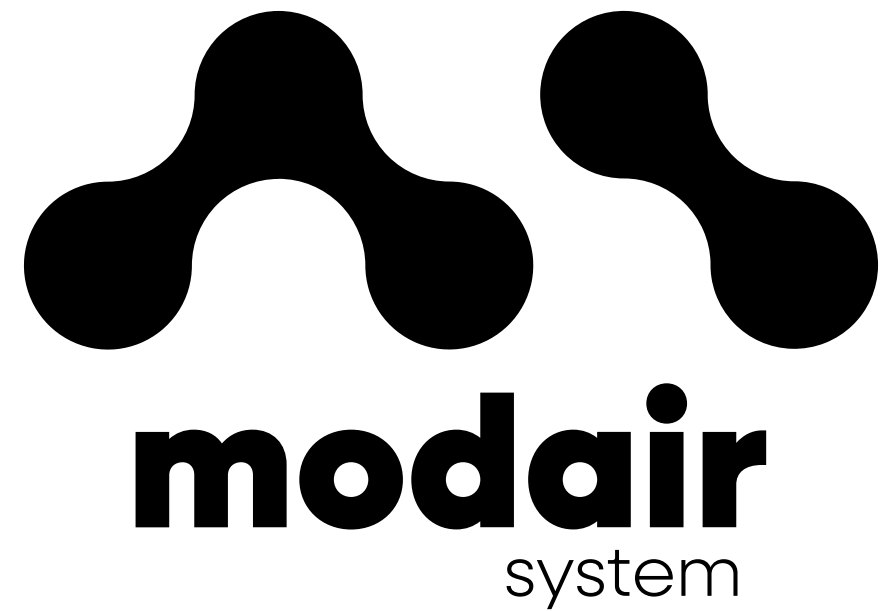


BcA. Anna Fischerová

Modulární nástěnný systém



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací

Diplomová práce 2025

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá návrhem modulárního nástěnného systému vyvinutého ve spolupráci s polskou společností DeFelt, specializující se na výrobu akustických panelů z recyklovaného PET filcu.

Teoretická část se věnuje historickému vývoji nástěnných a modulárních systémů, analýze vlastností PET materiálu a jeho recyklačním postupům. Dále zkoumá principy cirkulární ekonomiky a technologii 3D tisku.

Praktická část popisuje celý proces návrhu — od prvotních konceptů přes tvorbu funkčních prototypů až po řešení jednotlivých komponentů a obalového designu. Výsledný návrh kombinuje funkčnost a estetiku, aby odpovídal potřebám současného interiérového designu.

Klíčová slova:
modularita, modulární nástěnný systém, PET filc, akustické panely, 3D tisk, recyklace, udržitelnost, cirkulární ekonomika

This thesis focuses on the design of a modular wall system developed in collaboration with the Polish company DeFelt, which specializes in manufacturing acoustic panels from recycled PET felt.

The theoretical section examines the historical development of wall and modular systems, analyses the properties of PET material and its recycling processes. Additionally, it explores the principles of the circular economy and discusses 3D printing technology.

The practical section describes the entire design process—from initial concepts and functional prototyping to the development of individual components and packaging solutions. The final design combines functionality, aesthetics and sustainability to meet the demands of contemporary interior design.

Keywords:
modularity, modular wall system, PET felt, acoustic panels, 3D printing, recycling, sustainability, circular economy

Poděkování

Ráda bych vyjádřila upřímné poděkování své rodině, která mi umožnila věnovat se studiu naplno a byla mi po celou dobu nepřetržitou oporou. Mé poděkování patří také přátelům, kteří mi během práce na diplomové práci udržovali úsměv na tváři.

Děkuji vedoucímu práce, doc. M.A. Vladimíru Kovařkovi, za odborné vedení a MgA. Janu Veselskému za oponenturu. Velké poděkování také patří Tomaszovi Gackovi, který projevil důvěru v můj návrh a přispěl k jeho rozvoji.

Speciální poděkování si zaslouží firma DeFelt za odborné konzultace a možnost převést návrh do finální podoby. Děkuji rovněž Ondřeji Tomkovi ze společnosti Model za cennou pomoc při návrhu obalového řešení.

V neposlední řadě děkuji Tadeášovi Kříbkovi, který mě po celou dobu projektu podporoval, motivoval a inspiroval k co nejlepším výsledkům.

A nakonec jeden z mých nejoblíbenějších momentů během vývoje produktu:

„Kakaový chlebíček.“

Obsah

1	Modulární úložné a nástěnné systémy	2
1.1	Z historie	2
2	Proces navrhování	7
2.1	První návrh	8
2.2	Druhý návrh	9
2.3	Třetí návrh	10
2.4	Čtvrtý návrh	11
3	Materiály a technologie	12
3.1	Polyetylentereftalát (PET)	13
3. 1. 1	Církulární ekonomika	13
3. 1. 2	Recyklace	14
3. 1. 3	PET filc	15
3.2	3D tisk	18
3. 2. 1	Metody 3D tisku	18
4	Prototypování	21
4.1	Rozměry	22
4.2	Způsob uchycení	24
4. 2. 1	Pouzdro a kolík	28
4.3	Modulární systém	32
4.4	Funkční prvky	44
4.5	Barevné řešení	46
5	Finální produkt	48
6	Obal	58
	Závěr	75
	Zdroje	76
	Technické výkresy	78

Úvod

¹RITCHIE et al.,
Urbanization, 2024.

V posledních letech dochází k rostoucí migraci obyvatel do měst, což je trend, který není omezen pouze na oblasti s vysokými cenami nemovitostí, ale také odráží širší celosvětové změny ve struktuře obyvatelstva¹. Tento přechod k minimalistickému životnímu stylu, který klade důraz na udržitelnost, si žádá efektivní využívání každého centimetru obytné plochy. V reakci na tento vývoj vzrůstá poptávka po chytrých úložných řešeních, která nejen maximálně využívají dostupnou plochu, ale také se zaměřují na specifické potřeby uživatelů a zachovávají estetickou harmonii interiéru.

V naší konzumní společnosti stále naléhavěji vyvstává otázka, jakým způsobem nakládáme s materiály, které již splnily svůj původní účel.

Mnohé z nich končí na skládkách nebo ve spalovnách, přestože by mohly být dále využity a znovu zapojeny do oběhu. Znečištění životního prostředí a omezenost přírodních zdrojů nás nutí přehodnotit současný model produkce a spotřeby.

Tato diplomová práce si bude klást za cíl navrhnout modulární nástěnný systém, a to s využitím principů recyklace a cirkulárního designu. Ráda bych dospěla k výslednému produktu, který bude usilovat o dlouhou životnost, jednotné složení a využití materiálu na konci svého životního cyklu. Kromě funkčnosti, jednoduché montáže a estetické přívětivosti se budu chtít zaměřit i na podporu hravého přístupu k organizaci prostoru – bez ohledu na věk uživatele. Mým cílem bude vytvořit řešení, které nabídne možnost aktivně přizpůsobovat vzhled a funkci systému podle aktuálních potřeb.

Modulární uložné a nástěnné systémy

Modulární design neboli modularita v designu, je princip, který spočívá v rozdělení komplexního systému na menší, samostatné a vzájemně propojené části nazývané moduly. Tyto moduly mohou být nezávisle vytvářeny, upravovány, nahrazovány nebo vyměňovány, což umožňuje flexibilitu, snadnou přizpůsobitelnost a opětovné použití. Modulární design se používá v různých oblastech, jako jsou stavebnictví, nábytkářství, automobily nebo elektronika, kde je možné jednotlivé moduly měnit nebo rozšiřovat podle aktuálních potřeb.

Z historie

Po skončení první světové války se změnil přístup k designu nábytku. V období bytové krize se do popředí dostala potřeba efektivního využití malých prostorů. Moderní bydlení mělo být praktické, hygienické, cenově dostupné a zároveň pohodlné. Nábytek proto musel být funkční, jednoduchý, kvalitně zpracovaný a vyráběný strojově, což umožnilo jeho širokou dostupnost. Důraz se kladl na skladnost, účelnost a ekonomickou výrobu, která odpovídala požadavkům nové doby.²

„Podněty k prosazování nového stylu přicházely ze sousedních zemí. Za příklad hodný následování posloužila blízka Vídeň s odpůrcem ornamentu Adolfem Loosem a produkcí Wiener Werkstätte, Německo s vysokou vyvinutou produkcí bauhausu a Werkbundu a esteticky i funkčně dokonalými díly Marcela Breuera i země vzdálenější – Francie s Corbusierovým architektonickým purismem aplikovaným i do tvorby nábytku, Holandsko s neoplasticismem skupiny De Stijl, Rusko se sociálně podbarvenými myšlenkami kolektivismu.“³

Tendence modulárních úložných systémů⁴ se začaly objevovat již ve 20. let 20. století a příklady můžeme nalézt i v Československu. Ivan Kadlčík, vedoucí návrhář ve Spojených závodech UP⁵, reagoval na tuto světovou změnu a zavedl základní výrobní program typového nábytku, tvarově uzpůsobenému výrobě v sériích. Zvláštní pozornost však věnoval sestavovacímu skříňovému nábytku, který umožňoval řazení do souvislých celků a vzájemné kombinování. Na rozdíl od tradičních, samostatně stojících přístrojů, které byly vnímány jako zastaralé a nepraktické, nabízel tento sestavovací nábytek výhody. Byl lehčí, snadno přemístitelný a umožňoval variabilní uspořádání podle aktuálních potřeb. Jeho univerzálnost spočívala i v tom, že nebyl určen výhradně pro jednu místnost či konkrétní účel, což zvyšovalo jeho funkčnost a adaptabilitu v interiéru.⁶

Po druhé světové válce, v období sociálních a ekonomických problémů, se tyto již nastolené tendence dále prohloubily, což vedlo k rozmachu univerzálních kusů nábytku, jako byly policové a skříňové stěny.

Díky novým materiálům, například dřevovláknitým deskám, plastovým hmotám a syntetickým povrchovým lakům, se otevřely možnosti pro inovativní design, který se v různých částech světa vyvíjel odlišně.

Skříňový nábytek řady H, UP závody (dobová propagační fotografie)⁷



Diplomová práce
BcA. Anna Fischerová

² KOUDELKOVÁ et al., Jindřich Halabala a Spojené uměleckoprůmyslové závody v Brně, 2018, s. 25.

³ KOUDELKOVÁ et al., Jindřich Halabala a Spojené uměleckoprůmyslové závody v Brně, 2018, s. 25.

⁴ V první polovině 20. století se modulární nábytek označoval za „jednotkový nábytek“.

⁵ Spojené uměleckoprůmyslové závody (UP závody) byly významným československým výrobcem a prodejcem nábytku se sídlem v Brně.

⁶ KOUDELKOVÁ et al., Jindřich Halabala a Spojené uměleckoprůmyslové závody v Brně, 2018, s. 34–36.

⁷ KOUDELKOVÁ et al., Jindřich Halabala a Spojené uměleckoprůmyslové závody v Brně, 2018, s. 37.



Kolekce modulárních sedadel
Cubo od Harveyho Probbra⁸



Modulární nástěnný systém String
od Nisse a Kajsi Strinningových¹⁰



Modulární úložný systém IVAR¹²



Dobový leták firmy Masonite Corporation
nabízející na prodej Peg-Board¹⁴

Skutečnou revoluci v modulárním designu přinesl Harvey Probbler ve 40. letech 20. století. Ačkoli si Probbler získal renomé především díky svému rezidenčnímu nábytku, jeho nejvýznamnějším přínosem byl termín „modulární systém“, což v té době nebylo běžně používané označení. Navrhl jednotlivé prvky, které bylo možné libovolně kombinovat a přizpůsobovat různým uspořádáním – koncept, jenž se dnes stal natolik samozřejmým, že jeho původ je často opomíjen.⁹

Dále se tyto tendence dají pozorovat u jednoho z prvních modulárních nástěnných systémů String – ikona skandinávského designu, která již desítky let zdobí domácnosti po celém světě.

Jeho příběh se začal psát v roce 1949, kdy švédské nakladatelství Bonnier vyhlásilo soutěž na návrh knihovny. Cílem bylo vytvořit řešení, které bude cenově dostupné, snadno přepravitelné a jednoduché na montáž. Vítězství si odnesl manželský pár Nisse a Kajsa Strinningovi se svým elegantním a funkčním systémem String, který si okamžitě získal oblibu. Nezůstalo však jen u základního návrhu – Strinningovi na jeho vylepšení neustále pracovali, až se z něj stal kompletní modulární systém s širokou škálou prvků a doplňků.¹¹

Ve stejné době ve Švédsku vzniká nová značka IKEA. Zakladatel Ingvar Kamprad od roku 1948, vybudoval celosvětově známý řetězec prodeje nábytku. Švédsko, které bylo během druhé světové války relativně ušetřeno válečných hrůz, hledělo do budoucnosti s optimismem. A právě v této době, kdy lidé začínali více investovat do svých domovů a poptávka po nábytku rostla. Hlavní strategie, která proslavila IKEU, byla kombinace nízké ceny a vysoké kvality, koncept plochého balení, možnost vlastního sestavení a prodejny s restauracemi. Tento přístup nabyl na takové popularitě, že ho potkáváme až dodnes.¹³

IKEA začala vyrábět modulární úložné systémy, které byly cenově dostupné, flexibilní a snadno přizpůsobitelné. Jeden z neznámějších produktů, IVAR (původně známý jako Bosse), vznikl v 70. letech a stal se jedním z nejprodávanějších modulárních úložných systémů na světě. Nabízí možnosti kombinování různých modulů pro knihovny, úložné skříně, televizní stolky nebo regály.

Další nástěnný modulární systém, který nesmíme upomenout, je koncept pegboardových organizérů neboli kolíkových nástěnek, které jsou hojně užívané i v dnešní současnosti. Kořeny pegboardů sahají do počátku 20. století, kdy byly původně navrženy a využívány především v průmyslových odvětvích, zejména v továrnách a dílnách, pro efektivní uspořádání nástrojů a zajištění jejich snadné dostupnosti.

Vynález pegboardu je však většinou připisován společnosti Masonite Corporation v 60. letech 20. století, která uvedla perforovanou tvrdou desku, jakou dnes běžně používáme. Rovnoměrně rozmístěné otvory otevřely nekonečné možnosti přizpůsobení, což umožnilo použít širokého spektra háčků, kolíků a příslušenství. Praktičnost pegboardu nezůstala bez povšimnutí a rychle nabrala na popularitě a dostala se do domácností.¹⁵



Univerzální policový systém
606 navrhnutý Dieterem Ramsem
a vyrobený Vitsœ¹⁸

Na začátku druhé poloviny 20. století se modulární nástěnné systémy začaly rozvíjet i v Německu. Dieter Rams, průmyslový designér a tehdejší zaměstnanec společnosti Braun¹⁶, byl v roce 1957 osloven firmou Vitsoe+Zapf, aby pro ni navrhl nábytek. V rámci této spolupráce Rams vyvinul v roce 1960 návrh univerzálního regálového systému 606, který sloužilo jako nástěnné úložné řešení a později byl uveden na trh.¹⁷

Vitsoe vždy zastával myšlenku vytvářet nadčasové produkty, které lze neustále doplňovat novými prvky, ale nikdy není nutné je vyhodit. Navíc vnímá i psychologický aspekt střídavého designu pro životní prostor: „Domov by měl být místem pro intenzivní život, pro trávení času s ostatními. To vyžaduje, aby nábytek plnil mnoho konkrétních funkcí. Nábytek je užitečným předmětem – ne samotným obsahem života. Zařízení, které samo o sobě dominuje prostoru a strhává na sebe pozornost, je utlačující.“¹⁹

V druhé polovině 20. století se modulární systémy, zejména policové a regálové sestavy, staly běžnou součástí interiéru. Jejich popularita přetrvávala až do současnosti, přičemž moderní designéři přicházejí s novými a kreativními řešeními, která odpovídají aktuálním potřebám a trendům v bydlení.

⁸ GURA, Harvey Propper Was the Godfather of Modern Modular Seating, 2020.

⁹ GURA, Harvey Propper Was the Godfather of Modern Modular Seating, 2020.

¹⁰ STRING FURNITURE AB, Image Gallery, 2025.

¹¹ STRING FURNITURE AB., Nisse & Kajsa Strinning, 2024.

¹² INTER IKEA SYSTEMS B.V., Maybe furniture?, 2025.

¹³ INTER IKEA SYSTEMS B.V., IVAR - the rebel that became a hero, 2025.

¹⁴ KEEPO, The History and Evolution of Pegboard Organizer, 2024.

¹⁵ KEEPO, The History and Evolution of Pegboard Organizer, 2024.

¹⁶ Kde vytvořil dnes už ikonické produkty jako gramofon TP 1 (1959) a rádio T3 (1961), které se staly legendami a jsou považovány za předchůdce moderního designu v oblasti spotřební elektroniky.

¹⁷ VITSœ, History: A single-minded business, since 1959, 2025.

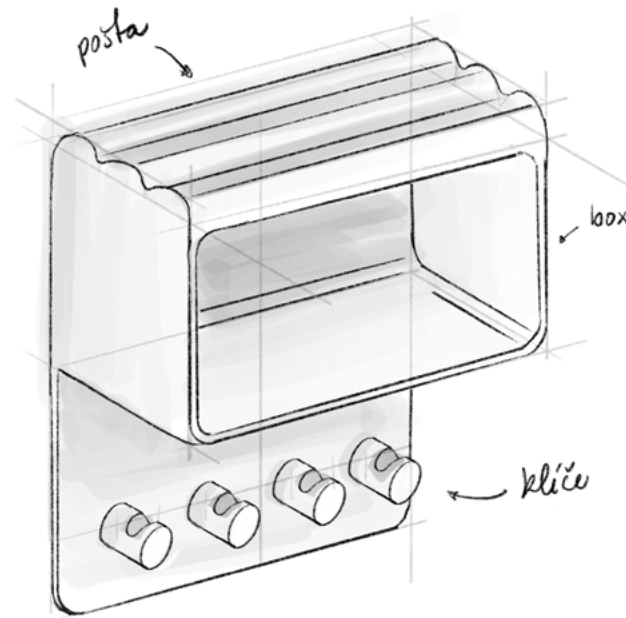
¹⁸ VITSœ, 606 Universal Shelving System, 2025.

¹⁹ KLEMP et al., Less and more: the design ethos of Dieter Rams, 2011, s. 453.

Proces navrhování

V této kapitole popisují celý proces navrhování, který zahrnoval řešení problémů stanovených cílů, ujasnění konceptu a skicování. Dále jsem zohlednila faktory, jako jsou limity materiálů, výrobní technologie a modularitu, což významně ovlivnilo další směřování návrhu.

První návrh



Samotný projekt vznikl na základě konkrétního problému, s nímž jsem se opakovaně setkávala – nefunkční uspořádání vstupního prostoru v bytě. Přichází si zde často potřebovat odložit drobné předměty z kapes, aby si mohli pověsit kabát nebo vyzout boty. Většina domácností tento moment řeší miskou, košíkem nebo zásuvkou, kde se předměty hromadí bez jasného systému, což vede k chaosu při odchodu. Tato zkušenost se stala hlavním impulzem pro vytvoření vlastního efektivnějšího řešení.

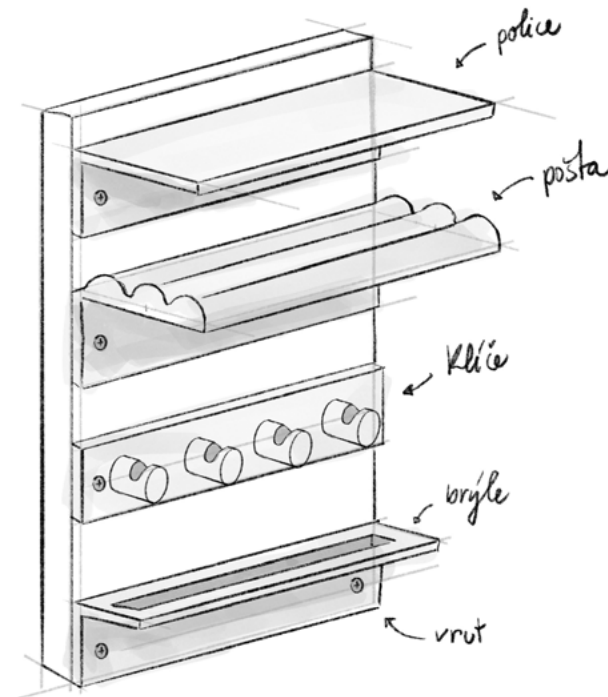
První varianta návrhu byla koncipována jako plně 3D tištěný objekt s cílem vytvořit produkt dostupný nejen ve formě hotového fyzického výrobku, ale také jako digitální model pro zákazníky se zkušenostmi s 3D tiskem. Tento návrh měl být nabízen online jako

open source²⁰ ve formátu STL²¹, což by umožnilo uživatelům samostatně si vytisknout úložný systém. Aby byla minimalizována složitost tisku, byl design optimalizován tak, aby vyžadoval co nejmenší množství podpor. Do návrhu byly zakomponovány funkční prvky, jako polička na dopisy, přihrádka na telefon či peněženku a věšáky na klíče. Při analýze však vyvstaly zásadní problémy – vzhledem k tomu, že se jednalo o jeden masivní kus plastu, došlo nejen k vysoké spotřebě materiálu, ale také k výraznému prodloužení doby tisku. Jakékoli selhání tisku by navíc znamenalo značné zpoždění výroby a plýtvání materiálem. Z těchto důvodů bylo nutné tuto variantu opustit a hledat efektivnější řešení.

²⁰ Open source (otevřený zdrojový kód) je model vývoje softwaru, kde je zdrojový kód volně dostupný pro veřejnost. Každý si ho může studovat, upravovat, vylepšovat a šířit – často zdarma nebo za nízké náklady.

²¹ STL (Standard Triangle Language) – souborový formát pro 3D modely, který ukládá geometrii objektu pomocí trojúhelníkové sítě. Běžně se používá v 3D tisku a CAD softwaru.

Druhý návrh



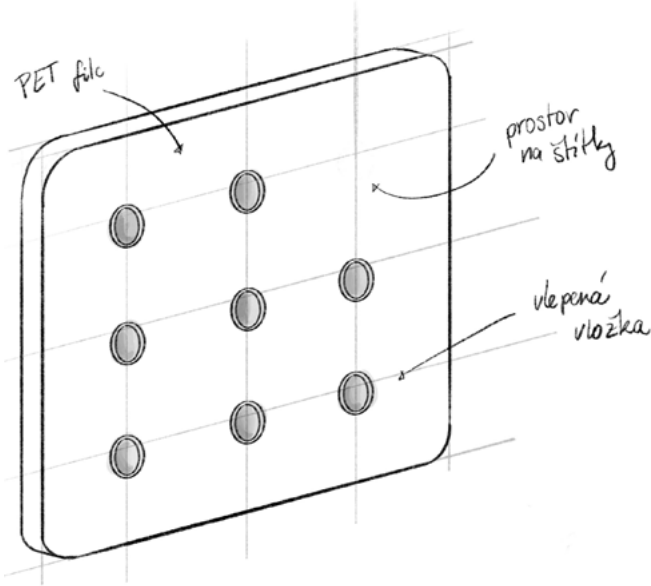
Analýza spotřeby materiálu ukázala, že velké množství filamentu bylo využito na zadní stěnu, jejíž primární funkcí bylo upevnění na zeď. Z tohoto důvodu jsem se rozhodla o její nahrazení jiným materiálem a o optimalizaci způsobu připojení 3D tištěných funkčních prvků sloužících jako úložný prostor.

