši mysl a ovlivňují budoucnost
11. Kultura hub rostoucí na zrnech obilnin, laboratoř pana Jablonského, archiv autorky
12. Prodyšné pásky na pytli substrátu, laboratoř pana Jablonského, archiv autorky
13. Fotografie pasterizátoru, laboratoř pana Jablonského, archiv autorky
14. Sterilní prostředí pro očkování substrátu, laboratoř pana Jablonského, archiv autorky
15. Kontrolované prostředí pro pěstování mycelia, laboratoř pana Jablonského, archiv autorky
16. Kontrolované prostředí pro pěstování plodnic, laboratoř pana Jablonského, archiv autorky
17. Plastové chladicí boxy, <https://www.biltema.dk/en-dk/leisure/camping-and-outdoors/cooling-bags/cooler-box-set-24-12-l-2000020685>
18. Igloo, termobox na kolečkách, <https://www.amazon.com/Igloo-38-Quart-Wheelie-Cooler/dp/B004X4IA7E>
19. Yeti, moderní přenositelný termobox, <https://kdvr.com/wp-content/uploads/sites/11/2021/12/wb7a3641-888767.jpg>

20. Chladící brašna, https://www.parys.cz/jrc-taska-defender-large-cooler-bag-p88602/?utm_source=Google+n%C3%A1kupy&utm_medium=ppc&utm_campaign=JRC+Ta%C5%A1ka+Defender+Large+Cooler+Bag&gclid=Cj0KCQjw-JyUBhCuARIsANUqQ_IxHZvKFJbIDIcePsH20_XIU8HJGbhD1kPCvnjbQHF_Uo fJdWa8B74aAgs6EALw_wcB
21. Cuisinart, příklad malého přenosného grilu, <https://www.popularmechanics.com/home/food-drink/g3115/best-small-grills/>
22. Casus Grill, rozložitelný jednorázový gril, <https://www.thegrommet.com/products/casus-grill-instant-biodegradable-grill-2>
23. Grown, myceliový termobox, <https://www.grown.bio/product/cooler-large/>
24. Myc, návrh grilu z mycelia, <https://www.yankodesign.com/2021/09/08/a-mycelium-grill-design-made-from-edible-fungus-can-be-biodegraded-and-fertilizes-the-earth/>
25. Egoé, kempingová autovestavba, <https://www.czechdesign.cz/temata-a-rubriky/do-prirody-s-komfortem-egoe-prinasi-obytnou-vestavbu-do-auta-pro-milovniky-zazitku-pod-siry-m-nebem>
26. Skici prvotní vize, archiv autorky
27. Skici z procesu hledání tvaru, archiv autorky
28. Skici z procesu hledání tvaru, archiv autorky
30. Forma naplněna substrátem, archiv autorky
31. První prototypy po vyndání z formy, archiv autorky
32. Vzorek na počátku pokusu, archiv autorky
33. Vzorek ke konci pokusu, archiv autorky
34. Vzorek na počátku pokusu, archiv autorky
35. Vzorek ke konci pokusu, archiv autorky
36. Prototypování popruhů, archiv autorky
37. Zkouška objemu setu, archiv autorky
38. Detail řešení drážek, archiv autorky
39. Detail řešení dna dílů, archiv autorky
40. Detail formy, archiv autorky
41. Detail formy, archiv autorky
42. Rozebírání substrátu, archiv autorky
43. Nadrcený substrát připraven k plnění do formy, archiv autorky
44. Růst materiálu ve vlhkém pytli, archiv autorky
45. Zapékání produktu, archiv autorky
46. Příklad správného prorostení materiálu, laboratoř pana Jablonského, archiv autorky

Seznam příloh

[Příloha 01] Fotografie finálního produktu

[Příloha 02] Fotografie finálního produktu

[Příloha 03] Fotografie finálního produktu

[Příloha 04] Fotografie finálního produktu

[Příloha 05] Fotografie finálního produktu