

Využití moderních výrobních technologií pro návrh výroby dětské skládačky

Michal Novotný

Bakalářská práce
2022



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Michal Novotný**
Osobní číslo: **M19543**
Studijní program: **B0413P050013 Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Využití moderních výrobních technologií pro návrh výroby dětské skládačky**

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši z oblasti metod 3D tisku s ohledem na aplikované moderní technologie.

II. Praktická část

- Provedte návrh, konstrukci a výrobu výrobku s využitím moderních výrobních technologií.
- Zhodnoťte výrobek z ekonomického hlediska a porovnejte vynaložené náklady na výrobu alternativní technologií.

Závěr

Rozsah bakalářské práce: **cca 40 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

- GEBHARDT, Andreas, Julia KESSLER a Laura THURN. *3D printing: understanding additive manufacturing*. Munich: Hanser Publishers, 2019, 204 p. ISBN 978-15-699-0702-3.
- GIBSON, Ian, David ROSEN a Brent STUCKER. *Additive manufacturing technologies: 3D printing, rapid prototyping, and direct digital manufacturing*. New York: Springer, 2015, 498 p. ISBN 978-14-939-2112-6.
- MACÁKOVÁ, Libuše, Lada RUSMICOVÁ, Jindřich SOUKUP a Jana SOUKUPOVÁ a Tomáš LÖSTER. *Manažerská ekonomie*. Slaný: Melandrium, 2019, 392 s. ISBN 978-80-87990-19-3.
- OZBOLAT, Ibrahim Tarik. *3D bioprinting: fundamentals, principles and applications*. Amsterdam: Elsevier, 2017, 342 p. ISBN 978-01-280-3010-3.
- SUCHÁNKOVÁ, Eliška. *Hra a její využití v předškolním vzdělávání*. Praha: Portál, 2014. 182 s. ISBN 978-80-262-0698-9.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Josef Sedlák, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání bakalářské práce: **11. února 2022**
Termín odevzdání bakalářské práce: **20. května 2022**

L.S.

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 11. února 2022

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

1. že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

Jméno a příjmení: Michal Novotný

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na výrobu dětské skládačky pomocí technologie 3D tisku. Teoretická část práce popisuje technologii 3D tisku, její historii, trendy vývoje a její aditivní metody. Dále se teoretická část věnuje hračkám, a to jejich historii, výrobě a vlivu na dítě od narození až po školní věk. Poslední kapitola teoretické části je věnována ekonomickým aspektům výroby. Praktická část bakalářské práce se věnuje nejprve návrhu a výrobě dětské skládačky pomocí technologie 3D tisku, dále zhodnocením výroby a návrhy na její zlepšení. Práce se rovněž zabývá vyčíslením nákladů na výrobu dětské skládačky. Poslední kapitola je věnována návrhu výroby skládačky v konkrétní společnosti a marketingovému průzkumu, zda by byl o její koupi zájem.

Klíčová slova: 3D tisk, hračky, dětská skládačka, aditivní metody, technologie

ABSTRACT

The bachelor thesis is focused on the production of children's puzzle by using 3D printing technology. The theoretical part describes the technology of 3D printing including history, development trends and the additives methods. Next part describes toys, their history, production, and effect on the children from birth to school age. The last chapter of the theoretical part describes economic aspects of production. The practical part of the bachelor thesis begins with design and production of the children puzzle by using 3D printing technology, continues with the evaluation of production, proposals for improvements and deals with the quantification of production costs. The last chapter deals with the design of the production in the specific company with marketing research about interest in buying the children's puzzle.