Tato změna otevřela nové možnosti v oblasti modularity. Namísto pevně dané konstrukce jsem navrhla řešení, které umožňuje variabilní uspořádání funkčních prvků. Uživatel si tak může vybírat z různých typů úložných modulů a umísťovat je na zadní stěnu podle vlastních

potřeb. Tento přístup nejen snížil materiálovou spotřebu a výrobní náklady, ale zároveň zajistil vyšší flexibilitu a přizpůsobitelnost produktu.

Při hledání vhodného materiálu na zadní zeď úložného systému, jsem byla odhodlaná zachovat materiálovou jednotu pro možnou recyklaci. Během výjezdu do zahraničí se mi naskytla příležitost pracovat s PET filcem, který je často používán k výrobě akustických panelů. Místní společnost DeFelt, specializující se na jeho zpracování, poskytla univerzitě menší množství tohoto materiálu pro testovací účely, což mi umožnilo praktický výzkum.

Třetí návrh



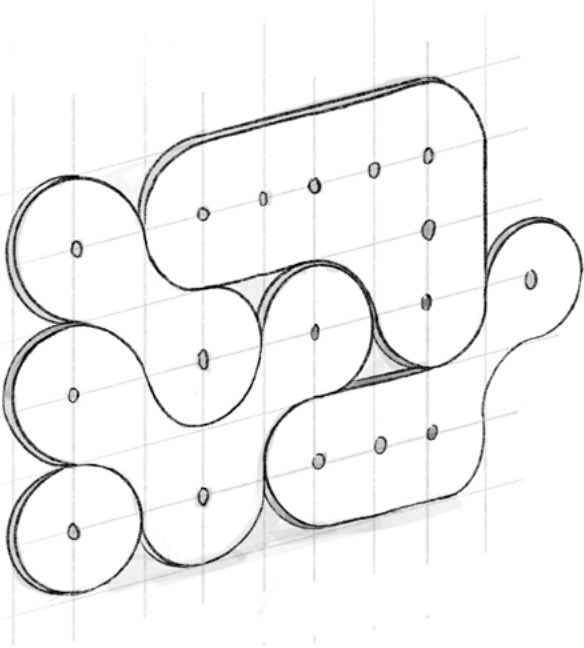
V této fázi návrhu jsem se plně zaměřila na materiál PET filc a jeho možnosti²². Po zkoumání výrobní technologie jsem došla k volbě využití nejběžnější a neúspornější metody – řezání po jedné ose. Tento přístup, který je pro daný materiál typický, splňuje požadavky na jednoduchost, nízké náklady a snadnou realizaci i v běžných podmínkách.

Jakmile bylo nalezeno optimálního řešení uchycení²³, nástěnný systém se transformoval do podoby tzv. pegboardu – kolíkové nástěnky. V této fázi se však objevil problém jednotvárnosti – návrh nástěnného systému se skládal převážně z čtverců a obdélníků, které jsou běžně dostupné v obchodech, což vedlo k nedostatku originality a vizuální dynamiky.

²² Tento proces detailně popisují v kapitole PET filc.

²³ Tento proces detailně popisují v kapitole Způsob uchycení.

Čtvrtý návrh



Jelikož jsem u třetí varianty nebyla spokojená s tvarovým řešením, rozhodla jsem se prozkoumat nové přístupy a hledat inspiraci v neobvyklých formách, které se vzájemně propojují a zároveň respektují strukturu mřížky. Při tomto procesu mě nejvíce ovlivnila estetika a principy počítačové hry Tetris, kde jednotlivé tvary do sebe logicky zapadají, a geometrické plakáty inspirované obdobím Bauhausu, které se vyznačují čistými liniemi.

Tento přístup vedl k finálnímu konceptu, který se stal základem výsledného produktu. Původní prostá idea, malého nástěnného systému se přerodila v komplexní návrh využívající princip modularity, a to nejen v rozmístění funkčních prvků, ale také ve způsobu skládání jednotlivých částí nástěnných modulů. Díky tomu je možné jejich konfigurací libovolně přizpůsobit podle individuálních potřeb uživatele, čímž produkt získává vysokou variabilitu a funkčnost.

Materiály a technologie

²⁴ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, The butterfly diagram: visualising the circular economy, 2021.

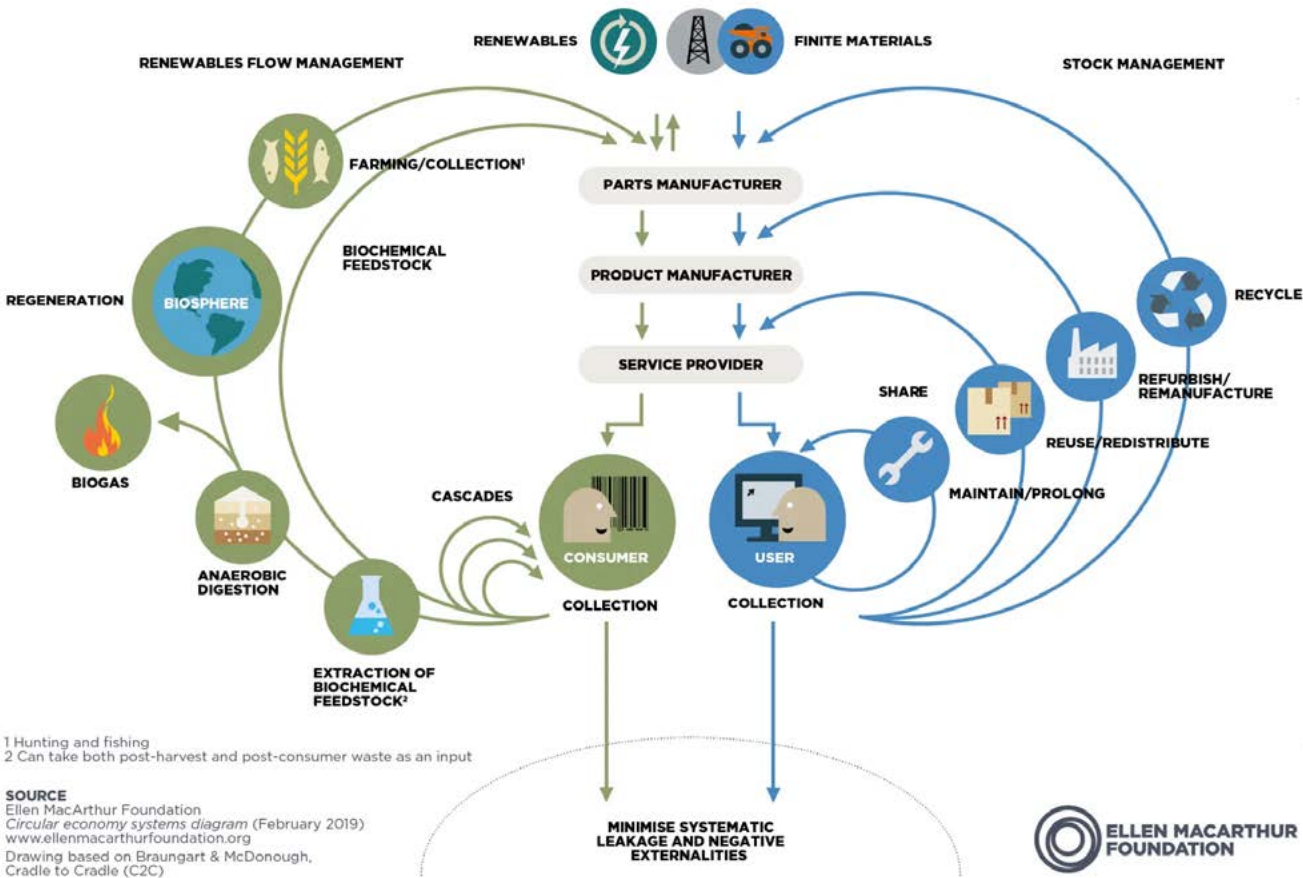
²⁵ ENSINGER. PET injection molding, 2025.

²⁶ KULA et al., Materialogy, 2012, s. 187.

²⁷ Remanufaktura je průmyslový proces, při kterém se již prodaný, opotřebovaný nebo nefunkční výrobek kompletně renovuje a uvádí do původního funkčního stavu.

²⁸ MACARTHUR, Ellen MacArthur on the basics of the circular economy, 2020.

Motýlí diagram cirkulární ekonomiky²⁴



Polyetylentereftalát (PET)

Polyetylentereftalát (dále již zmiňovaný pouze jako PET) patří do skupiny nasycených termoplastických polyesterů. Je odolný s vysokou rozměrovou stabilitou, nízkým třením a dobrou odolností proti opotřebením i chemikáliím. Má minimální absorpci vlhkosti, což ho činí ideálním pro přesné a kvalitní vstřikované díly.²⁵

Díky tomu je PET používán především jako obalový materiál. Přibližně 60 % vyrobeného PET se spotřebuje na obaly potravin a nápojů, a 30% světové výroby PET je využíváno pro výrobu syntetických vláken. Tažené filamenty (vlákna neomezené délky) jsou méně mačková než vlna, méně navlhají a rychle schnou. Tato vlákna se mohou spřádat spolu s vlnou, bavlnou apod. Využívají se také na výrobu technických tkanin a lan, k izolaci vodičů elektrického proudu, k výrobě kordů pro pneumatiky, dopravních pásů atd.²⁶

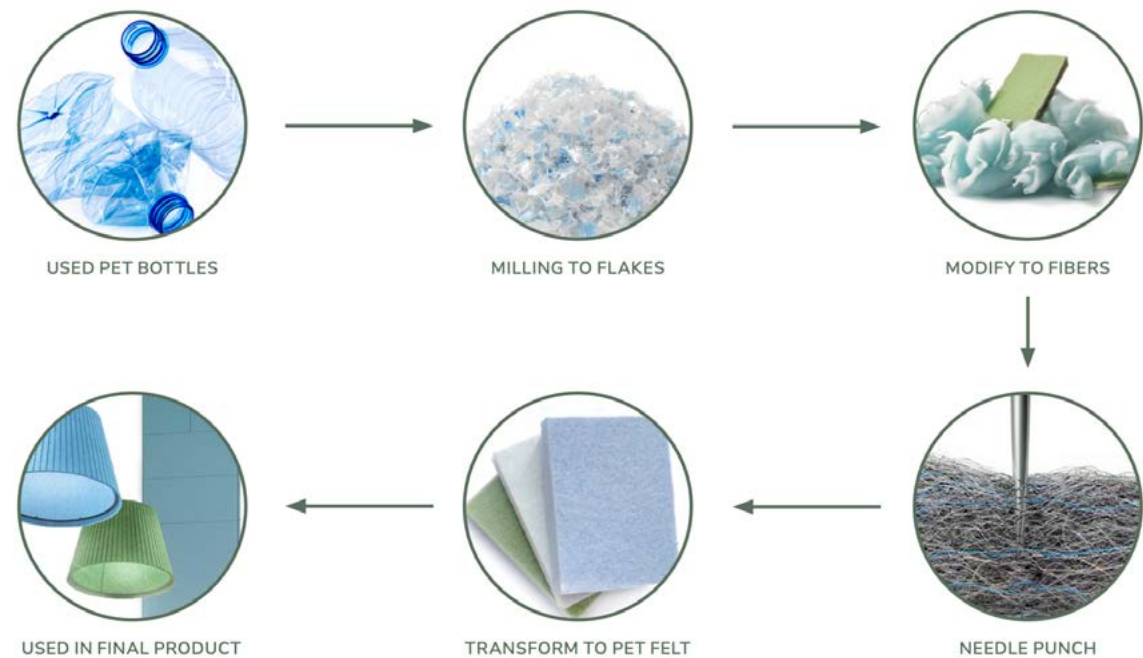
Cirkulární ekonomika

V našem současném hospodářství bereme materiály ze Země, vyrábíme z nich produkty, a nakonec je vyhazujeme jako odpad – tento proces je lineární. Naproti tomu v cirkulární ekonomice zabraňujeme vzniku odpadu již od počátku.

Cirkulární ekonomika stojí na dvou klíčových cyklech: technickém a biologickém. Technický cyklus zahrnuje materiály, které se nerozkládají (kovy, plasty), jež je třeba udržovat v oběhu prodloužením životnosti prostřednictvím recyklace, opravami, pronájmem nebo remanufakturingem²⁷. Naopak biologický cyklus tvoří látky rozložitelné v přírodě (dřevo, bavlna), které musíme navracet do půdy, abychom obnovili její úrodnost. Problémem je však jejich současné mísení s technickými materiály, což znemožňuje efektivní recyklaci.²⁸

Přesto schopnost efektivně recyklovat materiály jako PET dokládá, jak mohou principy cirkulární ekonomiky fungovat v praxi, když se technický cyklus podaří uzavřít.

FROM PET TO FELT



Proces výroby PET filcu²⁹

Recyklace

PET lahve a plasty na bázi PET patří mezi nejlépe recyklovatelné složky plastového odpadu. Díky svým vlastnostem jsou dlouhodobě žádané ve výrobním průmyslu a moderní technologie zajišťují vysokou kvalitu recyklovaného materiálu. V Česku se PET lahve sbírají do žlutých kontejnerů a na sběrných dvorech. Následně jsou přepraveny do třídíren, kde se odpad separuje podle druhu plastu, aby se zabránilo kontaminaci. Po důkladném mytí jsou lahve rozdrčeny na vločky, které se dále tepelně upravují pro výrobu nových produktů.³⁰

Recyklovaný PET neboli rPET, pomáhá snižovat spotřebu ropných surovin a jeho využití ovlivňuje uhlíkovou stopu výsledného produktu. Výroba nových PET lahví má kvůli krátké životnosti (cca 2 měsíce) relativně vysokou uhlíkovou stopu, naopak použití v textilním nebo automobilovém průmyslu je ekologičtější, protože výrobky mají delší životnost. Recyklace PET přispívá ke snižování odpadu na skládkách i emisí skleníkových plynů. Cena odpadního PET je dlouhodobě vysoká, což motivuje k jeho třídění a recyklaci. Spalování nebo skládkování je naopak finančně nevýhodné, čímž se zajišťuje, že většina PET odpadu končí v recyklačním procesu. Neustálé technologické inovace navíc rozšiřují možnosti využití rPET, což podporuje udržitelnou výrobu a šetří přírodní zdroje.³⁰

²⁹ DEFELT, PET Acoustic Panel: Installation Guide, 2024, s. 19.

³⁰ HAVELKA, Jak probíhá recyklace PET lahví?, 2024.

³¹ DEFELT, Technical data, 2025.

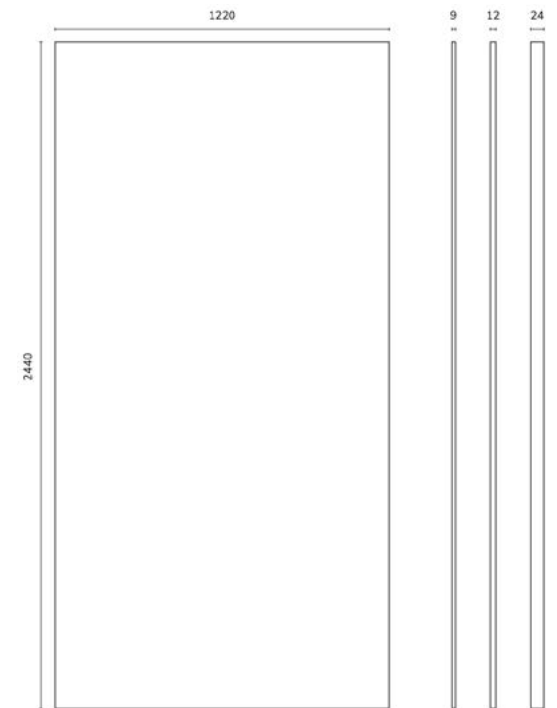
³² DEFELT, PET Acoustic Panel: Specifications, 2024, s. 4.

³³ EN ISO 354:2003 a ASTM C423

³⁴ DEFELT, PET Acoustic Panel: Specifications, 2024, s. 2-3.

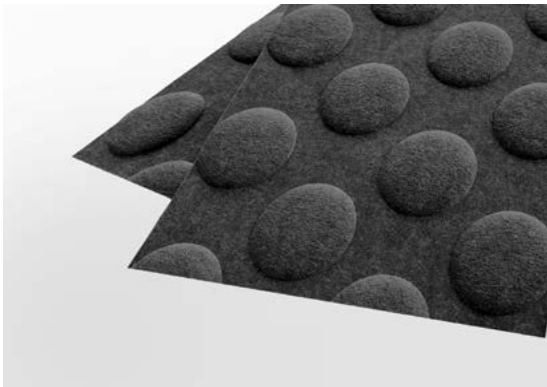
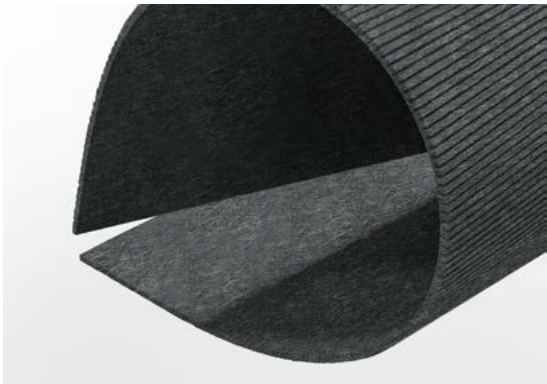
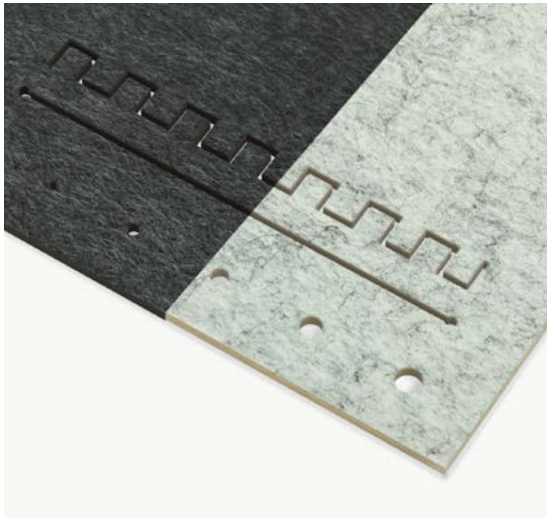
PET filc

Panel z PET filcu vzniká z plastových lahví, které jsou rozdrčeny na vločky a následně zpracovány do jemných vláken. Přibližně 60 % použitého materiálu pochází z recyklovaných PET lahví.³¹ Následně se vytváří vrstva složená z tisíců mikrovláken, která jsou vzájemně propojena jehlovým vpichováním a zhutněna do porézní a vláknité struktury. Díky této struktuře mají panely vynikající akustické vlastnosti. Jsou lehké a snadno instalovatelné, přičemž na výrobu jednoho 9 mm panelu se spotřebuje přibližně 240 lahví.²⁹



Formát a různé tloušťky panelů PET filcu³²

Akustické vlastnosti PET panelů byly testovány podle standardů³³, přičemž byl zkoumán jejich zvukově absorpční výkon v závislosti na tloušťce materiálu. Nejtenčí varianta, 9 mm, poskytuje základní úroveň zvukové absorpce, zejména v nižších frekvencích, což odpovídá například tlumení běžné konverzace v menší místnosti. Silnější 12 mm varianta vykazuje lepší absorpci vyšších frekvencí a je vhodná pro kanceláře nebo učebny. Nejlepšího tlumení dosahuje 24 mm varianta, která dokáže výrazně snižovat celkovou hladinu hluku či ozvěnu a zlepšuje srozumitelnost řeči v konferenčních sálech či v otevřených (open-space) kancelářích.³⁴



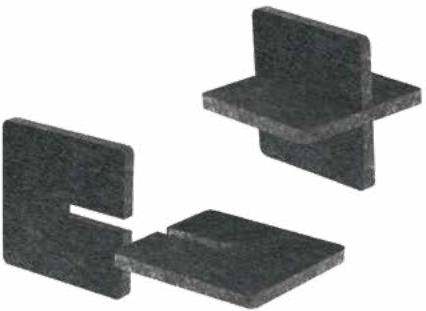
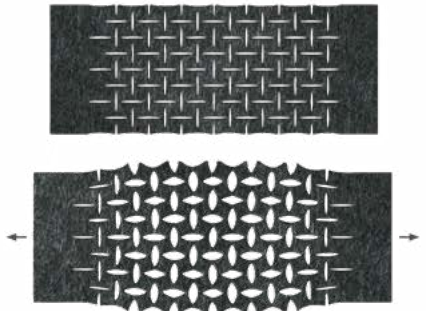
(levý sloupec)

Ukázka digitálního, laserového a manuálního řezání do PET filcu³⁵

Ukázka prořezaných vzorů, interlocking spojení a spojení pomocí odrážek³⁷

(pravý sloupec)

Ukázka techniky vakuovaného tvarování, V-řezání, polovičního řezání a teraforming³⁶



Vzhledem k termoplastickým vlastnostem PET plsti je při jejím zpracování nutné používat ostré nástroje, aby se zabránilo trhání vláken a minimalizovalo jejich třepení. To lze provádět několika metodami, přičemž každá z nich nabízí různou míru přesnosti a výsledného vzhledu.