Keywords: 3D print, toys, children's puzzle, additives methods, technology

Rád bych poděkoval panu doc. Ing. Josefu Sedlákoví, Ph.D. za vedení práce a za rady, které jsem od něj během psaní dostával. Dále bych chtěl poděkovat Střední průmyslové škole elektrotechnické a obchodní akademii v Mohelnici, která mi umožnila využít jejich 3D tiskárnu a vyrobit si navrhovanou skládačku.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 TECHNOLOGIE 3D TISKU	11
1.1 HISTORIE TECHNOLOGIE 3D TISKU A TRENDY VÝVOJE	11
1.2 PROCES VÝROBY TECHNOLOGIÍ 3D TISKU	12
1.2.1 Vytvoření 3D modelu.....	12
1.2.2 Příprava 3D modelu k tisku.....	13
1.2.3 Tisk a následné dokončující úpravy 3D modelu	14
1.3 ADITIVNÍ TECHNOLOGIE A METODY 3D TISKU.....	14
1.3.1 Metoda Material Extrusion (Extruze materiálu)	15
1.3.2 Metoda VAT polymerization (Fotopolymerace)	16
1.3.3 Metoda Powder Bed Fusion (Spékání práškové vrstvy)	17
1.3.4 Metoda Material Jetting (Tryskání materiálu)	19
1.3.5 Metoda Binder Jetting (Tryskání pojiva)	20
1.3.6 Metoda Direct Energy Deposition (Přímé energetické nanášení).....	21
1.3.7 Metoda Micro 3D Printing (Mikro-aditivní výroba).....	22
1.3.8 Metoda Sheet Lamination (Laminování plátů)	24
2 HRAČKY	25
2.1 HISTORIE HRAČEK	25
2.2 ROZDĚLENÍ HRAČEK PODLE VĚKU DÍTĚTE A JEJICH VLIV NA DÍTĚ	25
2.3 KONVENČNÍ METODY VÝROBY HRAČEK	27
2.3.1 Vstřikování plastů	27
2.3.2 Výroba hraček ze dřeva.....	29
3 EKONOMICKÉ ASPEKTY VÝROBY	31
3.1 NÁKLADY.....	31
3.1.1 Variabilní náklady	31
3.1.2 Fixní náklady.....	31
3.1.3 Jednicové náklady	32
3.1.4 Režijní náklady.....	32
3.2 KALKULACE NÁKLADŮ	32
3.2.1 Všeobecný kalkulační vzorec.....	32
3.2.2 Metody kalkulace nákladů	33
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	35
4 VÝROBA SKLÁDAČKY POMOCÍ TECHNOLOGIE 3D TISKU	36
4.1 NÁVRH SKLÁDAČKY	36
4.2 TISK SKLÁDAČKY POMOCÍ TECHNOLOGIE 3D TISKU	41
4.3 DOKONČUJÍCÍ ZPRACOVÁNÍ SKLÁDAČKY	46
4.4 ZHODNOCENÍ VÝROBY	46

4.5	NÁVRHY ZLEPŠENÍ	47
4.6	BEZPEČNOST SKLÁDAČKY PRO DÍTĚ	47
4.7	VLIV VYTIŠTĚNÉ SKLÁDAČKY NA DÍTĚ	48
5	ZHODNOCENÍ VÝROBY Z EKONOMICKÉHO POHLEDU	49
5.1	VYNALOŽENÉ NÁKLADY NA VÝROBU SKLÁDAČKY	49
5.1.1	Náklady na vyrobenou skládačku o velikosti 74 x 52,5 mm.	49
5.1.2	Náklady na navrhovanou skládačku o velikosti 148 x 105 mm.....	50
5.1.3	Náklady na výrobu skládačky pomocí metody Multi Jet Fusion (MJF)	51
5.1.4	Cena skládačky vyrobená alternativní metodou	52
5.1.5	Porovnání celkových nákladů na výrobu	52
5.2	NÁVRH VÝROBY PRO SPOLEČNOST X	53
5.3	MARKETINGOVÝ PRŮZKUM	55
	ZÁVĚR	57
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	58
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	61
	SEZNAM OBRÁZKŮ	63
	SEZNAM TABULEK.....	64

ÚVOD

Děti si hrají s hračkami již od počátku lidstva. Hračky neslouží však jen jako zábava pro dítě, ale také jako důležitý nástroj, který dítě rozvíjí v mnoha oblastech.

Dětské hračky se nejdříve vyráběly převážně ze dřeva. Později se začaly používat i další materiály jako je kov nebo porcelán. S nástupem výroby a zpracování plastů však začaly převládat hračky plastové.

Plastové hračky jsou vyráběny především technologií vstřikování plastů. Moderní technologií pro výrobu plastových hraček může být technologie 3D tisku, která se začala na počátku 21. století rozvíjet a pronikat do spousty oblastí jako např. zdravotnictví, stavebnictví, prototypování dílů před samotnou výrobou apod. U technologie 3D tisku je výhodou, že si hračku může kdokoli sám navrhnout a následně vytisknout pomocí 3D tiskárny.

Tato práce se v první části zabývá právě technologií 3D tisku, jejími metodami a jejím využitím v různých oblastech včetně trendů vývoje. V další kapitole se práce zabývá hračkami nejprve jejich výrobou pomocí konvenčních metod, poté jejich vlivem na dítě od jeho narození až po školní věk. Poslední kapitola první části práce je věnován ekonomickým aspektům výroby.