Digitální řezání umožňuje detailní a precizní úpravy s možností řezání pod různými úhly, čímž se dosahuje vysoké přesnosti spojů a vzorů. Laserové řezání poskytuje podobnou přesnost, avšak jeho nevýhodou je možnost ztvrdnutí a změny barvy hran kvůli vysoké teplotě. Manuální řezání je možné za použití ostrého nože a pravítka, přičemž je třeba postupovat opakovanými řezy pro dosažení hladkého okraje.³⁵

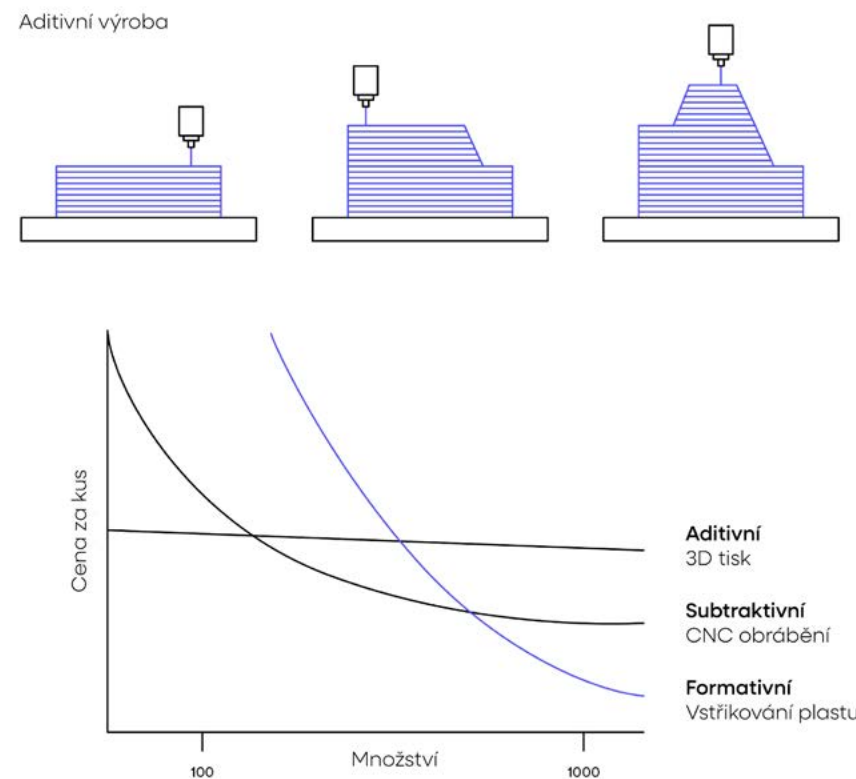
Další techniky zahrnují vakuové tvarování, které umožňuje vytvoření 3D forem zahřátím panelu, V-řezání pro přesné ohýbání panelu bez jeho zlomení, poloviční řezání pro vytvoření dekorativních zaoblených hran a termoforming, který slouží k trvalé změně tvaru materiálu pomocí tepla.³⁶

Vzhledem k rozmanitému využití panelů existuje několik možností jejich spojování a kombinování. Prořezávání vzorů umožňuje zvýšit flexibilitu a tvarovatelnost panelů, zatímco interlocking spojení zajišťuje stabilní propojení prvků, což je vhodné zejména pro 3D akustické aplikace. Další možností je spojování pomocí drážek, které umožňuje snadné propojení různých částí systému bez použití lepidel nebo mechanických spojů. Správná volba metody spojování závisí na požadavcích konkrétní aplikace a estetickém záměru.³⁷

³⁵ DEFELT, PET Acoustic Panel: Specifications, 2024, s. 3.

³⁶ DEFELT, PET Acoustic Panel: Specifications, 2024, s. 4-6.

³⁷ DEFELT, PET Acoustic Panel: Specifications, 2024, s. 7.



Aditivní výroba³⁸

3D tisk

3D tisk představuje moderní výrobní proces, při kterém se z digitálního modelu vytváří fyzický trojrozměrný objekt prostřednictvím nanášení jednotlivých vrstev materiálu. Digitální modely určené pro 3D tisk se obvykle exportují ve formátu STL a následně jsou specializovaným softwarem, tzv. „slicerem“, rozděleny na horizontální řezy. Výsledkem této operace je soubor ve formátu G-code, který obsahuje pokyny pro 3D tiskárnu, jež řídí celý výrobní proces.

Tato technologie spadá do kategorie aditivní výroby, což znamená, že materiál je při tisku postupně přidáván, což umožňuje efektivní využití materiálů a realizaci tvarově složitých objektů, které by tradičními metodami byly obtížné nebo zcela

neproveditelné. Oproti technikám, jako je vstřikování do formy³⁹ nebo CNC obrábění⁴⁰, vyniká 3D tisk nízkými náklady při výrobě menšího počtu kusů a možností okamžitého zhotovení bez nutnosti drahé přípravy forem.

Přestože 3D tisk není ideální pro sériovou výrobu kvůli pomalejšímu procesu, nachází široké uplatnění při výrobě prototypů, prezentačních modelů a náhradních dílů. Technologie 3D tisku otevírá nové možnosti v designu i výrobě a své místo nachází jak v domácích dílnách, tak v průmyslových odvětvích, zdravotnictví, automobilovém průmyslu, leteckém průmyslu, šperkařství, modelářství a podobně.

Metody 3D tisku

³⁸ PROTO LABS NETWORK, What is 3D printing?, 2025.

³⁹ Výrobní technologie, při níž se roztavený plast pod tlakem vstřikuje do formy, kde ztuhne a získá přesný tvar výrobku.

⁴⁰ CNC obrábění je automatizovaný proces opracování materiálů, řízený počítačem na základě digitálního návrhu. Používá se pro frézování, soustružení, vrtání či řezání kovů, plastů a dřeva.

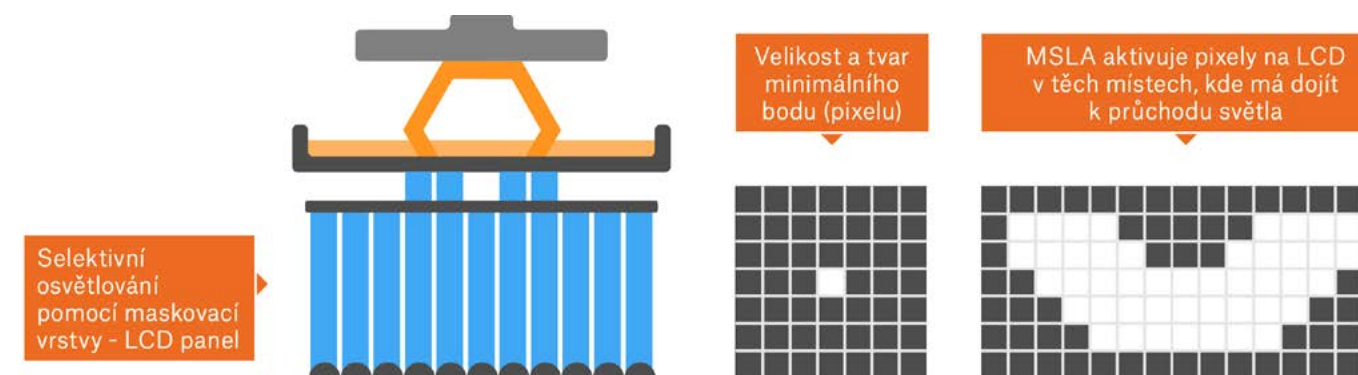
⁴¹ STRÍTESKÝ et al., Základy 3D tisku s Josefem Průšou, 2019, s. 11–20.

V současné době neexistuje univerzální metoda 3D tisku vhodná pro všechny aplikace, a proto je nutné předem zvážit, jaké výrobky budeme tisknout a jaké parametry od tiskárny očekáváme. Nejrozšířenější technologie 3D tisku lze rozdělit do tří hlavních skupin na základě formy výchozího materiálu a způsobu jeho zpracování:

Extruze tiskové struny – materiál ve formě filamentu je vytlačován rozehrátou tryskou tiskové hlavy a ten je postupně nanášen na sebe vrstvu po vrstvě. Jedná se o nejpopulárnější a nejdostupnější metoda 3D tisku pro veřejnost a mezi typické představitele patří technologie FDM (Fused Deposition Modeling). Tato metoda nabízí možnost tisknout velkou škálu termoplastů včetně vysoce houževnatých materiálů, je uživatelsky jednoduchá a bezpečná (plast není toxický). Nevýhodou je, že na výtiscích jsou vidět jednotlivé vrstvy. Hodí se hlavně na funkční prototypy a modely, kde není potřeba velmi hladký povrch.⁴¹

Vytvrzování tekutého materiálu – V současnosti nejrozšířenější metoda této technologie je **MSLA** (Maskovaná stereolitografie), funguje na principu vytvrzování pryskyřice pomocí UV LED světla přes LCD displej. Displej slouží jako maska – UV světlo projde pouze tam, kde jsou pixely aktivní (svítí bíle), a pryskyřice v těchto místech ztuhne. MSLA má jemné a hladké výtisky bez viditelných vrstev. Hodí se proto na šperky, dentální modely nebo lékařské pomůcky. Na druhou stranu tiskne pomaleji, má menší pracovní plochu a pracuje se škodlivou pryskyřicí – proto je potřeba dbát na bezpečnost práce a větrat, aby člověk nedýchal výpary.⁴¹

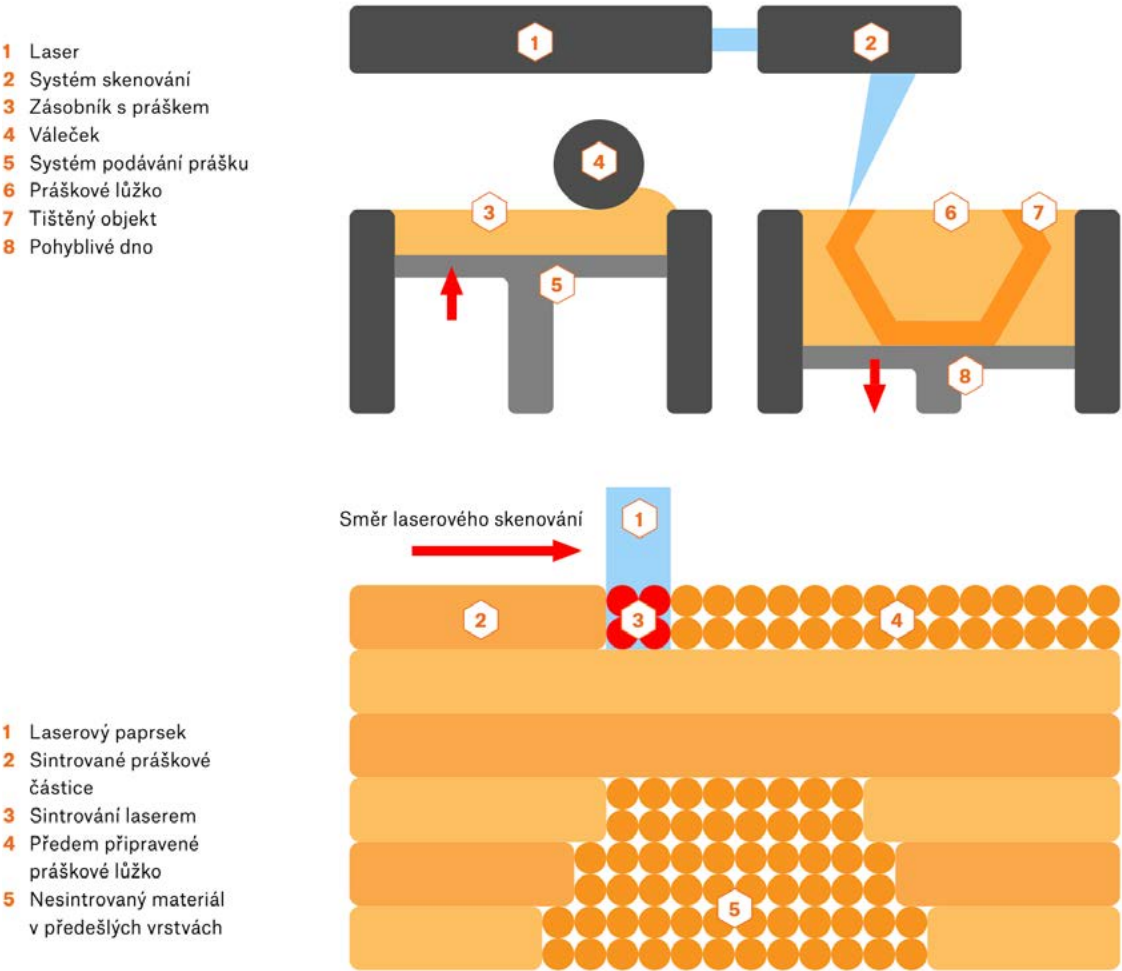
MSLA metoda 3D tisku⁴¹



Spékání práškového materiálu – jemný kovový či plastový prášek je spojován laserem pomocí procesu sinterování (spékání bez úplného roztavení). Tento princip využívá například technologie SLS (Selective Laser Sintering) pro plasty, SLM/DMLS (Selective Laser Melting/Direct Metal Laser Sintering) pro kovy a unikátní Multi Jet Fusion (MJF) od HP, která místo laseru využívá přesné nanesení spojovacího činidla a následné rovnoměrné zahřátí celé vrstvy infračerveným zářením. Hlavní výhody těchto

technologií spočívají ve schopnosti vytvářet plně funkční, pevné a geometricky složité díly, často bez nutnosti podpůrných struktur. Nevýhodou zůstává vyšší pořizovací cena zařízení, náklady na práškové materiály a obecně delší výrobní časy. Práškové fúze nacházejí uplatnění zejména v leteckém a automobilovém průmyslu, biomedicíně či při výrobě náročných prototypů, kde jsou klíčové mechanické vlastnosti a přesnost.³⁸

Metoda práškové fúze 3D tisku⁴¹



Prototypování

V této části projektu jsem se zaměřila na proces testování a úprav návrhu prostřednictvím fyzických modelů. Popisuji první prototypy, materiálové experimenty a technologické výzvy, se kterými jsem se setkala. Věnuji se optimalizaci designu, hledání nejvhodnějších výrobních parametrů a testování funkčnosti jednotlivých komponentů.

Pro zajištění přehlednosti a jednoznačnosti terminologie, kterou používám v následujících kapitolách, jsou zde jednotlivé komponenty systematicky pojmenovány a přehledně uvedeny:

- Panel**
Základní pohledová deska systému, která slouží jako nosná struktura pro upevnění ostatních komponentů.

Modulární systém
Primární prvek ze zadní strany panelů, do kterého se vkládají spojky a nástěnné háčky.

Spojka
Prvek, který propojuje jednotlivé části modulů a zajišťuje jejich stabilitu a správnou pozici.

Nástěnný háček
Prvek, který fixuje konstrukci systému ke zdi.

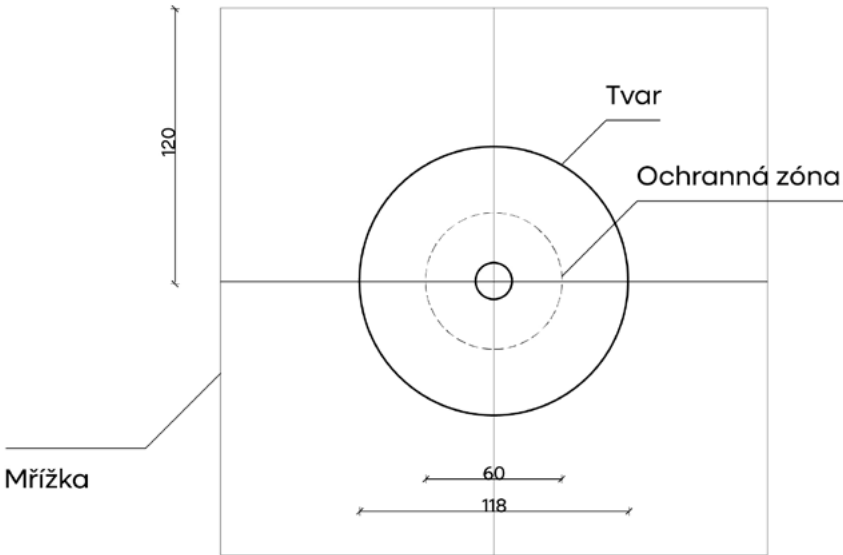
Pouzdro
Prvek vlepěný v panelech, určený pro vkládání kolíků.

Kolík
Komponent, který se zasouvá do pouzdra a slouží k upevnění funkčních prvků.

Funkční prvek
Komponenta, která plní specifickou funkci v rámci systému, jako je například úložný prostor, police nebo věšák, který lze umístit na panel a přizpůsobit umístění podle potřeby uživatele.

Modul
Samostatný tvar systému, který se skládá z panelu, modulárního systému a pouzder. Slouží jako nosič funkčních prvků. Každý modul lze k sobě připevnit spojkami.

Rozměry



Po dokončení finální varianty tvarosloví bylo nezbytné definovat rozměry jednotlivých tvarů panelů. Studovala jsem velikosti každodenních předmětů, které by měly být umístěny na modulárním nástěnném systému, jako jsou tužky, mobilní telefony, klíče, peněženky či dopisy. Na základě těchto informací byla vytvořena mřížka o rozměrech 120 × 120 mm, což určovalo vzdálenost mezi jednotlivými otvory pro umístění funkčních prvků. Byla stanovena ochranná zóna o šířce 60 mm z každé strany otvoru, aby se zajistilo, že se jednotlivé prvky nebudou překrývat a budou plynule na sebe navazovat.

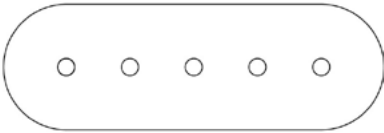
Po první zkoušce prototypu vyříznutého z kartónu bylo zjištěno, že je nutné upravit odsazení o 1 mm z každé strany tvaru, aby bylo možné kompenzovat případné montážní odchylky. Tento zásah vedl k úpravě základního kulatého tvaru na rozměr 118 × 118 mm.

Pro větší variabilitu bylo navrženo osm různých tvarů modulů, které lze volně kombinovat, což umožňuje vytváření jedinečných kompozic.

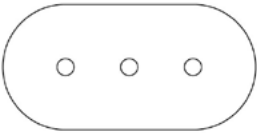
Kruh
118 × 118 mm



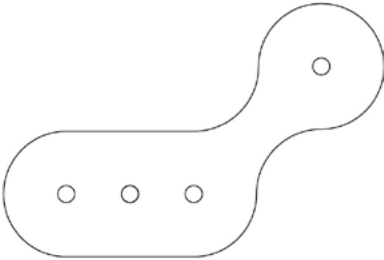
Obdélník
dlouhý
358 × 118 mm



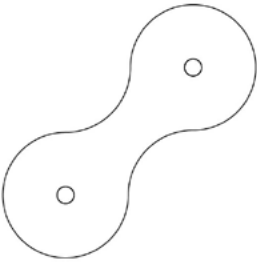
Obdélník
krátký
118 × 238mm



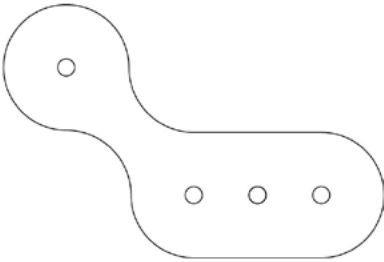
Bublina pravá
358 × 238 mm



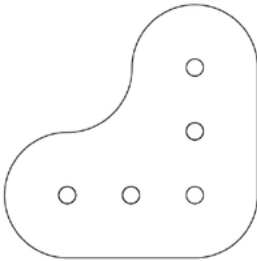
Lomítko
238 × 238 mm



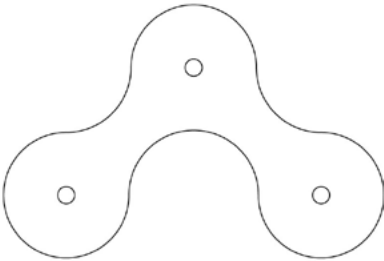
Bublina levá
358 × 238 mm



Roh
238 × 238 mm



Šipka
358 × 238 mm





Stojan na časopisy
Ridå navrženo Joelem
Karlssonem⁴²



KURIO — Plug'n'play
policový systém⁴³



Polštářová stěna navržena
Robertem Bronwasserem⁴⁴

Způsob uchycení

Aby byl nalezen co nejefektivnější způsob uchycení, byla provedena analýza dostupných řešení u konkurenčních produktů. V rámci rozsáhlého průzkumu různých systémů upevnění na zeď bylo identifikováno pět možných variant, které byly následně podrobně zhodnoceny z hlediska funkčnosti, stability a estetiky.

První způsob uchycení byl zasouvací systém, který vyžadoval vlepení materiálu do rámu. Během materiálového testování jsem zkoušela do panelu vyřezat úzké výčnělky umožňující zavěšení objektů, jelikož jsem potřebovala rozsáhlejší funkčnost využití než pouhé zasouvání objektů. Prototyp se však pod váhou objemnějšího předmětu zlomil. Po sejmutí zavěšeného objektu zůstal na panelu viditelný bod zlomu, což vedlo k vizuálním nedostatkům.

Druhý způsob uchycení bylo křížové spojení, které se osvědčilo u konkurenčních produktů vyrobených z materiálů, jako je dřevo, kov nebo pevný plast. Tento přístup nezpůsoboval žádný materiálový odpad díky svému tvarosloví, nicméně vzhledem k nutnosti

slepování mnoha dílů dohromady se celý výrobní proces stával časově náročnějším, složitějším a náchylnějším k výrobním odchylkám. Zároveň se ukázalo, že samotné zasunutí panelu do výřezů není dostatečně spolehlivé – bez sekundárního uchycení, například pomocí vrutů, hrozilo, že panel pod váhou přidaných objektů jednoduše vypadne ze spoje či se časem místo tření oslabí.

Třetí řešení představoval modulární systém jednotlivých kusů nástěnky. Tento koncept byl zajímavý, však nevýhodou bylo, že každý díl by musel být samostatně připevněn ke zdi, což s sebou neslo určité komplikace u instalace.

Čtvrtou možností byl nasunovací systém objektů na lištu. Zde byla nevýhodou jeho omezená funkčnost pouze na horizontální osu, což značně omezovalo flexibilitu celkového uspořádání.

Poslední řešení byla nástěnka známá pod názvem pegboard, která obsahuje mřížku s otvory, do nichž se nasouvají kolíčky nebo zavěšují různé předměty. Tento systém nabízí vysokou flexibilitu v uspořádání a umožňuje snadnou modifikaci podle potřeb uživatele. Proto jsem se rozhodla dále pokračovat v tomto přístupu uchycení.

⁴² KARL ANDERSSON & SÖNER, Ridå Design by Joel Karlsson, 2025.

⁴³ KIKSTARTER, KURIO — A plug'n'play shelving system, 2025.

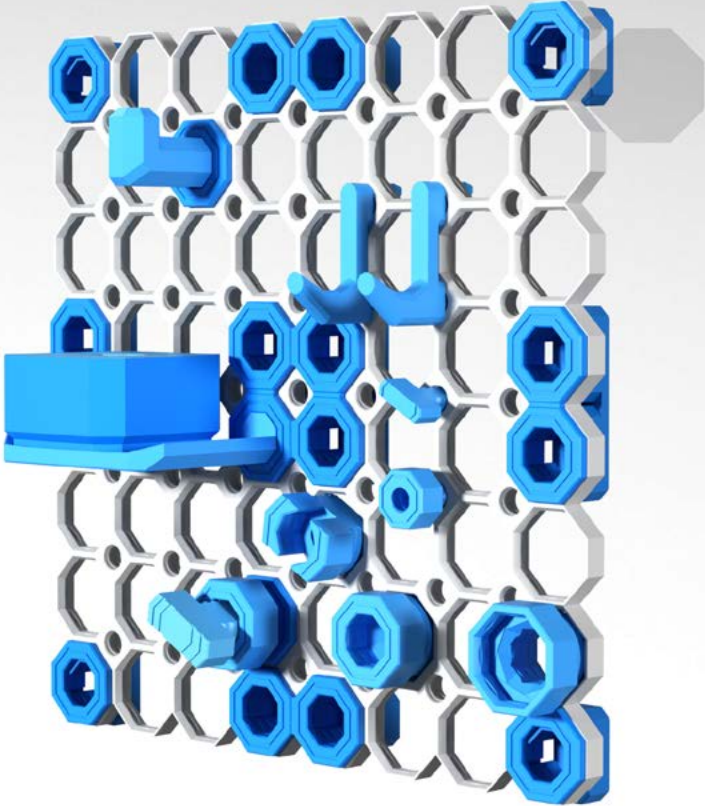
⁴⁴ CASCANDO, Pillow Wall, 2025.

⁴⁵ BENE GMBH, T-PANEL Multi, 2025.

⁴⁶ MULTIBOARD, Multiboard, 2025.

⁴⁷ INTER IKEA SYSTEMS B.V., SKÅDIS, 2025.

T-Panel Curve od firmy Bene⁴⁵



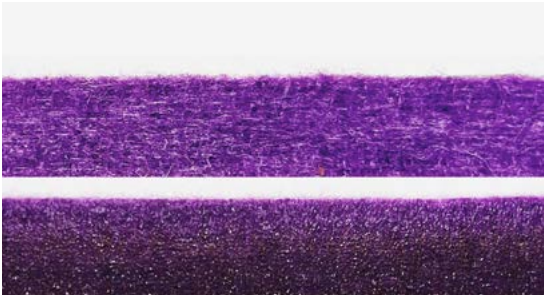
Multiboard.io⁴⁶

SKÅDIS Dírkována deska Ikea⁴⁷



Pouzdro a kolík

Vyřezané otvory na kolíky jsem následně podrobila materiálovým zkouškám. Při pouhém vyřezání otvoru nožem byl materiál náchylnější na třepení. Při zavěšení háčku, na kterém vysely předměty, se otvor začal postupně pod váhou deformovat, což negativně ovlivnilo estetiku návrhu. Dále byla testována varianta zašroubování 3D tištěných vrtů, avšak tento přístup nenávratně zdeformoval materiál a také způsobil vizuální nedostatky.



Materiálová zkouška řezání PET filcu nožem vs. laserem

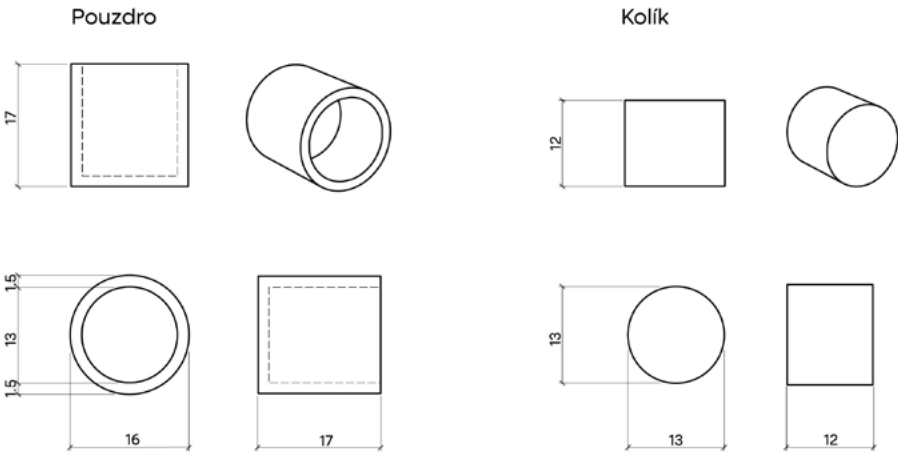
Další iterací ve vývoji bylo využití laserového řezání, které vedlo k částečnému roztavení hran materiálu. Tento jev měl pozitivní i negativní efekt – hrany se zpevnily a došlo k eliminaci nežádoucího třepení, ale zároveň způsobil změnu barvy materiálu.



Druhý prototyp pouzdra a kolíku

Nakonec se jako nejefektivnější ukázalo vlepení pouzdra do otvorů, do kterých se budou zasouvat kolíky. Tento způsob minimalizuje opotřebení materiálu, riziko deformací a zároveň přispívá k čistému vzhledu celého systému.

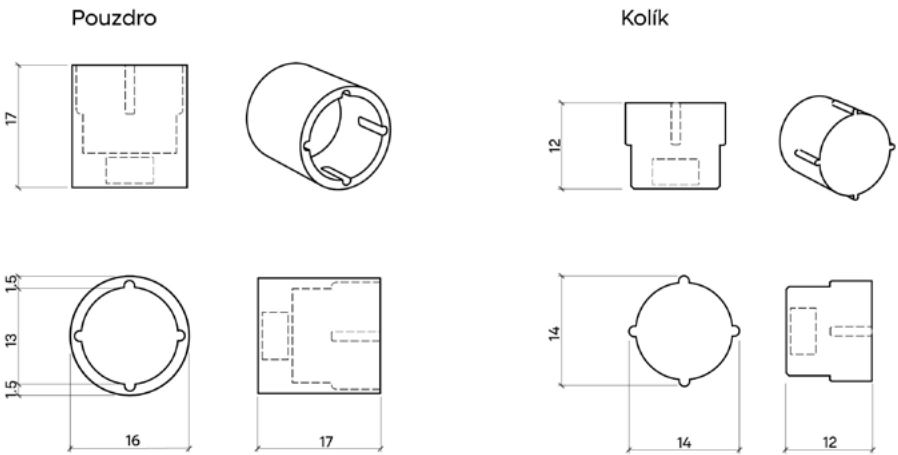
První prototyp



První návrh pouzdra byl jednoduchý kulatý tvar s otvorem určeným pro zasunutí běžného kolíku. Ačkoli pouzdro bylo dostatečně hluboké, při vyšším zatížení měly kolíky tendenci se vysouvat. Aby byla fixace silnější, rozhodla jsem se vložit do pouzdra i kolíku neodymové magnety o velikosti 3 × 6 mm s magnetickou silou přibližně 950 gramů. Tento prvek zajistil pevnější spojení a minimalizoval riziko uvolnění.

Při testování kolíku, na zadní straně funkčního prvku, se ukázalo, že kvůli jeho hladkému kruhovému tvaru není schopen udržet požadovaný úhel při zatížení. Pro vyřešení tohoto problému byly do pouzdra i kolíku přidány čtyři zářezy v pravých úhlech. Tyto zářezy umožnily stabilní umístění prvků ve vodorovné poloze, čímž eliminovaly jejich nežádoucí pohyb a zajistily jejich správné uchycení.

Druhý prototyp



Během vývoje se ukázalo, že vlepení kulatých pouzder do panelu není tak jednoduché, jak se na první pohled zdálo. Pro správné fungování systému je totiž nutné, aby byly všechny zářezy v pouzdrech natočeny vodorovně – pouze tak do nich zapadnou kolíky, které drží funkční prvky.

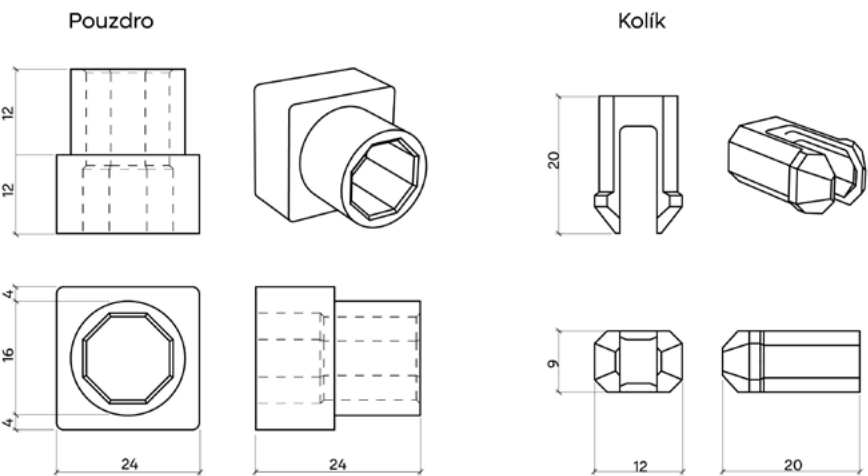
Bez této přesnosti by jednotlivé části systému nepasovaly. Musela jsem přepracovat samotný tvar pouzdra, kdy jeho zadní část má čtvercovou platformu, která se vloží do přesně vyřezané otvory v modulárním systému. Tím se automaticky srovná do správné polohy, zamezí se protáčení pouzder a zároveň se zachová čistý kulatý vzhled z pohledové strany.

Další výzvou byly samotné zářezy, které se při testování ukázaly jako příliš subtilní. Existovalo riziko, že by se při dlouhodobém mechanickém namáhání snadno poškodily nebo opotřebovaly. Jako efektivní a jednoduché řešení jsem našla ve tvaru osmihranu. Tento tvar umožňuje přesné zasunutí kolíku do správné polohy v jakémkoliv směru, zabraňuje jeho nežádoucímu pohybu a zároveň zvyšuje pevnost celého spoje.

Nakonec jsem se rozhodla pro odstranění zatištěného magnetu. Jeho integrace by ve velkovýrobním měřítku představovala časově náročný a finančně neefektivní proces. Tento krok vedl k nutnosti hledat alternativní způsob fixace prvků v pouzdře.

Při zkoumání uchycení u různých existujících produktů, jsem se nakonec rozhodla pro běžné a spolehlivé zacvakávací spoje typu snap-fit. Fungují na principu elastické deformace dvou pružných „zobáčků“, které se stlačí, projdou zúženým otvorem, a jakmile se dostanou na druhou stranu, vrátí se zpět do původního tvaru a zafixují se – tím zabrání samovolnému uvolnění spoje.

Třetí prototyp



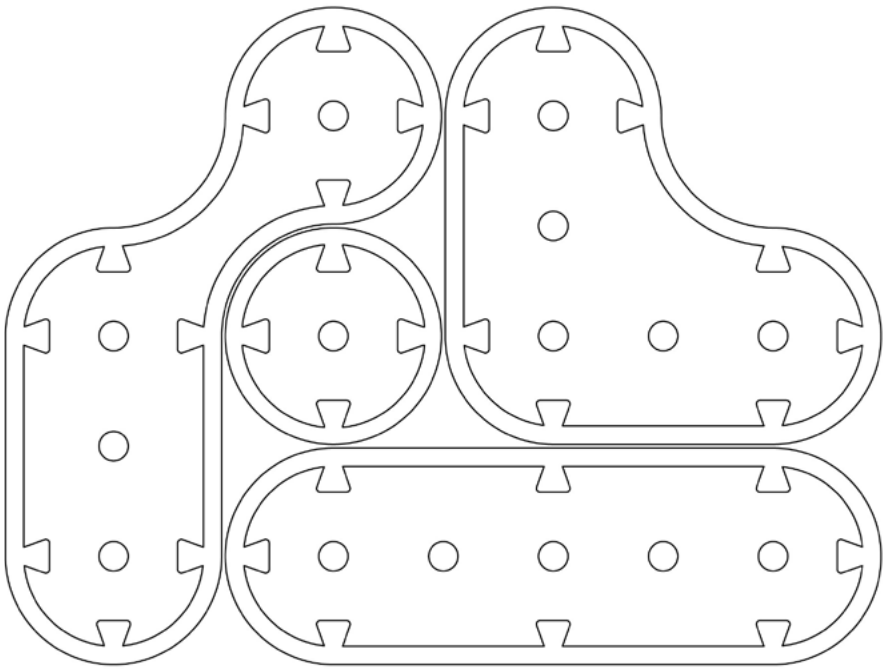
Modulární systém

Další klíčová část produktu spočívala v navržení způsobu, jakým budou uživatelé schopni spojovat jednotlivé tvary do funkčního celku. Na základě předem definované mřížky jsem určila umístění otvorů pro spojky na styčných bodech, aby byla zajištěna plynulost kompozice a jejich bezproblémové vzájemné navazování. Vzhledem k tomu, že modulární systém měl být připevněn na zadní stranu panelu, s požadavkem estetické čistoty výsledného designu, jsem rozhodla stanovit odsazení o 10 mm. Tento krok zajistil skrytí spojovacích mechanismů při pověšení panelů na zeď a zároveň zachoval vizuálně čistý a neporušený vzhled.

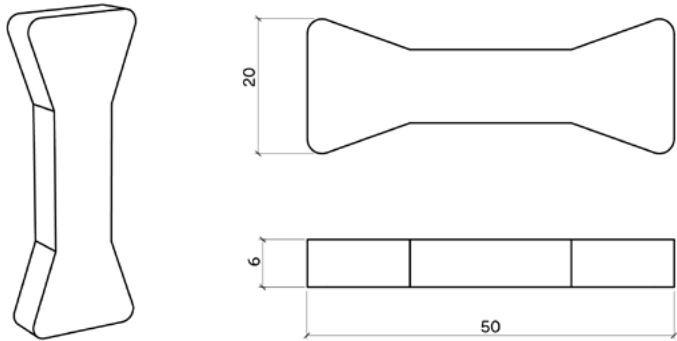
První prototyp byl navržen z jedné vrstvy kartónu, do kterého byly vyřezány otvory ve tvaru rybinového spoje⁴⁸. Cílem tohoto návrhu bylo, aby spojka vytvářela samosvorné spojení, což by umožnilo její snadné zacvaknutí do výřezu. V rané fázi jsem však tento přístup opustila, protože vzniklo riziko, že nástěnka by se mohla snadno rozpadnout, pokud by došlo k silnému zatáhnutí směrem k uživateli. Na základě této analýzy jsem došla k závěru, že bude nezbytné přidat fixní prvek ke spojkám pro zajištění maximální bezpečnosti a stability celé konstrukce nástěnky.

⁴⁸Rybinový spoj – tradiční truhlářská technika, kde přesně tvarované zuby a drážky vytvářejí samosvorné spojení. Časem prověřená metoda, která bez hřebíků či lepidla zajišťuje stabilitu a dlouhověkost.

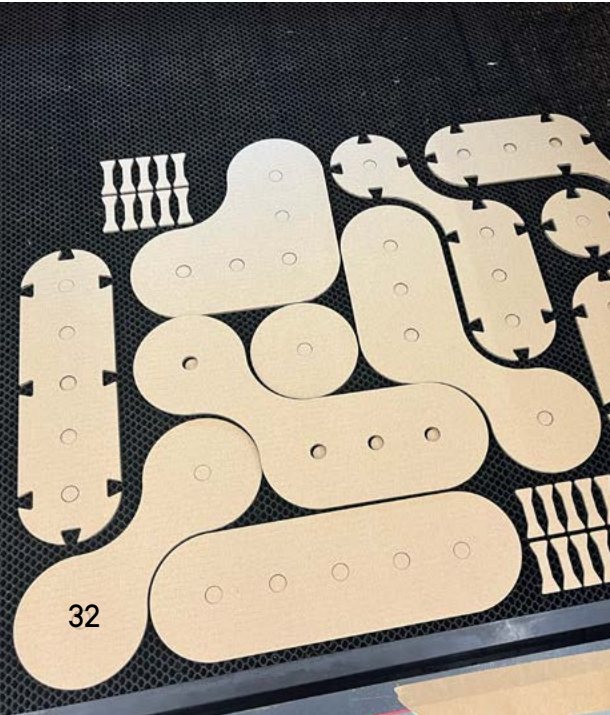
První návrh modulárního systému v křivkách



První návrh spojky

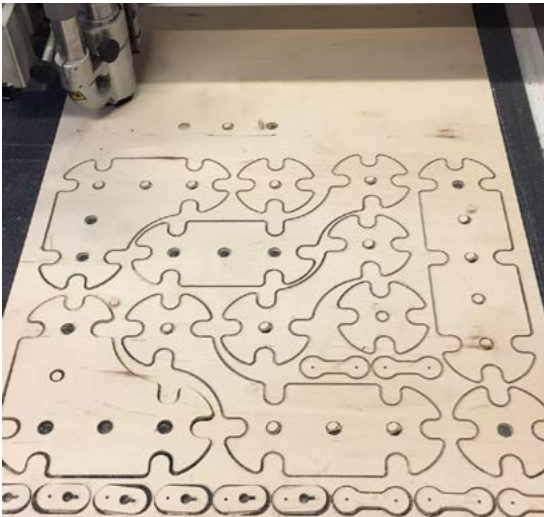


Výroba prvního prototypu



První prototyp z kartónu





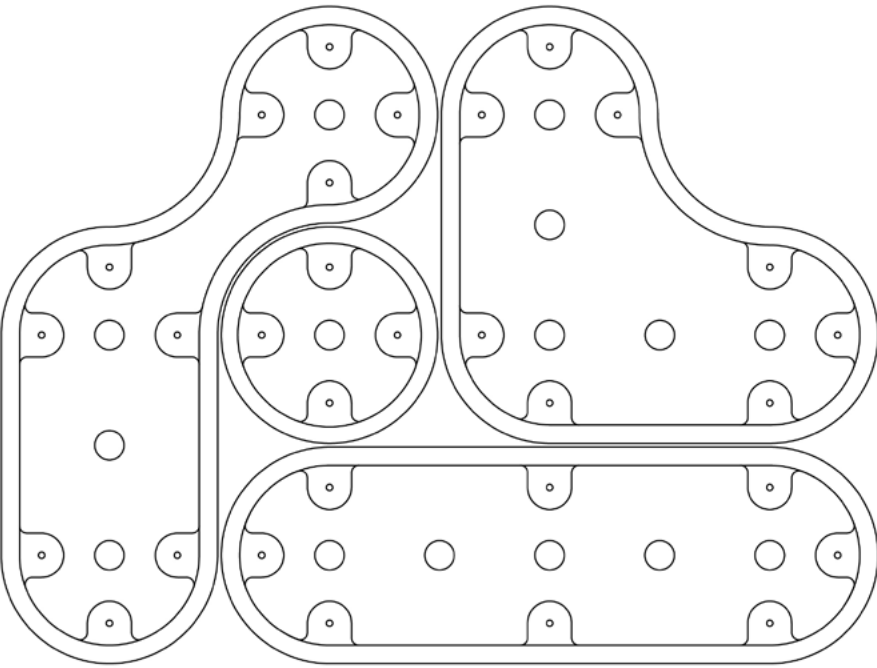
V další fázi navrhování jsem zvolila řešení s použitím vrtů, vzhledem k jejich jednoduché aplikaci, kterou je schopná provést většina uživatelů s pomocí běžného šroubováku.

Nový prototyp obsahoval spodní vrstvu překližky o tloušťce 4 mm, do které byly předem vyřezány otvory pro připevnění vrtu. Stejně jako v předchozím návrhu měla horní vrstva překližky vyřezané otvory, do nichž byly umístěny spojky. Tento návrh umožnil vytvoření čisté plochy, která těsně přiléhala k povrchu zdi. Vrut při zašroubování prošel spojkou, následně překližkou a poté až do samotného panelu, čímž se zajistila stabilita a pevnost celého systému.

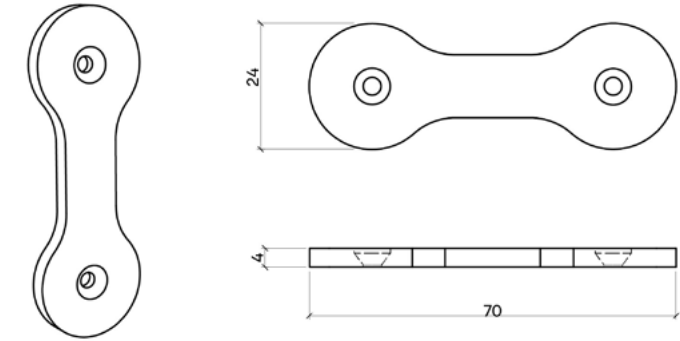
Původně byla spojka navržena z překližky, ale vzhledem k nutnosti zapustit vrut se zápusnou hlavou byla zvolena alternativa v podobě 3D tisku. V této fázi byl rovněž navržen závěsný háček se skrytým uchycením, který zajistil zavěšení nástěnky na zeď bez viditelných upevňovacích prvků, čímž byla zachována čistota a estetika celkového designu.



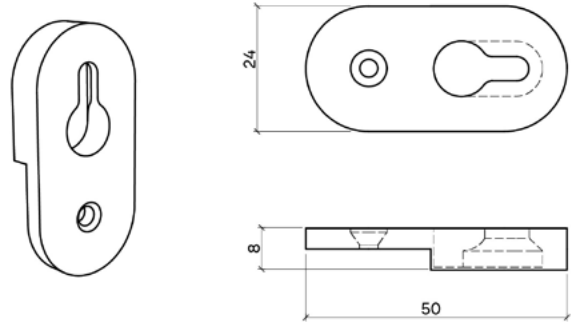
Výroba druhého prototypu modulárního systému



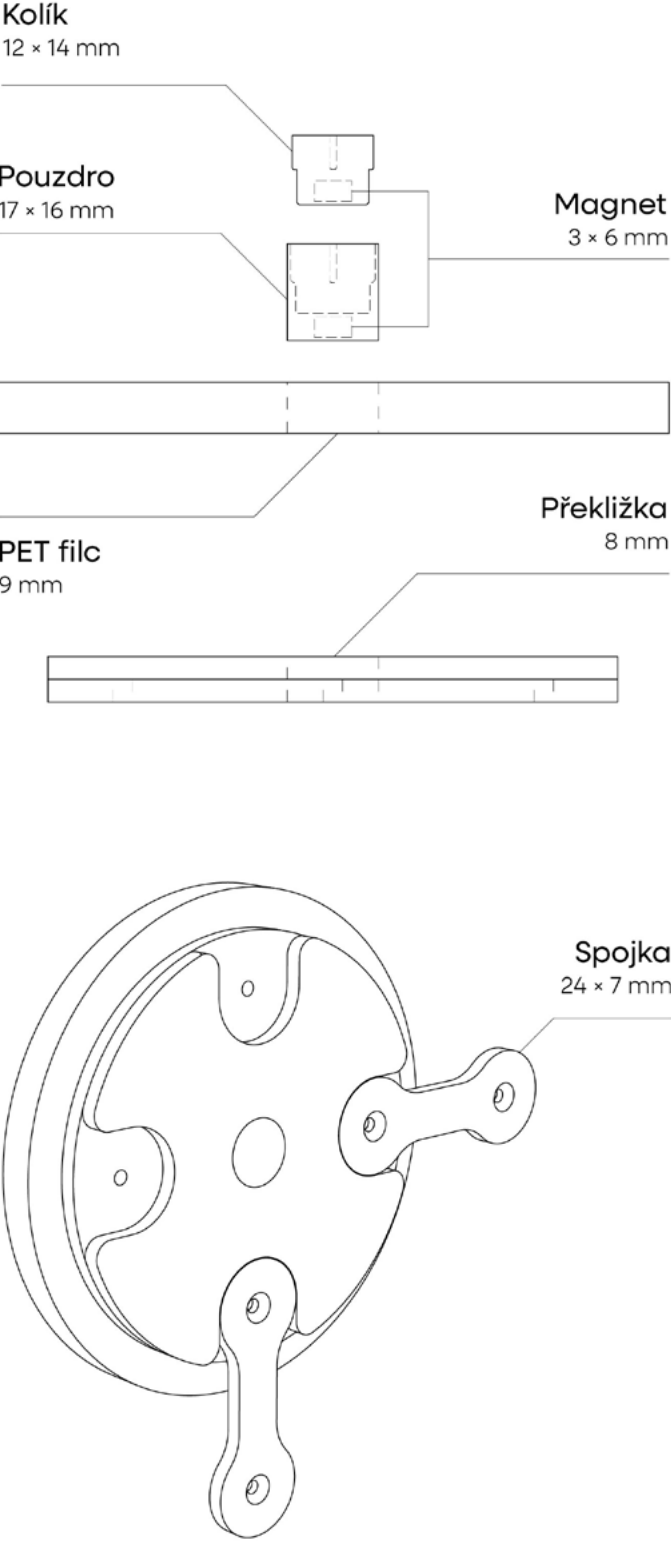
Druhý návrh modulárního systému v křivkách



Druhý návrh spojky



První návrh háčku na uchycení na zeď



Po dokončení vývoje druhého prototypu jsem navázala spolupráci s polským výrobcem PET filcu, firmou DeFelt, již jsem odprezentovala svůj projekt.