V druhé části se práce zabývá návrhem dětské skládačky, její výrobou pomocí technologie 3D tisku, zhodnocením samotné výroby a návrhy na zlepšení. Další kapitola práce je věnována ekonomické stránce výroby, a to konkrétně vyčíslením nákladů na výrobu skládačky pomocí aditivní technologie 3D tisku. Poslední kapitola práce obsahuje modelovou situaci zavedení výroby skládačky do konkrétní výrobní společnosti, včetně marketingového průzkumu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TECHNOLOGIE 3D TISKU

3D tisk je proces, který umožňuje vytvořit třídimenzionální pevný objekt z digitální předlohy. Model vzniká postupným nanášením vrstev materiálu na sebe, proto se tento proces označuje jako aditivní výroba. Opakem této technologie je klasické obrábění neboli subtraktivní výroba, kdy model vzniká odebíráním materiálu (Průša, 2019).

1.1 Historie technologie 3D tisku a trendy vývoje

Technologie 3D tisku začala vznikat v 80. letech 20. století z důvodu potřeby rychlého vytváření prototypů před samotnou výrobou, tím vznikl název *Rapid Prototyping* (rychlé vytváření prototypů). Jako první si technologii pokusil patentovat v Japonsku doktor Hideo Kodama v květnu roku 1980. Technologie fungovala tak, že se nanášely jednotlivé vrstvy fotopolymery, které se pomocí jedno paprskového UV laseru vytvrzovaly. Kvůli problémům s financováním však nestihl roční lhůtu pro specifikaci patentu a patent mu nebyl udělen (Lonjon, 2017).

V roce 1984 zažádal v USA o patent Charles W. Hull pro svůj vynález Stereolitografie. Po udělení patentu v roce 1986 založil společnost 3D Systems, kde vytvořil i první komerční 3D tiskárnu SLA-1, avšak v této době se zařízení ještě nenazývalo 3D tiskárna, ale tzv. stereolitografický aparát. Tato tiskárna byla určena jen několika zákazníkům a na základě jejich zpětné vazby a postupného vylepšování, byla vytvořena v roce 1988 vylepšená verze této tiskárny SLA-250. S nástupem konkurence se postupně začal 3D tisk rozvíjet a začaly vznikat nové technologie (3D Systems, © 2021, 3D tisk na zakázku © 2021).

Zlomovým okamžikem ve 3D tisku byl rok 2005, kdy vznikl na univerzitě Bath v Anglii projekt zvaný RepRap. Tento projekt založil doktor Adrian Bowyer a jeho cílem bylo vytvořit 3D tiskárnu, která si dokáže vyrobit, co nejvíce vlastních součástek. Od začátku byl projekt zdarma otevřen pro všechny a díky tomu začali na projektu spolupracovat i lidé z široké veřejnosti, kteří byli nadšeni pro 3D tisk. V dnešní době jde o nejrozšířenější typ 3D tiskáren. Tyto tiskárny lze koupit jako kompletní anebo určené k dostavení.

Další oblastí, kde se začal využívat 3D tisk, byla malosériová výroba. S postupným zlevňováním technologií se 3D tisk z hlediska nákladů vyplatil více než klasické technologie, u kterých vznikají vysoké náklady ve fázi přípravy výroby. Dále se 3D tisk

začal využívat i pro výrobu náhradních dílů, které se již nějakou dobu nevyrábí např. do starožitností, nebo veteránů (Průša 2019).

V dnešní době se využívá 3D tisk v široké škále oborů, např. ve zdravotnictví se využívá při vytváření chirurgických nástrojů a modelů, nebo při tvorbě protéz končetin, a to přímo na míru podle potřeb daného člověka. Budoucnost 3D tisku ve zdravotnictví tkví ve vytváření nových lidských orgánů a tkání (Nawrat, 2018). Dalším oborem, kde se 3D tisk využívá, je stavebnictví. Ve stavebnictví začali nejdříve tuto technologii využívat architekti, k vytváření modelů budov, které byly mnohem přesnější než prozatímní ruční modelování. Postupně se začalo experimentovat s tiskem celých budov. V roce 2004 vytiskl na 3D tiskárně profesor Behrokh Khoshnevis na univerzitě v Jižní Karolíně zeď. Toto byl důležitý milník 3D tisku ve stavebnictví. V roce 2014 byl vytištěn první dům pomocí 3D tiskárny, a to v Amsterdamu. V roce 2016 byla v Dubaji vytištěna první komerční kancelářská budova, která měla rozlohu 2700 stop čtverečných, což je cca 251 m². Tisk této budovy trval 17 dnů. Budoucnost 3D tisku ve stavebnictví je právě v tisku budov, a to hlavně z důvodu omezení plýtvání materiálem, jako tomu je u klasické stavby. V dnešní době vzniká při klasických stavbách více než 1 miliarda tun odpadu ročně. Při tisku budovy pomocí 3D tiskárny, vzniká odpad jen minimálně, jelikož se jedná o aditivní metodu a tiskárna využije jen tolik materiálu, kolik opravdu potřebuje (Ellis, 2020). Posledním velkým odvětvím, kde se využívá 3D tisk, je letectví. Zde byla tato technologie velkým přínosem, a to hlavně při tvorbě prototypů. Při zavádění nových dílů do výroby musí každý díl splňovat určitá kritéria a musí být otestován pro zátěž a podmínky, jakým bude vystaven při využívání letadla. Pomocí 3D tisku je možné vyrobit přesný prototyp požadovaného dílu a otestovat na něm všechny potřebné zkoušky, popřípadě díl upravit, než se spustí samotná výroba, při které by už jakákoliv změna daného dílu byla velmi nákladná (Artley, 2020).