Na základě této prezentace vznikla úzká kooperace, v rámci které jsme společně pokračovali v dalším vývoji produktu. Proces zahrnoval optimalizaci konstrukčního řešení s cílem dosáhnout co nejvyšší kvality finálního výrobku.



Výroba ve firmě DeFelt

První zásadní úpravou bylo odstranění překližky a sjednocení celého produktu do jednoho materiálu, čímž jsem se vrátila k původnímu konceptu. Tento krok přispěl k delší životnosti výrobku, zejména v náročnějších podmínkách, například ve vlhkém prostředí koupelen, a zároveň umožnil jeho snadnější recyklaci na konci životního cyklu.

Nově koncipovaný modulární systém se skládá z jedné vrstvy PET fólie o tloušťce 12 mm, který je připevnění k panelu také o tloušťce 12 mm. Sjednocení materiálu a tloušťky obou vrstev významně usnadnilo výrobu. Současně bylo po dohodě s firmou upuštěno od použití lepidla – místo něj byly pro spojení vrstev, stejně jako u spojek, využity vruty. Toto řešení přispívá k ekologické šetrnosti produktu, snižuje jeho toxicitu a umožňuje snadnou montáž i demontáž.

Další výzvou byla problematika spojek, kde návrh preferoval estetiku před funkcí. Kulaté tvary spojek se pod váhou protáčely a nedokázaly fixovat modul. Proto jsem se vrátila ke konceptu rybinových spojek z prvního prototypu. Vzhledem ke změně materiálu byly spojky zvětšeny, čímž se zvýšila jejich pevnost.

Během závěrečné konzultace technik firmy DeFelt upravil tvar spojek tak, aby jednotlivé díly přesně lícovaly s konstrukcí modulárního systému a zajistily spolehlivé, samosvorné uchycení.

Materiálová zkouška
řezu modulárního
systému a spojek



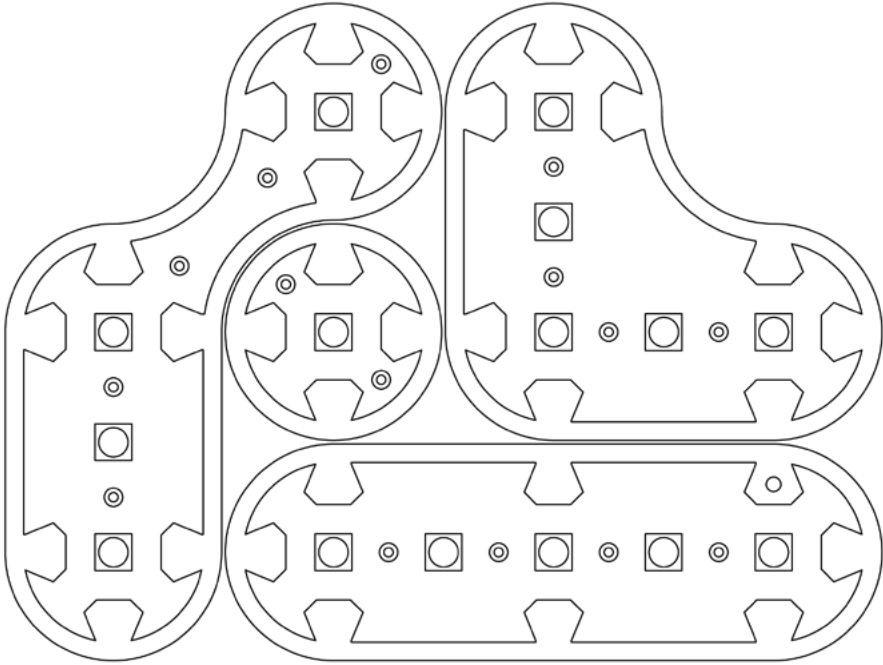
Při rozhodování o použití vrutů vznikla myšlenka, že materiál PET filcu se pod zapuštěnou hlavou vrutu samovolně zdeformuje, čímž by odpadla nutnost předchozího zahloubení. Testování tuto hypotézu potvrdilo, avšak pouze v případě použití vrutů s menším průměrem. U vrutů větších rozměrů bylo nutné otvory pro hlavy předem vyhloubit, aby bylo dosaženo požadovaného estetického i funkčního výsledku.

V závěrečné fázi návrhu jsem upravila také tvar nástěnného háčku. Usilovala jsem o co nejmenší vyčnívání háčku z poza modulu, čímž se zlepšila jeho estetická integrace do celkového designu.

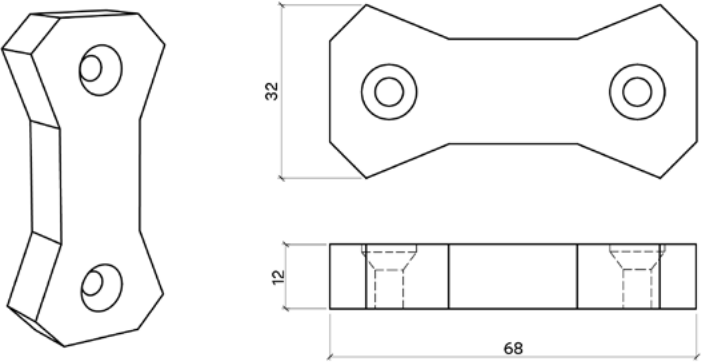


Porovnání zapuštěných vrutů při vyhloubených a při nevyhloubených otvorech

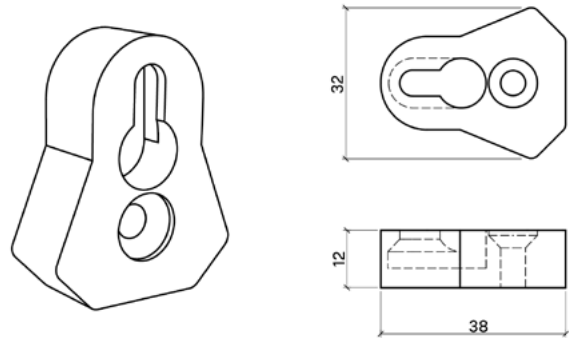
Třetí návrh modulárního systému v křivkách



Třetí návrh spojky



Druhý návrh háčku na uchycení na zeď



Kolík
12 x 20 mm

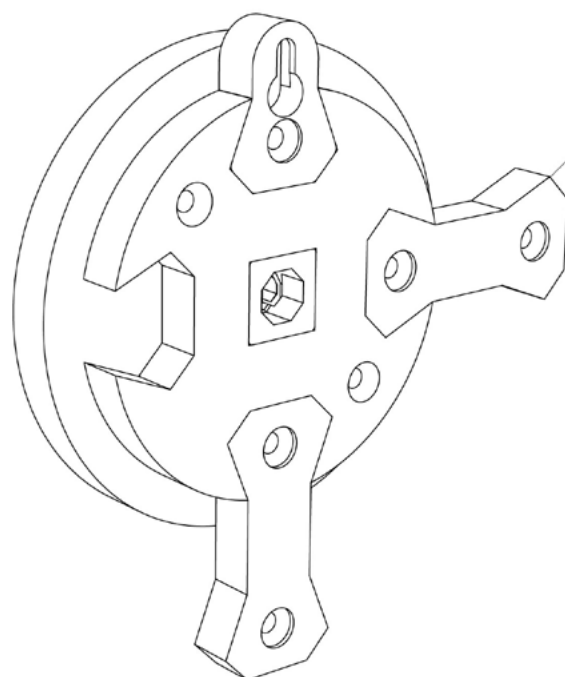


PET filc
12 mm



PET filc
12 mm

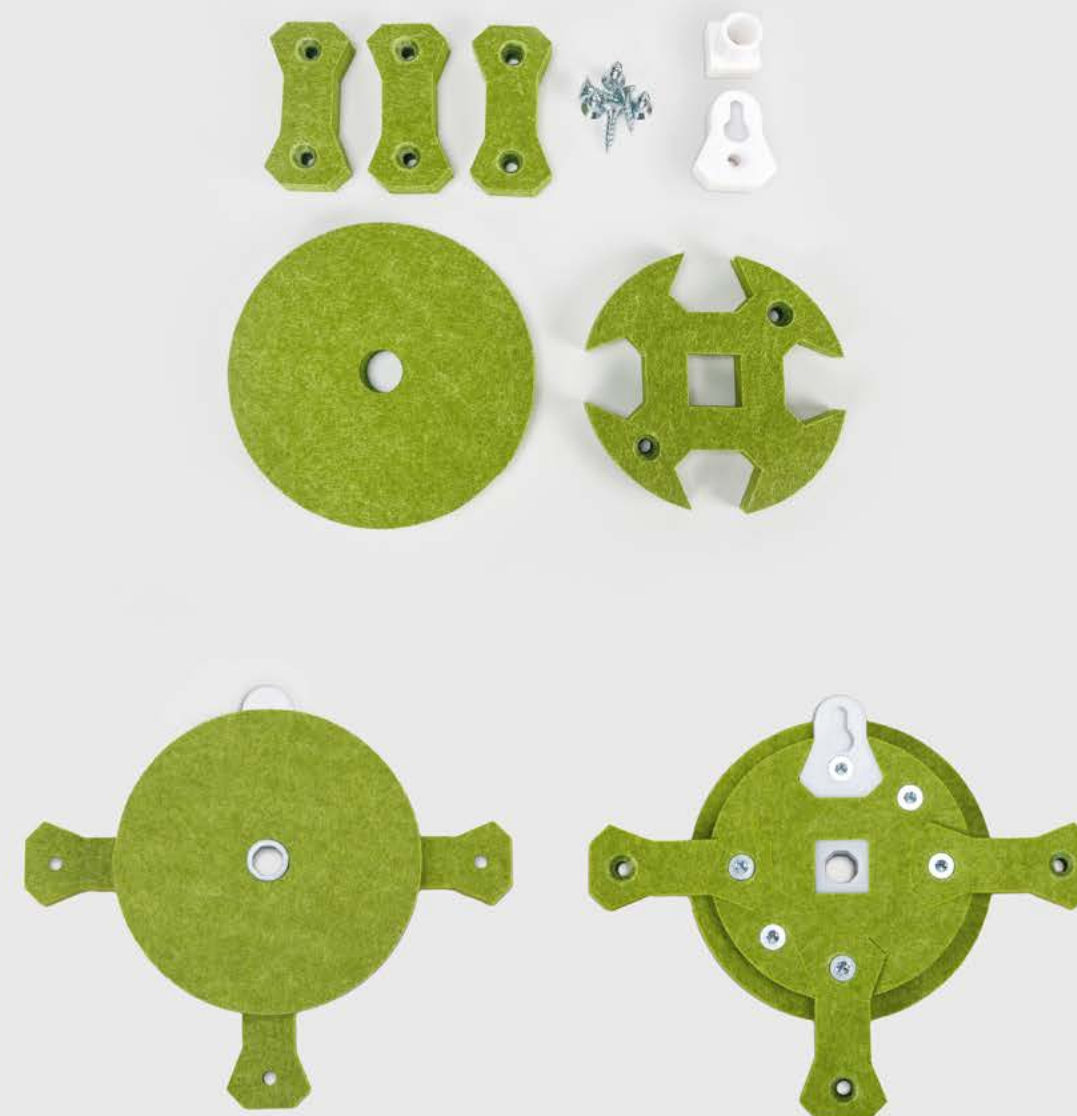
Pouzdro
20 x 24 mm



Spojka
24 x 7 mm

(Levá strana)

Detailní popis třetího
prototypu modulárního
systému



(Pravá strana)

Jednotlivé části modulu
před a po smontování



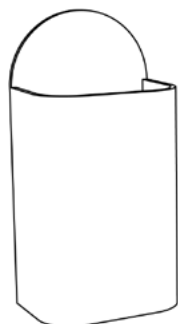
Držák na sluchátka
60 × 30 × 40 mm



Držák na vázu
33 × 30 × 40 mm



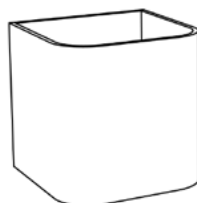
Věšák
16 × 16 × 20 mm



Krabička vysoká hluboká
60 × 120 × 40 mm



Krabička vysoká mělká
60 × 120 × 20 mm



Krabička nízká hluboká
60 × 60 × 60 mm



Polička dlouhá hluboká
180 × 30 × 60 mm



Polička krátká hluboká
120 × 30 × 60 mm



Polička dlouhá mělká
180 × 30 × 40 mm



Polička krátká mělká
180 × 30 × 40 mm



Polička s drážkami
180 × 30 × 40 mm



Věšák na brýle
180 × 30 × 20 mm

Funkční prvky

V rámci návrhu funkčních prvků, které se umísťují na panely a zajišťují celkovou použitelnost modulárního systému, jsem si stanovila několik typologických variant. Zaměřila jsem se konkrétně na věšák, poličku, úložnou krabičku a držák na sluchátka. V počáteční fázi jsem se snažila do návrhů co nejvíce začlenit PET filc jako hlavní konstrukční materiál. Ukázalo se však, že je vhodný primárně pro rovinné plochy, a proto by celá sada funkčních prvků působila vizuálně i materiálově nejednotně. Z tohoto důvodu jsem se rozhodla pro konzistentní řešení a dále jsem pracovala výhradně s plně 3D tištěnými objekty, které umožňují větší tvarovou variabilitu a technickou přesnost. Tvarové iterace následně vycházely z konceptu ochranné zóny.

U vertikálně orientovaných prvků byla využita maximální velikost této zóny, konkrétně 60 × 60/120/180 mm. U horizontálních objektů se však tato velikost ukázala jako nadbytečná. Z důvodu optimalizace spotřeby tiskového materiálu (filamentu) jsem se proto rozhodla rozměry zmenšit na 30 × 60/120/180 mm, což vedlo k efektivnějšímu využití materiálu bez ztráty funkčnosti či vizuální integrity prvků.

Následně jsem definovala tři klíčové hloubky – 20 mm, 40 mm a 60 mm – které se staly základním parametrem pro další vývoj obalového řešení.

Barevné řešení

Při výběru barevného řešení jsem pracovala se vzorníkem obsahujícím 72 odstínů PET filcu. Cílem bylo zvolit takovou kombinaci, která bude působit vizuálně harmonicky, zároveň však nabídne dostatečný prostor pro individuální volbu a variabilitu.

Finální paleta prototypu zahrnuje čtyři odstíny: béžovou Zara (DF-06), noční modrou (DF-30), lesní zelenou (DF-56) a sýrově oranžovou (DF-51). Záměrně jsem volila dvě neutrální barvy, které vytvářejí vizuální rovnováhu. Lesní zelená byla vybrána jako přírodní prvek a pro zvýšení vizuální dynamiky pak slouží sýrově žlutá, která do systému vnáší kontrast. Uživatel si může tyto barvy libovolně nakombinovat a vybrat dle osobního vkusu.

Samozřejmě při budoucím zařazením modulárního systému do e-shopu66 firmy DeFelt, existuje idea, že nakupující bude mít možnost si vybrat jakoukoli barevnou paletu. Tato svoboda se také bude vztahovat na barvu 3D tištěných komponentů.



⁴⁹ DEFELT, Table top color swatch, 2025.

⁵⁰ DEFELT, PET Acoustic Panel: Specifications, 2024, s. 5.

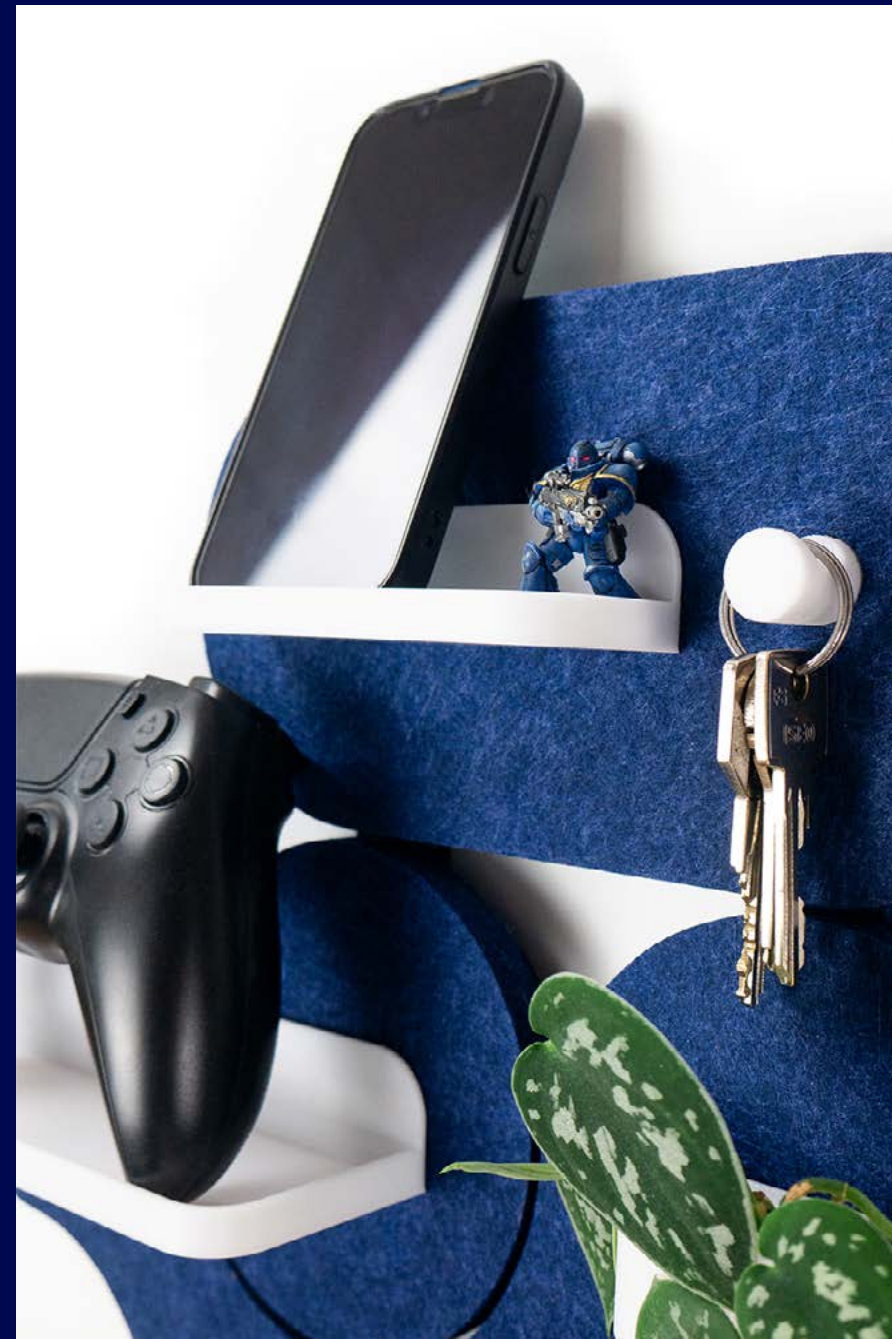
Fyzický vzorník barev PET filcu firmy DeFelt⁴⁹

Digitální vzorník barev PET filcu firmy DeFelt⁵⁰



Finální produkt

Modulární systém
v barvě noční modrá



Diplomová práce
BcA. Anna Fischerová



Modulární systém
v barvě lesní zelená

Modulární systém
v barvě béžová Zara





Modulární systém
v barvě syrově žlutá

Jednotlivé moduly



Montování
modulárního
systému





(Levá strana)

Modulární systém
ze zadní strany



(Pravá strana)

Modulární systém
složený z více barev

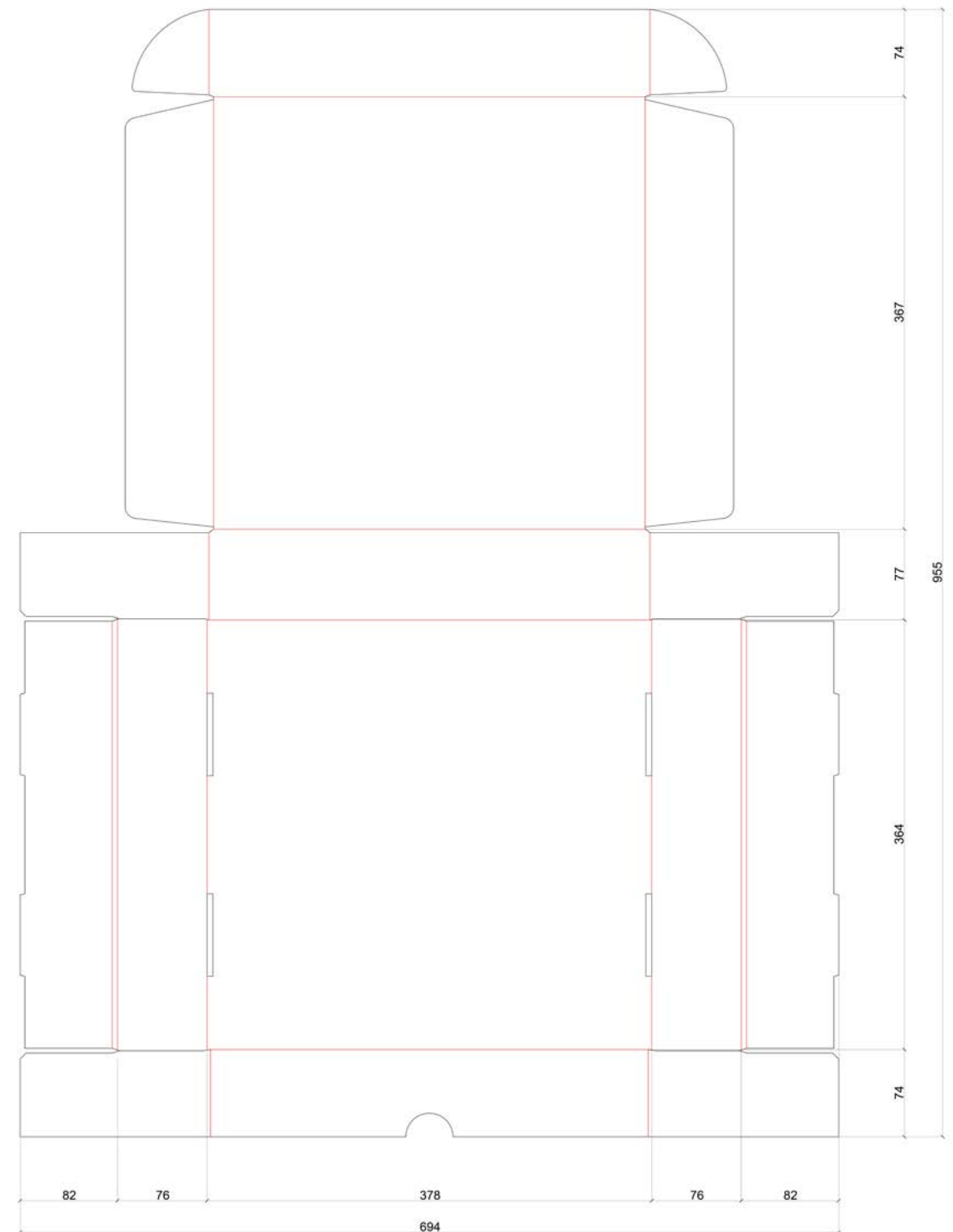
Diplomová práce
BcA. Anna Fischerová

Obal

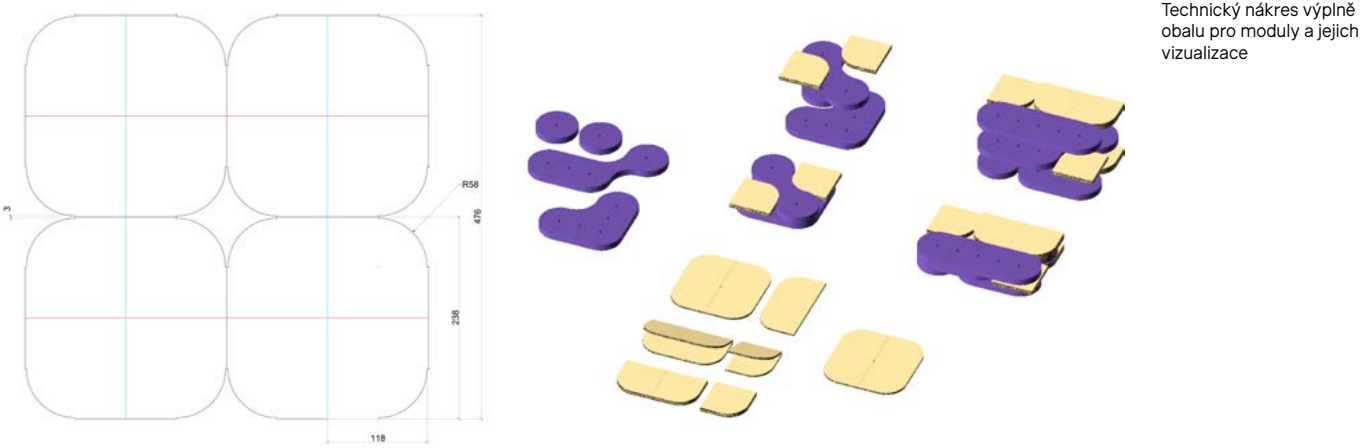
Vzhledem k povaze produktu bylo nutné přistoupit k návrhu obalu jako k plnohodnotné designérské úloze.

Obal musel být nejen funkční a vizuálně přívětivý, ale zároveň navržen s ohledem na efektivitu výroby, ochranu při přepravě a modularitu. Cílem bylo vytvořit takové řešení, které odpovídá konkrétní sérii výrobků – tedy osmi modulům – a přitom umožňuje variabilitu vnitřního uspořádání. Výška konstrukce odpovídá výšce tří pater modulů naskládaných na sebe.

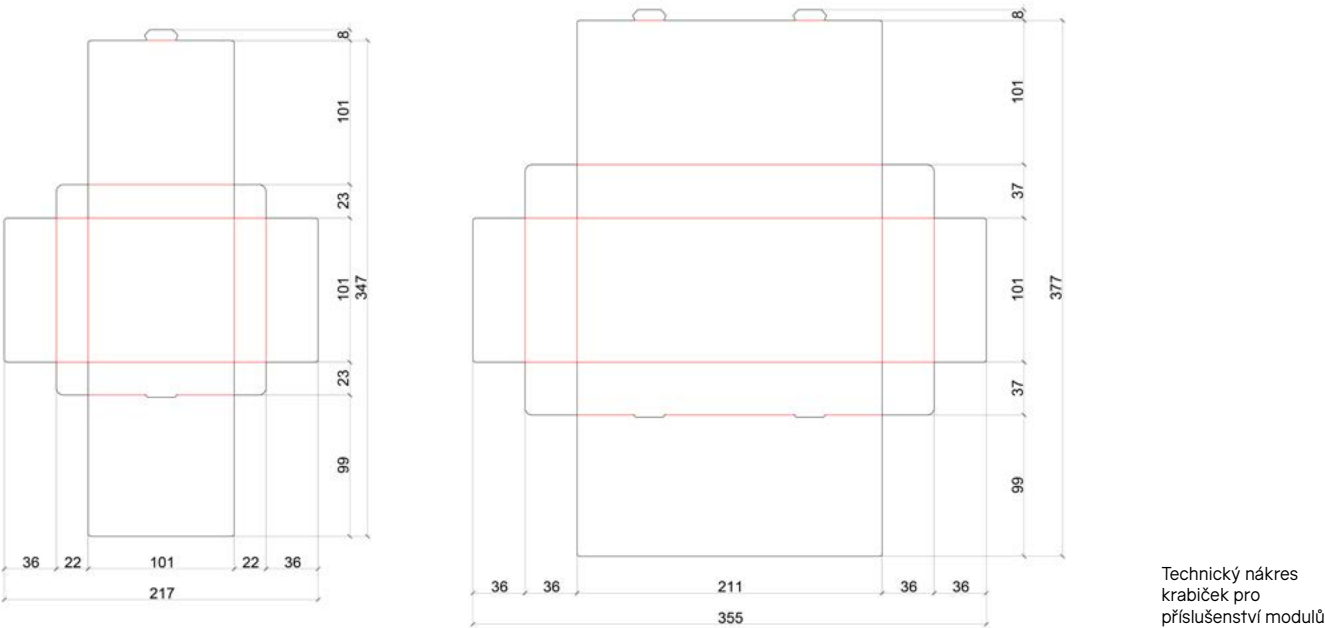
Technický náčrtek krabice pro moduly



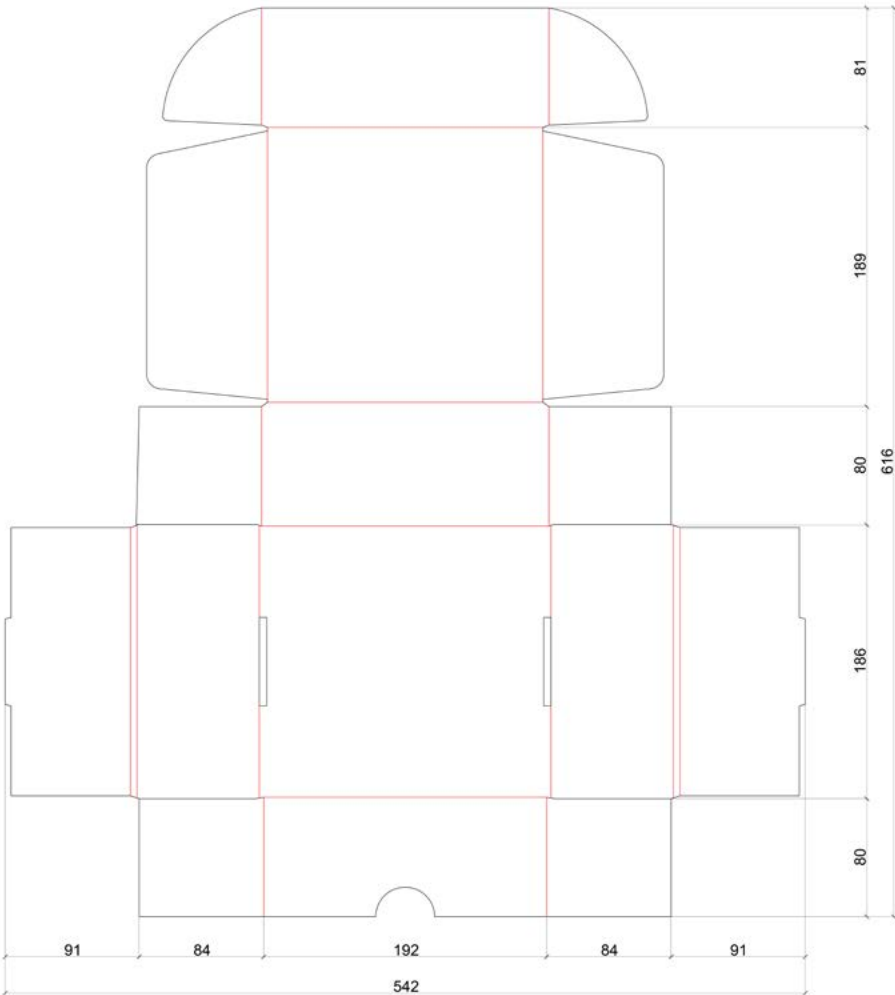
Klíčovým aspektem návrhu bylo vyřešení vnitřní výplně, která by zabránila nechtěnému pohybu modulů uvnitř krabice. Ve spolupráci s odborníkem ze společnosti Model jsme navrhli systém výplní tvořených zaoblenými čtverci. Ty lze uprostřed zlomit a následně ohnout podle potřeby a přizpůsobí se různým konfiguracím obsahu.



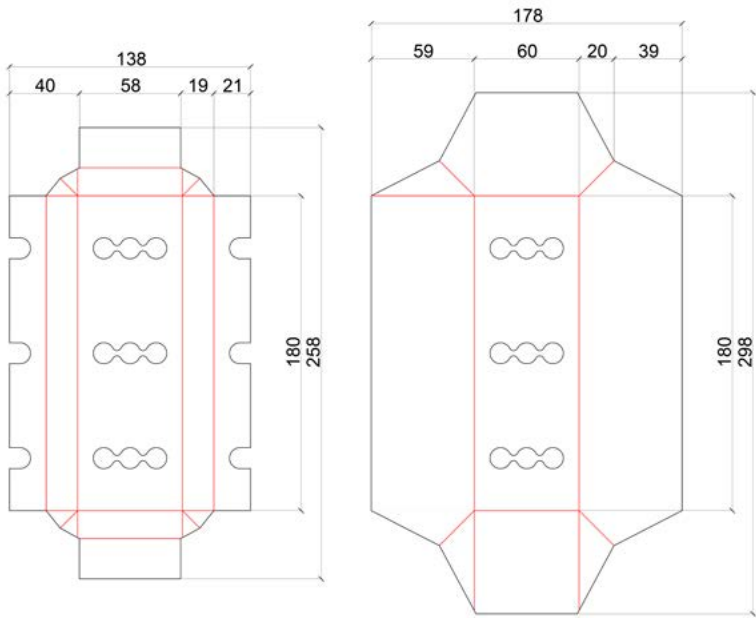
V rámci umístění příslušenství pro moduly, což byly vruty, háčky a spojky, byly navržnuty krabičky, které pasují do otvorů pro výplně.



Pro funkční prvky systému, jako jsou věšáky nebo poličky, byla navržena separátní krabička.



Uvnitř se nacházejí vyměnitelné výplně, které odpovídají hloubce jednotlivých funkčních prvků. K dispozici jsou dva typy výplní – pevná varianta o výšce 60 mm a univerzální výplň vysoká 40 mm, kterou lze podle potřeby přehnout na polovinu a získat tak výšku 20 mm. Tento systém umožňuje flexibilní přizpůsobení vnitřního uspořádání podle konkrétního obsahu. Oba typy mají šířku 60 mm, takže lze umístit do krabice až tři kusy.



Ve výplních jsou vyřezané přesné otvory, které odpovídají kolíkům na zadní straně funkčních prvků. Tyto otvory jsou umístěny ve stejné mřížce jako celý modulární systém, takže vše do sebe zapadá. Na jednom patře se nachází tři otvory nad sebou ve třech sloupcích, díky tomu se na jedno patro můžeme umístit jak prvky o šířce 30 mm tak o šířce 60 mm. Díky tomuto řešení jsou jednotlivé komponenty během přepravy bezpečně uchyceny, snadno organizovatelné a celé balení zůstává prostorově úsporné a přehledné.

Technický náčrtek výplní do krabice funkčních prvků

Návrh loga pro velkoplošné užití



Návrh loga pro maloplošné užití



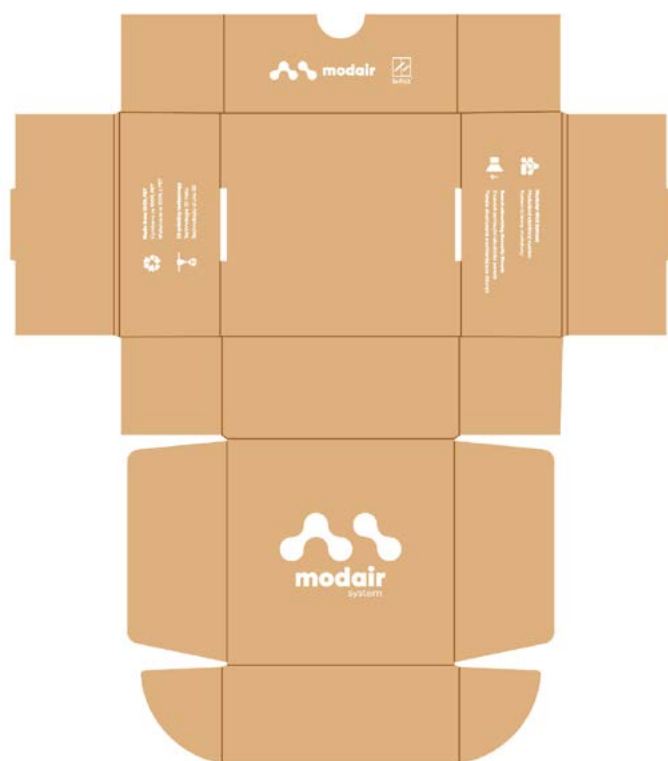
Závěrečnou fází celého projektu byl návrh loga produktu a grafického potisku obalů.

Název „Modair“ vznikl spojením slov modular (modulární) a air (vzduch), čímž odkazuje jak na modulární charakter systému, tak na jeho akustické vlastnosti.

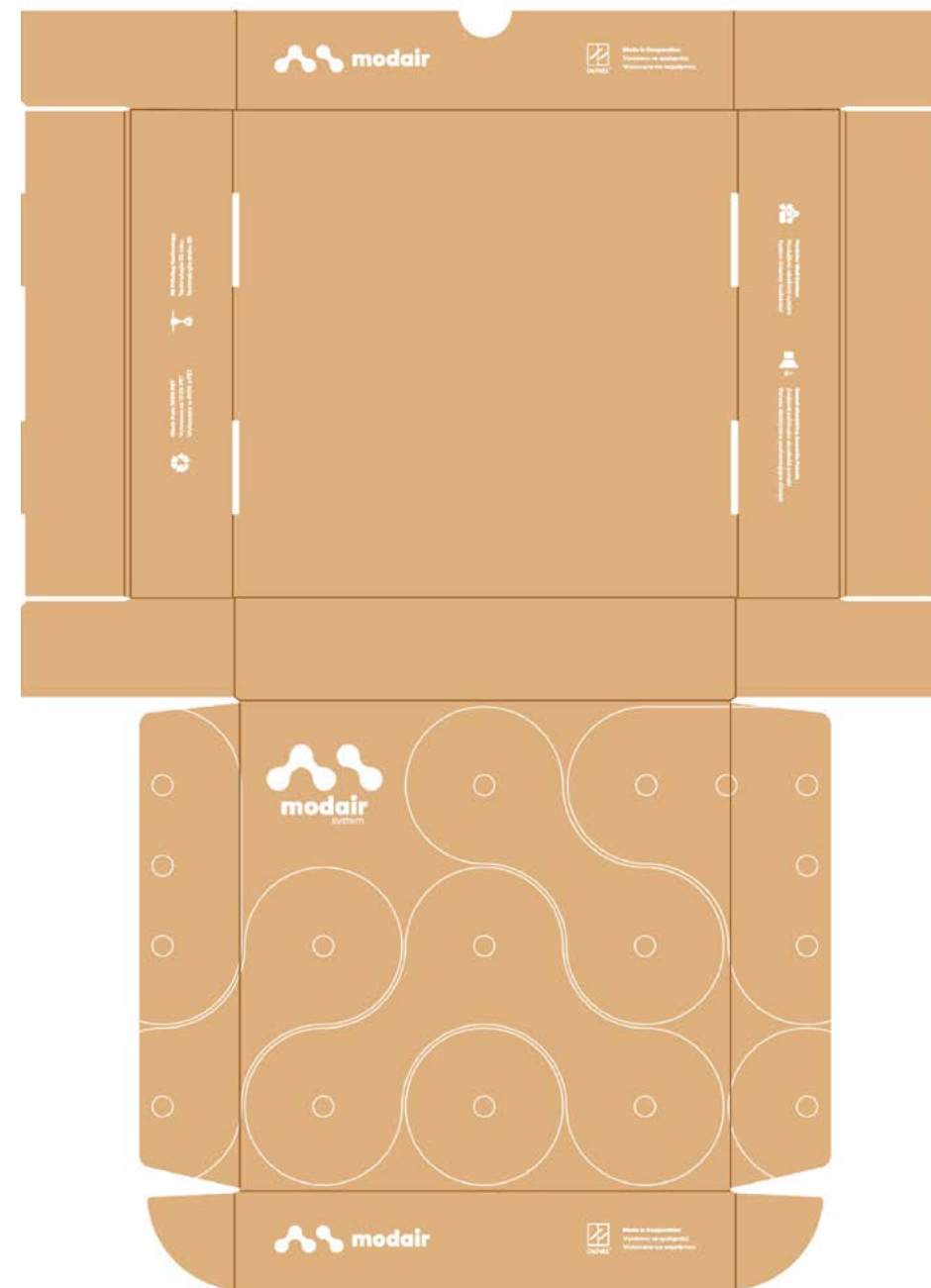
Samotná ikona loga je složena ze dvou tvarů modulů, které dohromady vytvářejí písmeno „M“ jako vizuální zkratku názvu. Text je napsaný fontem Neulis Sans a pro univerzální využití loga byly navrženy dvě varianty. První varianta logo nad textem je vhodná pro velkoplošné užití, druhá varianta logo v řádku s textem je vhodná pro malé aplikace například na propisky.

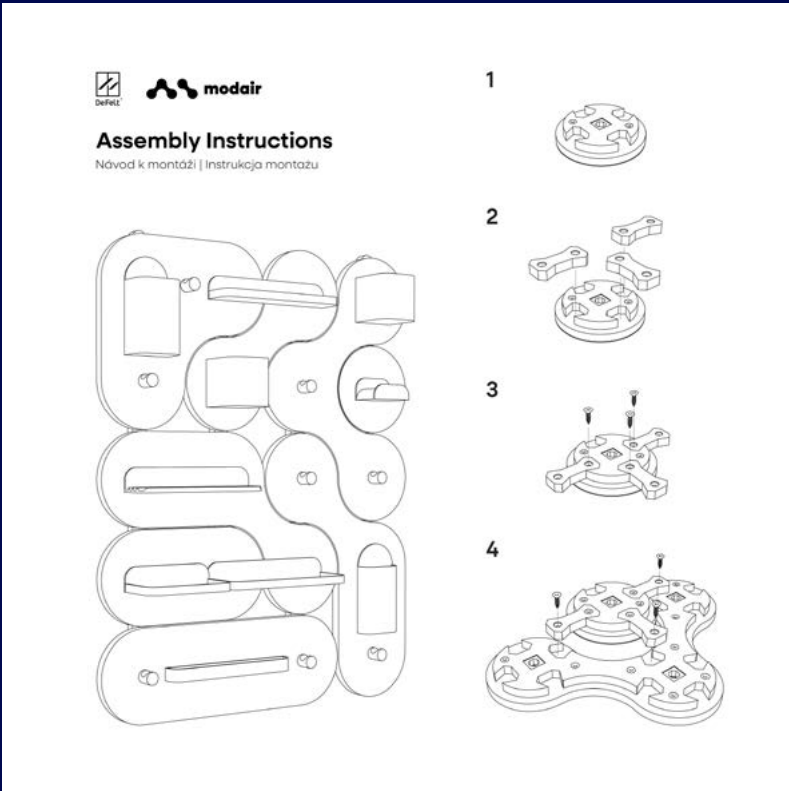
Grafický design potisku krabic byl záměrně navržen v minimalistickém duchu. Volbou čistého bílého tisku na přírodní karton vzniká elegantní a decentní vizuál, který podtrhuje charakter značky a zároveň vytváří kontrast s barevnými moduly ukrytými uvnitř obalu. Moduly jsou zároveň vyobrazeny ve skutečné velikosti (v měřítku 1:1) na víku krabice, aby měl kupující přesnou představu o rozměrech produktu.

Grafický design potisku krabic byl záměrně navržen v minimalistickém duchu. Volbou čistého bílého tisku na přírodní karton vzniká elegantní a decentní vizuál, který podtrhuje charakter značky a zároveň vytváří kontrast s barevnými moduly ukrytými uvnitř obalu.



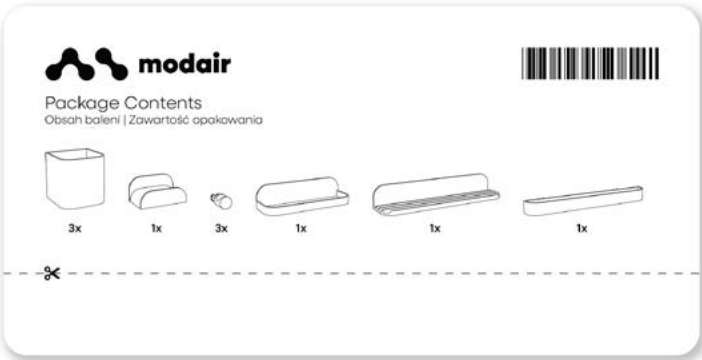
Moduly jsou zároveň vyobrazeny ve skutečné velikosti (v měřítku 1:1) na víku krabice, aby měl kupující přesnou představu o rozměrech produktu.



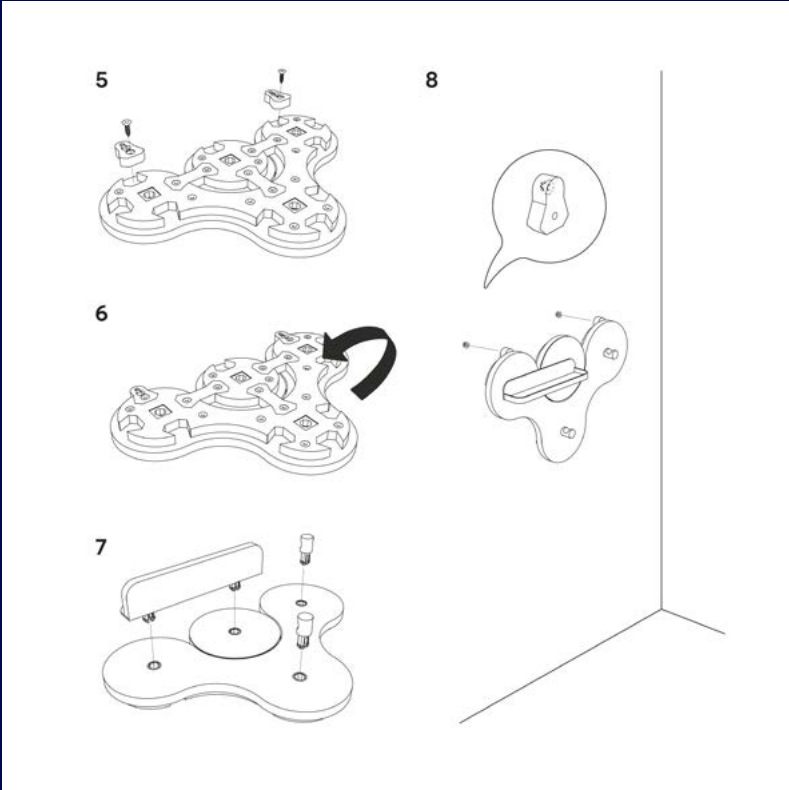
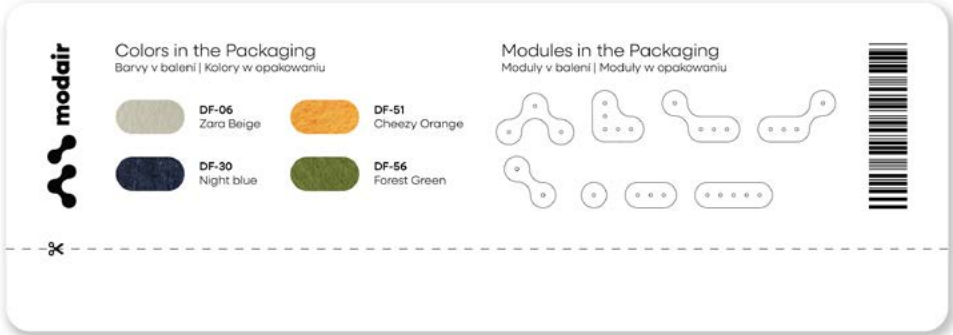


Návod k montáži

Informační nálepka
na krabici modulů



Informační nálepka
na krabici funkčních
prvků



(Pravá strana)

Informační nálepky
na krabicích



Vytisknutý návod
k montáži



Vnitřek krabice
modulů



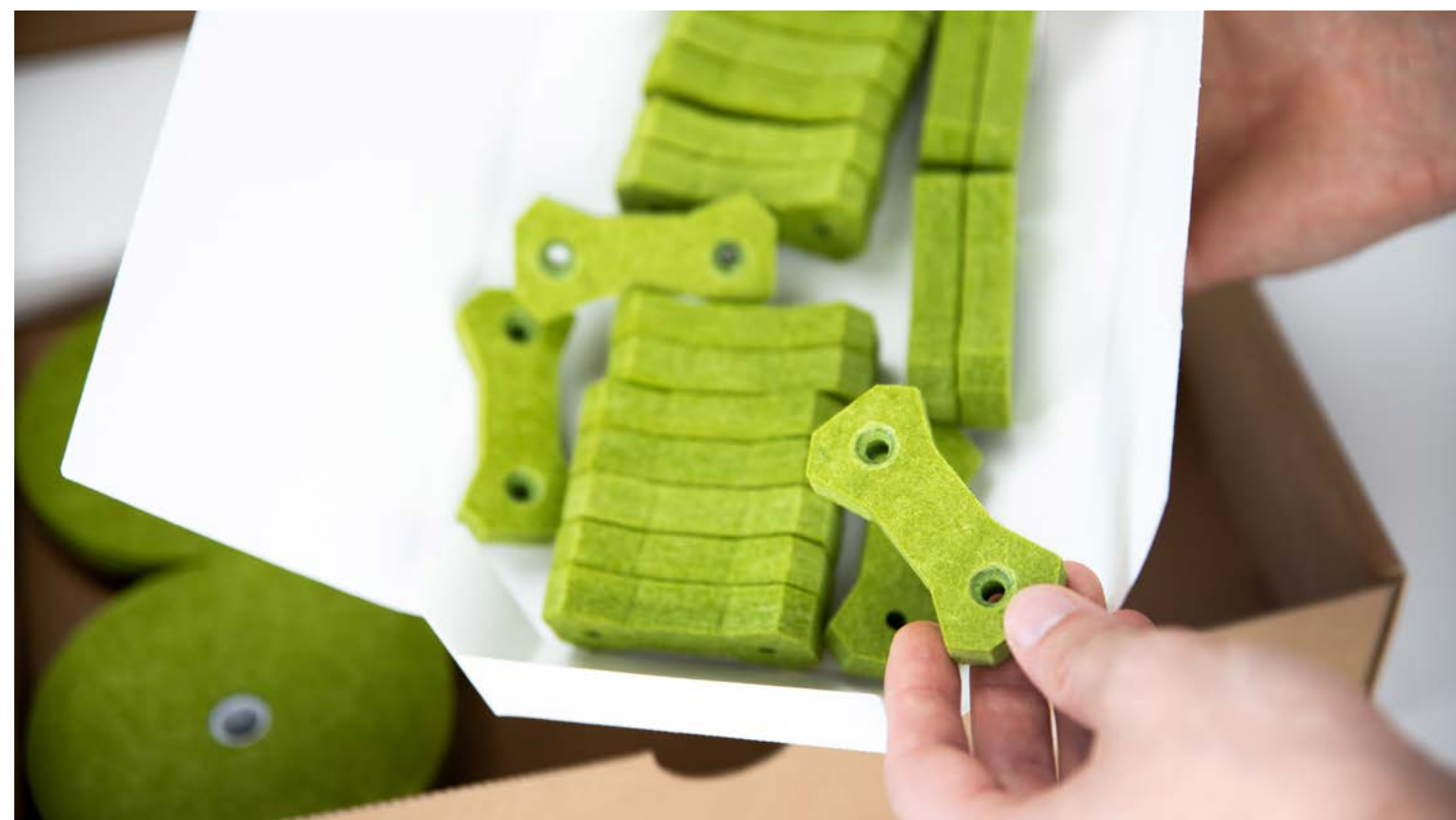
(Levá strana)

Finální krabice
pro moduly

Diplomová práce
BcA. Anna Fischerová



(Levá strana)
Obsah krabice modulů



Detail spojek
v krabičce



Finální krabice
pro funkční prvky

Závěr

Tato diplomová práce představuje vývoj modulárního nástěnného systému z recyklovaného PET filcu, který byl podroben komplexnímu zkoumání technických parametrů, materiálových vlastností a možností praktického využití.

Hlavním cílem práce bylo vytvořit funkční, udržitelné a současně esteticky hodnotné řešení s důrazem na snadnou montáž. Výsledný systém, charakteristický svou barevnou a tvarovou variabilitou, splňuje tyto požadavky a nabízí široké možnosti kreativního využití v různých typech interiérů.

Během tvorby jsem spolupracovala s odborníky z oblasti materiálového inženýrství a výrobních technologií, což mi pomohlo lépe porozumět technickým i logistickým výzvám podobných projektů. Přestože jsem se setkala s určitými komplikacemi a nabízí se prostor pro další rozšíření a vylepšení, jsem spokojená s výsledkem, kterého jsem dosáhla.

Každopádně systém bude možné plně vyhodnotit až po nasazení do interiérů a sběru uživatelských zkušeností. Tato příležitost se v brzké době naskytne, neboť ve spolupráci s firmou DeFelt plánujeme další rozvoj prototypu. Plánované úpravy zahrnují mj. implementaci tepelně tvarovaných prvků, optimalizaci uchycení na zdi a spojovacích systémů (včetně testování plastových vrutů a vhodných lepidel) a rozšíření modulů o nové geometrické tvary. Po dokončení vývojových iterací bude produkt uveden na trh a nabízen prostřednictvím webových stránek společnosti.

Zdroje

BENE GMBH. T-PANEL Multi. Bene.com [online]. 2025 [cit. 2025-04-02]. Dostupné z: <https://bene.com/en/products/table/t-panel-multi>

CASCANDO. Pillow Wall. Cascando.com [online]. 2025 [cit. 2025-04-02]. Dostupné z: <https://cascando.com/products/acoustic-panels/pillow-wall/>

DEFELT. Color Extravaganza. Defelt.com [online katalog]. 2024 [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: <https://www.flipsnack.com/EB9FDECC5A8/color-extravaganza/full-view.html>

DEFELT. Pet Acoustic Panel: Installation Guide. Defelt.com [online průvodce]. 2024 [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: https://defelt.com/wp-content/uploads/2024/09/DeFelt-PET-Acoustic-Panel-Installation-Guide_0724.pdf

DEFELT. PET Acoustic Panel: Specifications. Defelt.com [online průvodce]. 2024 [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: https://defelt.com/wp-content/uploads/2025/03/DeFelt-PET-Acoustic-Panel-Specification_0325.pdf.

DEFELT. Table top color swatch. Defelt.com [online]. 2025 [cit. 2025-04-29]. Dostupné z: <https://defelt.com/product/table-top-color-swatch/>

DEFELT. Technical data. Defelt.com [online]. 2025 [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: <https://defelt.com/technical-data/>

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. The butterfly diagram: visualising the circular economy. Ellenmacarthurfoundation.org [online]. 2021 [cit. 2025-04-05]. Dostupné z: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram>

ENSINGER. PET injection molding. Ensingerplastics.com [online]. 2025 [cit. 2025-03-25]. Dostupné z: <https://www.ensingerplastics.com/en/thermoplastic-materials/pet-polyester/pet-injection-molding>

GURA, Judith, 2020. Harvey Probber Was the Godfather of Modern Modular Seating. [online]. 1stDibs. Dostupné z: <https://www.1stdibs.com/introspective-magazine/harvey-probber/>. [cit. 2025-03-14]

HAVELKA, Ing. Petr. ČESKÉ ASOCIACE ODPADOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ. Jak probíhá recyklace PET lahví? České asociace odpadového hospodářství [online článek].2024 [cit. 2025-03-25]. Dostupné z: <https://www.caoh.cz/aktuality/jak-probiha-recyklace-pet-lahvi.html>

INTER IKEA SYSTEMS B.V. 1961 IKEA Catalogue. Ikeamuseum.com [online katalog]. 2025 [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: <https://ikeamuseum.com/en/explore/ikea-catalogue/1961-ikea-catalogue/>

INTER IKEA SYSTEMS B.V. IVAR - the rebel that became a hero. Ikea.com [online]. 2025 [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: <https://www.ikea.com/kr/en/ideas/ivar-the-rebel-that-became-a-hero-pub25ab8d31/>

INTER IKEA SYSTEMS B.V. Maybe furniture? Ikeamuseum.com [online]. 2025 [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: <https://ikeamuseum.com/en/explore/the-story-of-ikea/maybe-furniture/>

INTER IKEA SYSTEMS B.V. SKÅDIS. Ikea.com [online]. 2025 [cit. 2025-04-02]. Dostupné z: <https://www.ikea.com/cz/cs/p/skadis-dirkovana-deska-bila-10321618/>

KARL ANDERSSON & SÖNER. Ridå Design by Joel Karlsson. karl-andersson.se [online]. 2025 [cit. 2025-04-02]. Dostupné z: <https://www.karl-andersson.se/uk/8.1038/rida>

KEEPO. The History and Evolution of Pegboard Organizer. Keepohome.com [online]. 2024 [cit. 2025-03-14]. Dostupné z: https://keepohome.com/blogs/pegboard-101/the-history-and-evolution-of-pegboard-organizer?srsId=AfmBOoqFoJX4_Snfc7GDVNTuEJfSCWXwDBpNEdCEfTStbkf4CTSE9tAw

KICKSTARTER. KURIO — A plug’n’play shelving systém. Kickstarter.com [online]. 2025 [cit. 2025-04-02]. Dostupné z: <https://www.kickstarter.com/projects/vonmorgen/kuro-a-plugnplay-shelving-system>

KLEMP, Klaus a Ueki-Polet KEIKO. Less and more : the design ethos of Dieter Rams. 2011. Berlin: Gestalten, 2011. ISBN 978-3-89955-397-0.

KOUDELKOVÁ, Dagmar a Anežka ŠIMKOVÁ. Jindřich Halabala a Spojené uměleckoprůmyslové závody v Brně. Druhé vydání. Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-247-5475-8.

KULA, Daniel, Elodie TERNAUX a Quentin HIRSINGER. Materiology. Praha: Happy Materials, 2012. ISBN 978-80-260-0538-4.

MACARTHUR, Ellen. Ellen MacArthur on the basics of the circular economy [youtube video]. 2020 [cit. 2025-04-05]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=NBEvJwTxs4w&t=45s>

MULTIBOARD. Multiboard. Multiboard.io [online]. 2025 [cit. 2025-04-13]. Dostupné z: <https://www.multiboard.io>

PROTOLABS NETWORK. What is 3D printing? Hubs.com [online]. 2025 [cit. 2025-03-30]. Dostupné z: <https://www.hubs.com/guides/3d-printing/>

RITCHIE, Hannah, Veronika SAMBORSKA a Max ROSER. OUR WORLD IN DATA. Urbanization. Our World in Data [online článek]. 2018, 2024 [cit. 2025-03-09]. Dostupné z: <https://ourworldindata.org/urbanization>

STRING FURNITURE AB. Nisse & Kajsa Strinning. Stringfurniture.com [online]. 2024 [cit. 2025-03-23]. Dostupné z: <https://www.stringfurniture.com/en-cz/our-world/our-designers/designers-nisse-and-kajsa-strinning>

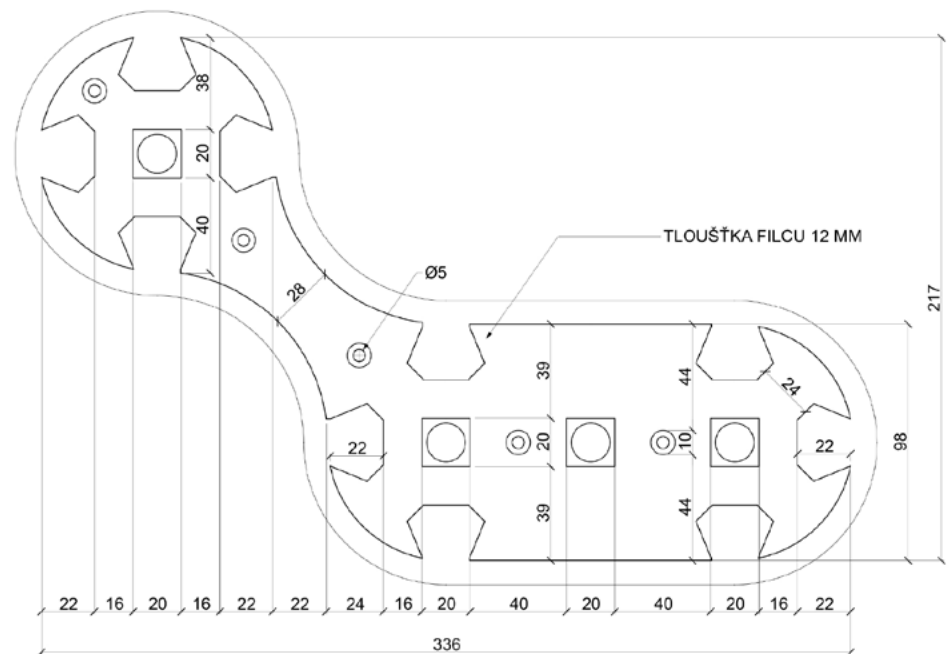
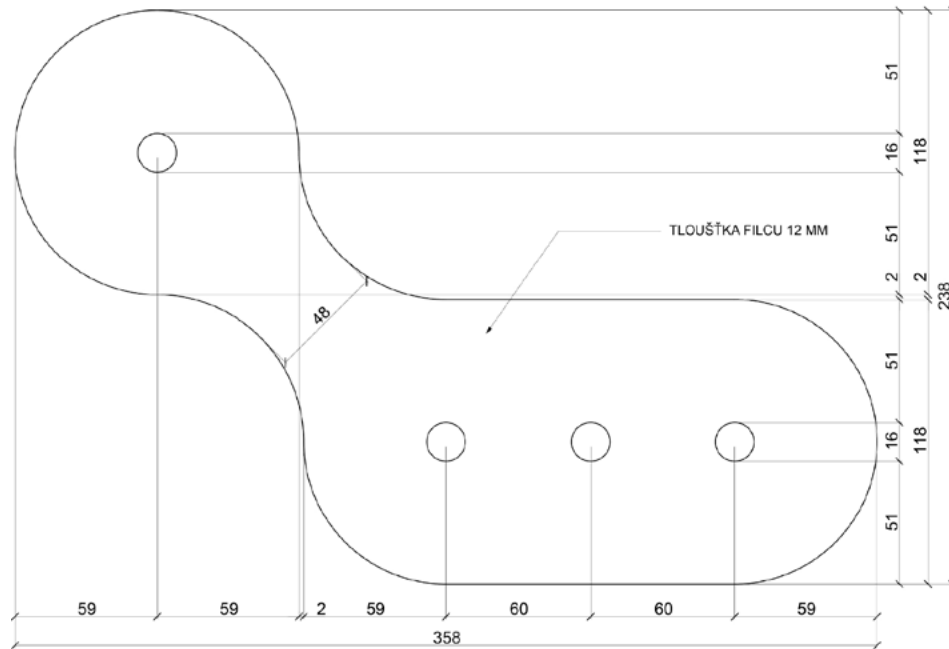
STRING FURNITURE AB. Image Gallery. Stringfurniture.com [online]. 2025 [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: <https://www.stringfurniture.com/en-cz/professionals/image-gallery>

STŘÍTESKÝ, Ondřej, Josef PRŮŠA a Martin BACH. Základy 3D tisku s Josefem Průšou [elektronická kniha]. is.muni.cz: Prusa Research, 2019 [cit. 2025-03-30]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/el/ped/jaro2021/T19009/111101390/zaklady-3d-tisku.pdf>

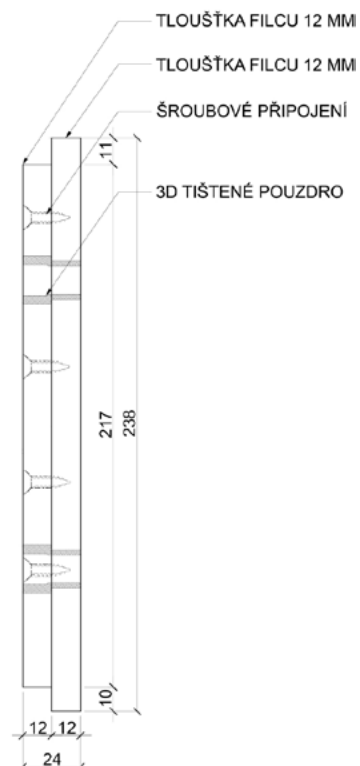
VITSOE. 606 Universal Shelving System. Vitsoe.com [online]. 2025 [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: <https://www.vitsoe.com/eu/606>

VITSOE. History: A single-minded business, since 1959. Vitsoe.com [online]. 2025 [cit. 2025-03-23]. Dostupné z: <https://www.vitsoe.com/eu/about/history>

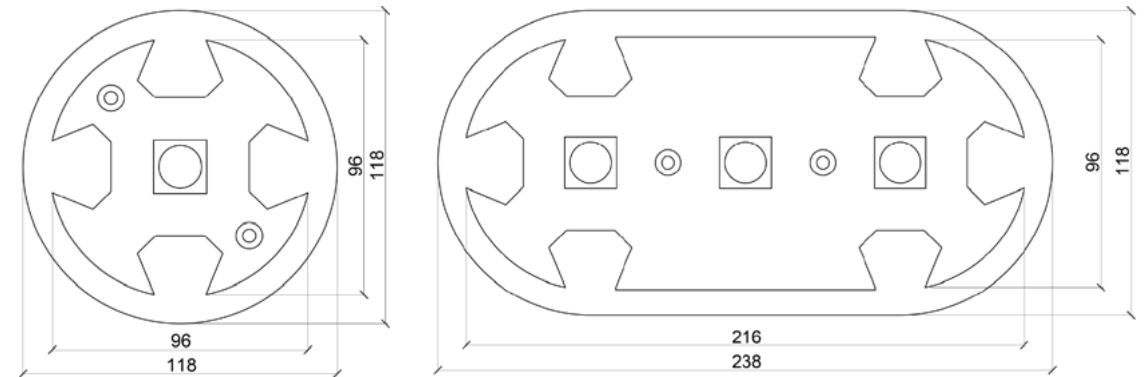
Technické výkresy



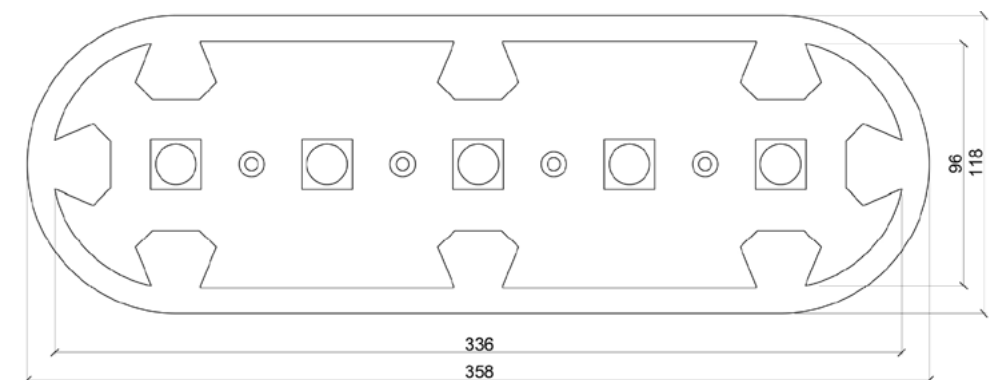
Detailní technický
výkres modulu 1:3



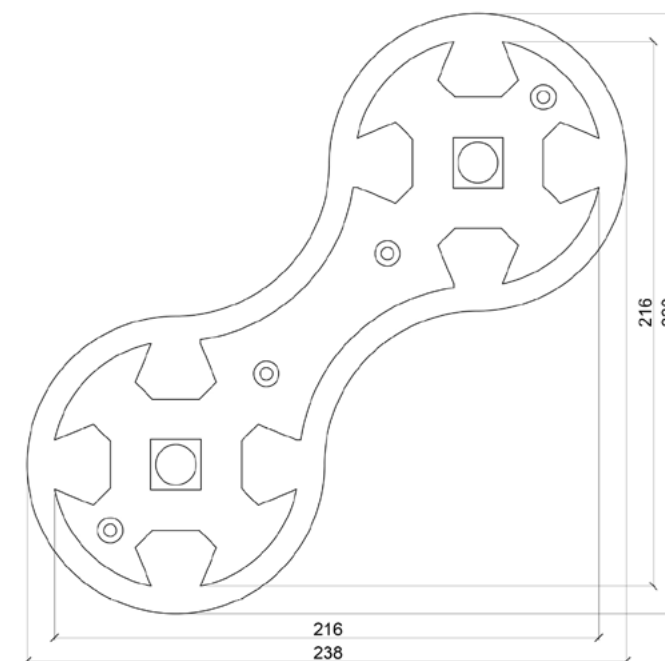
Technický výkres
modulu kruh
a obdelníku 1:3



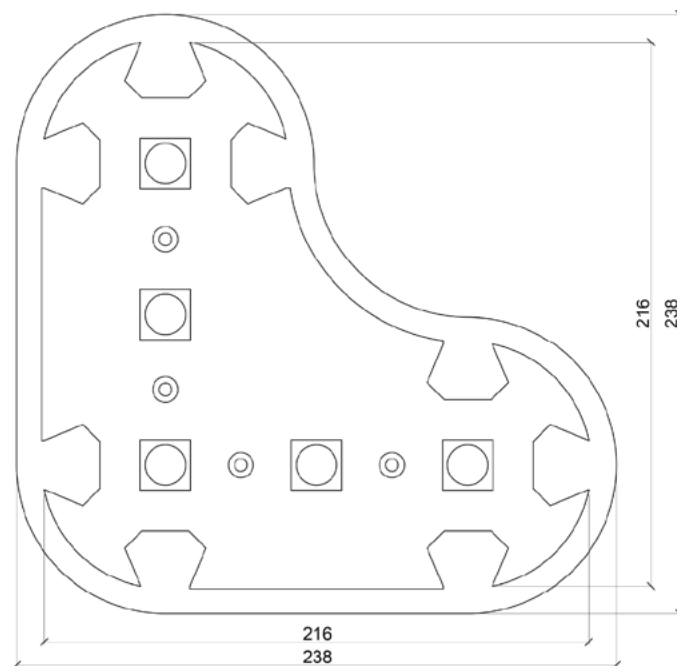
Technický výkres
modulu obdélník
dlouhý 1:3



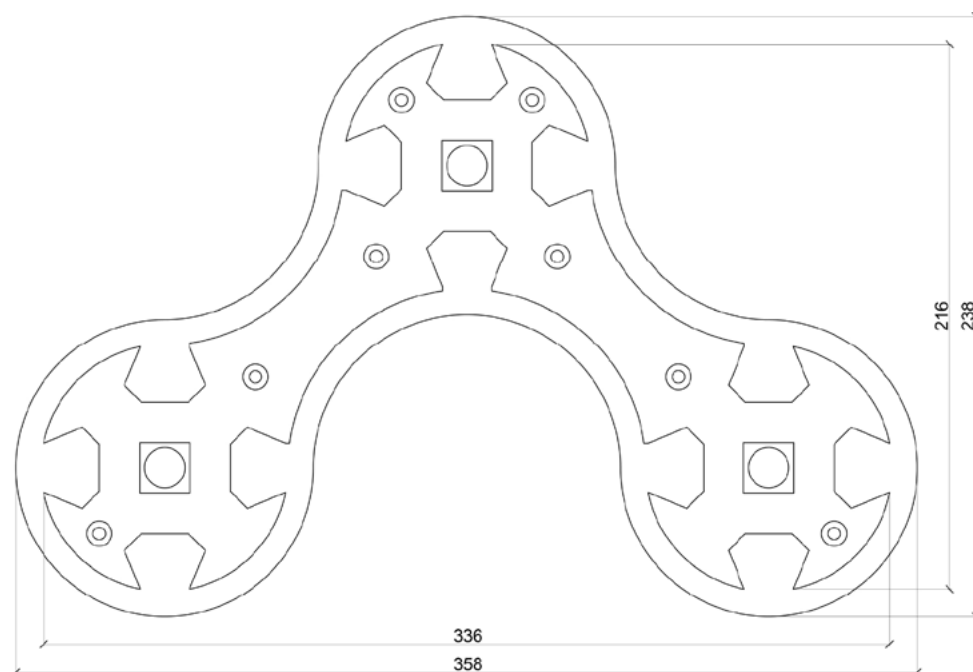
Technický výkres
modulu lomítko 1:3



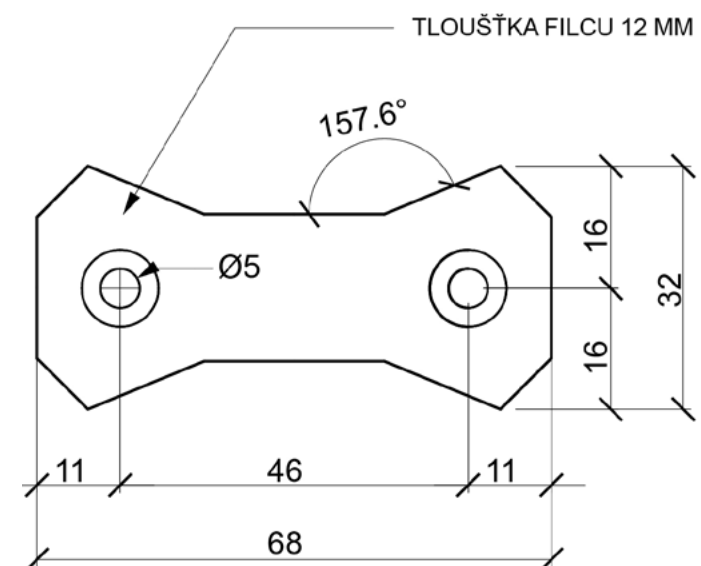
Technický výkres
modulu roh 1:3



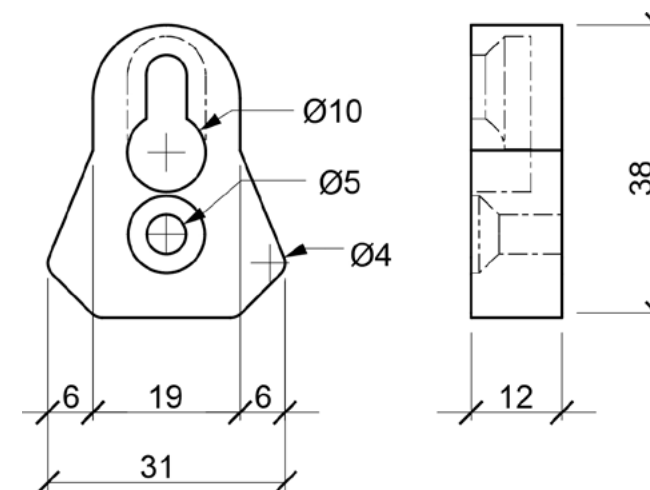
Technický výkres
modulu šípka 1:3



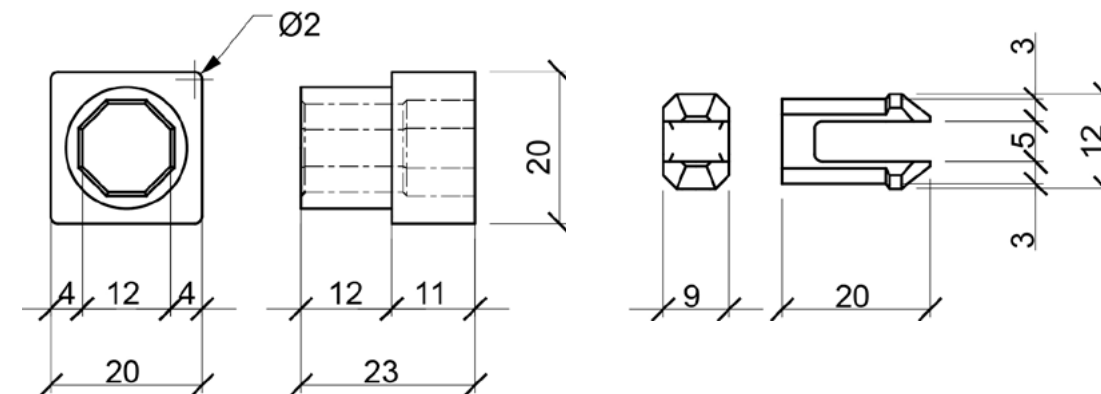
Technický výkres
spojky 1:1

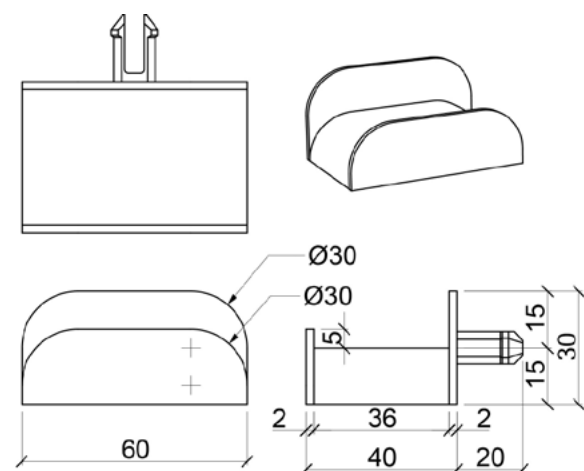
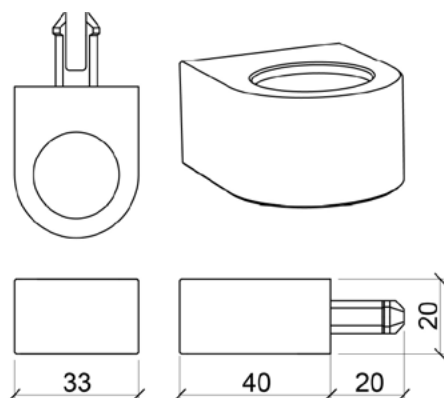
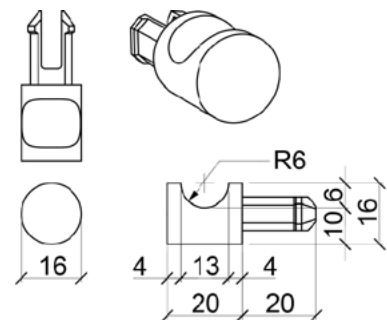


Technický výkres
háčku 1:1



Technický výkres
pouzdra a kolíku 1:1





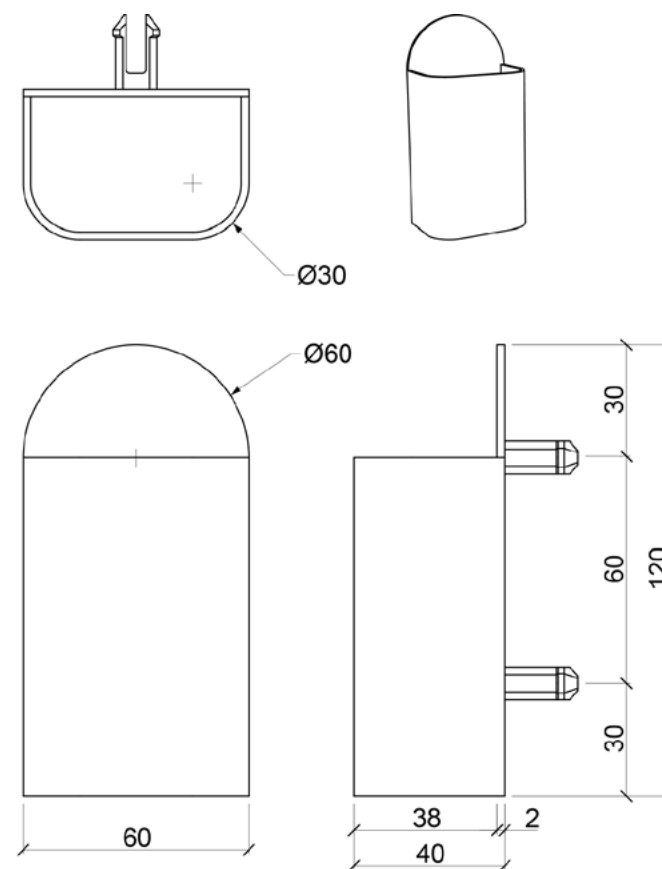
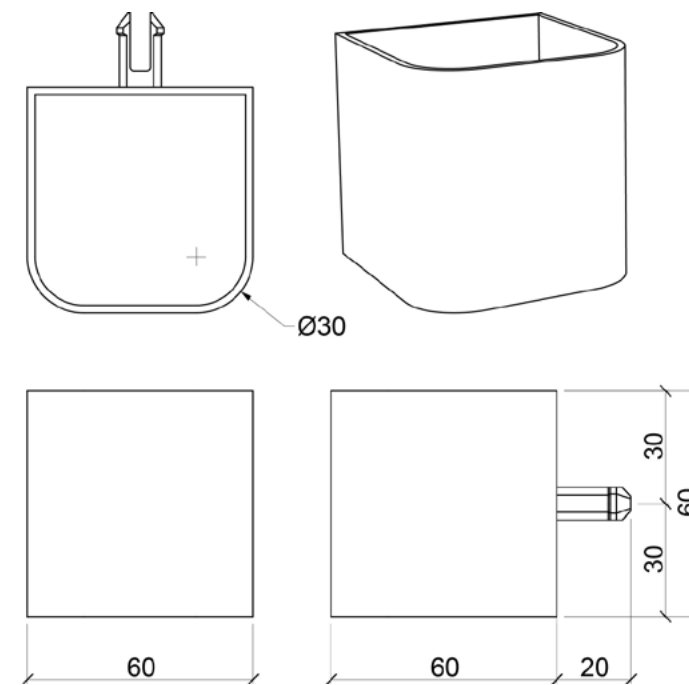
Technický výkres
věšáku 1:2

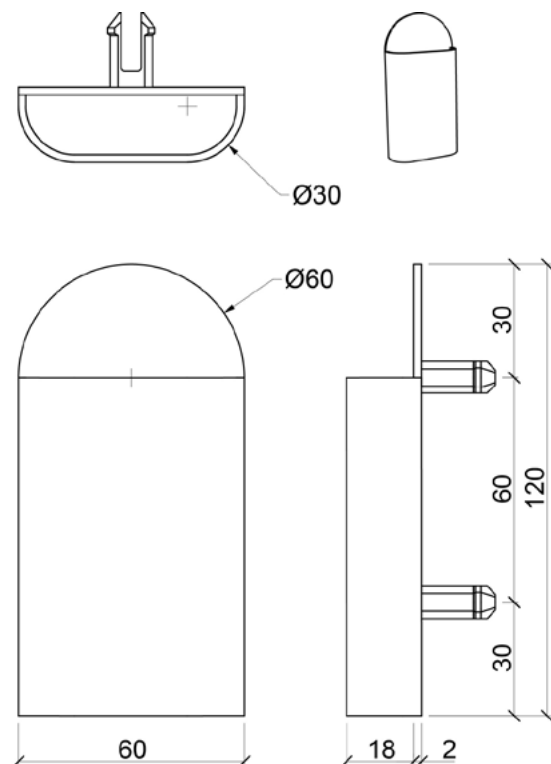
Technický výkres
držáku na vázu 1:2

Technický výkres
držáku na sluchátka 1:2

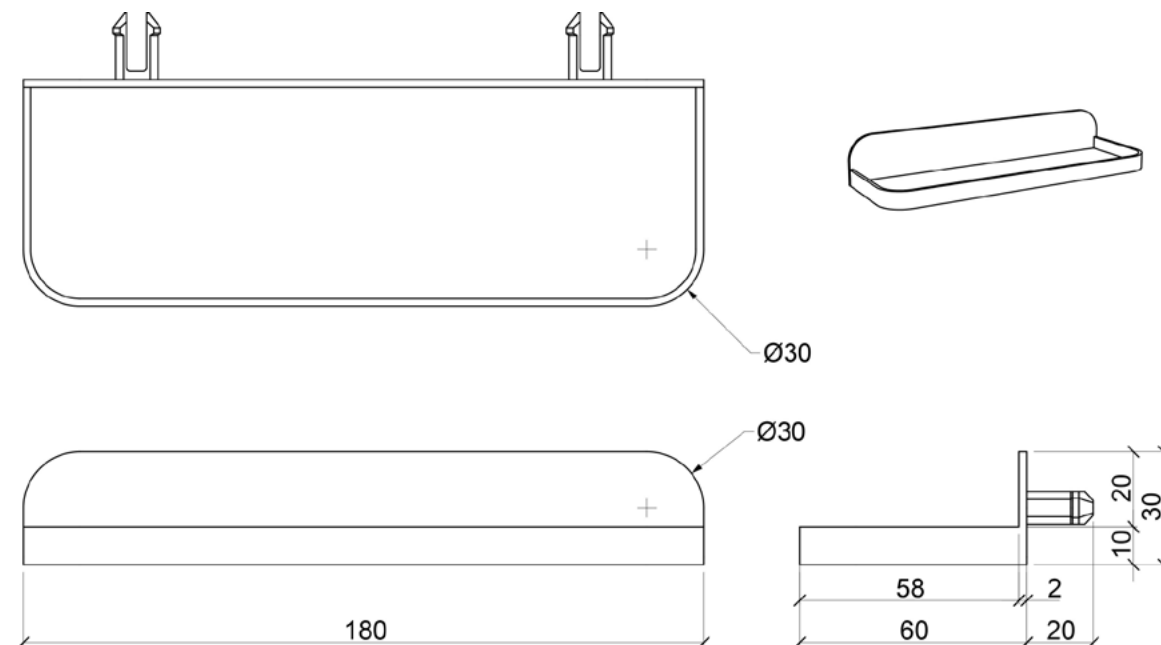
Technický výkres
krabičky nízké
hluboké 1:2

Technický výkres
krabičky vysoké
hluboké 1:2

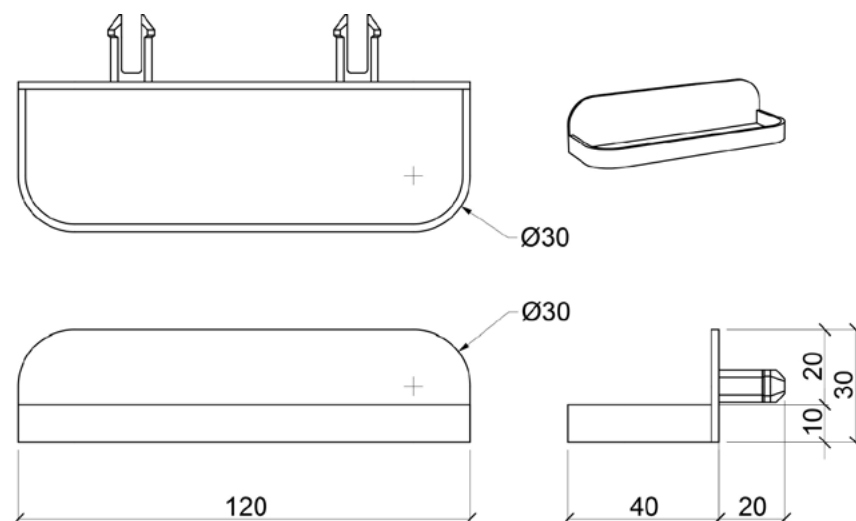




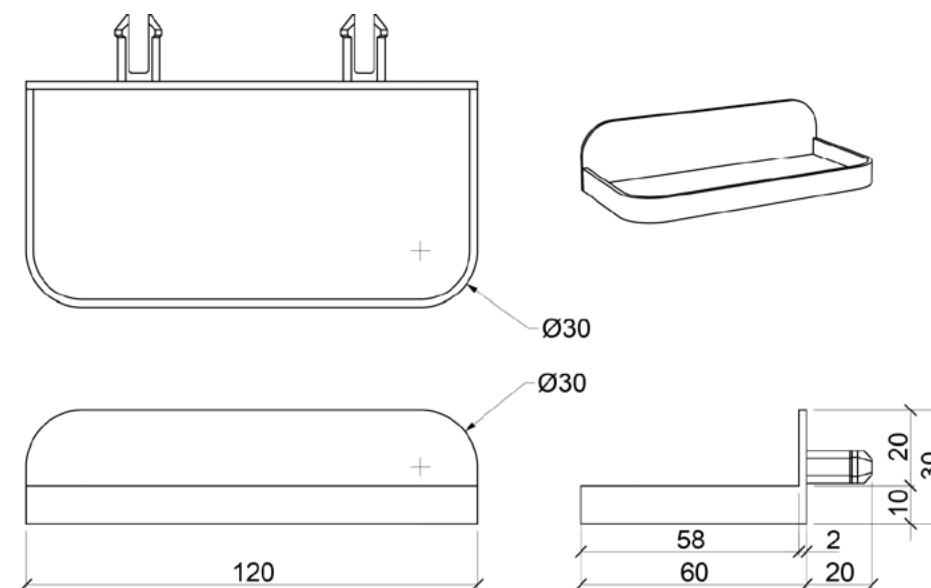
Technický výkres
krabičky vysoké
mělké 1:2



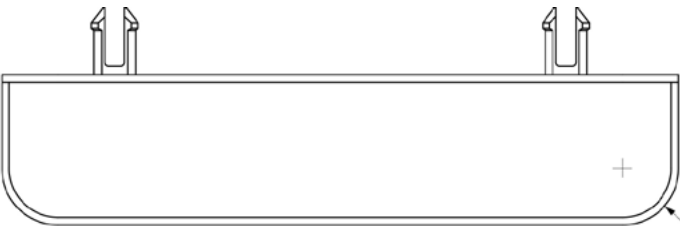
Technický výkres
police dlouhé
hluboké 1:2



Technický výkres
police krátké
mělké 1:2



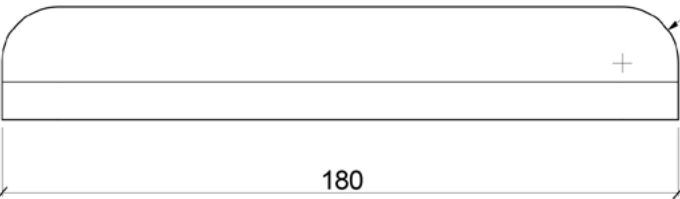
Technický výkres
police krátké
hluboké 1:2



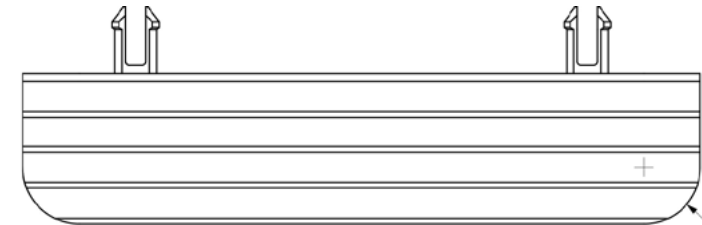
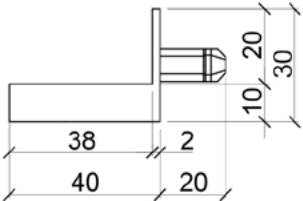
Ø30



Technický výkres
police dlouhé
mělké 1:2



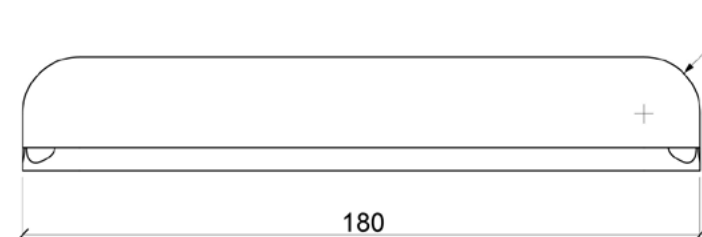
Ø30



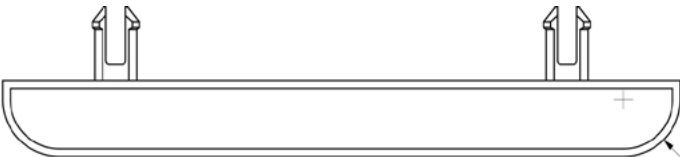
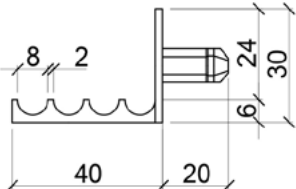
Ø30



Technický výkres
police s drážkami 1:2



Ø30



Ø30



Technický výkres
věšáku na brýle 1:2