1.2 Proces výroby technologií 3D tisku

Proces 3D tisku probíhá ve třech hlavních a navzájem navazujících krocích. Prvním krokem je příprava 3D modelu v obslužném programu 3D tiskárny, následuje vlastní 3D tisk a poslední fází je dosažení požadované integrity povrchu (Průša, 2019).

1.2.1 Vytvoření 3D modelu

Nejsnadnějším způsobem, jak získat 3D model, je jeho stažení z internetu. V dnešní době existuje celá řada webových stránek, kde je možné buď zdarma, nebo za úplaty 3D modely

stáhnout. Modelů na internetu je dostupných velké množství od lidí z celého světa. Příkladem takové webové stránky je www.youimage.com. Jedná se o komunitu lidí, kteří zde sdílí svoji tvorbu 3D modelů (Průša, 2019).

Dalším způsobem, jak vytvořit 3D model je modelování v 3D softwaru. Existuje velké množství programů určených k modelování, a to od těch jednoduchých, určených pro širokou veřejnost, až po ty složité, určené k profesionálnímu modelování.

3D modelování se dělí na dvě základní metody. První je parametrické modelování neboli CAD (*Computer-Aided Design*). Tato metoda je nejpoužívanější. Využívají ji designéři k vytvoření realistického modelu. Pomocí ní je možné vytvořit například modely budoucích náhradních dílů nebo prototypy, které mají stejné rozměry, váhu, fyzikální vlastnosti, optické vlastnosti a jsou ze stejného materiálu, z jakého má být budoucí výrobek. Díky tomu je možné tyto prototypy otestovat a popřípadě upravit či vylepšit, než se spustí samotná výroba.

Další metodou modelování je polygonální modelování. Tato technika je základem každé videohry anebo sci-fi filmu. Jedná se o modelování pomocí polygonů, které se ohýbají, otáčejí a upravují tak, aby vznikla 3D síť a ze sítě 3D model.

Posledním způsobem, jak získat 3D model, je pomocí 3D skeneru. Tato metoda se nazývá reverzní inženýrství. Je to z toho důvodu, že model je již fyzicky vyrobený a je potřeba vytvořit jeho počítačový 3D model. Tato technika se používá např. při výrobě náhradních dílů do veteránů, do kterých se již nevyrábí díly desítky let a neexistují ani jejich 3D modely. Dále se 3D skenery používají například ve zdravotnictví, kdy je možné vytvořit 3D model člověka a přímo pro jeho tělo vymodelovat novou končetinu (Golubeva, 2021).

1.2.2 Příprava 3D modelu k tisku

Dalším krokem před spuštěním samotného tisku je určení správné metody tisku s ohledem na použitý materiál a budoucí využití modelu. Pokud se jedná například o výrobu prototypu výrobku, je důležité použití stejného materiálu, z jakého bude i budoucí výrobek, aby bylo dosaženo jeho přesné podoby. Také je důležité zvolit správné nastavení tiskárny, které ovlivňuje budoucí kvalitu výrobku. K nastavení tisku slouží specializovaný software tzv. *Slicer*. Tento software slouží k převodu 3D modelu do strojového kódu tzv. *G-code*, a také pro zadání parametrů pro tisk. Prvním parametrem je síla jednotlivých vrstev, které jsou na sebe nanášeny. Čím větší vrstvy se na sebe nanášejí, tím jdou více vidět přechody mezi vrstvami a tím je tisk méně kvalitní. Dalším důležitým parametrem je hustota výplně, která

ovlivňuje pevnost výrobku a spotřebu materiálu, ze kterého se model vyrábí. Posledním důležitým parametrem je orientace výrobku při tisku z důvodu použití podpěr. Je důležité zvolit orientaci tak, aby vzniklo co nejméně podpěr, které se musí následně odstranit a mohou zhoršit vzhled výrobku. Tyto parametry ovlivňují kvalitu a dobu tisku (Průša, 2019).

1.2.3 Tisk a následné dokončující úpravy 3D modelu

Samotný tisk začíná vygenerováním strojového kódu, který se postupně posílá do tiskárny. Odesílání kódu do tiskárny by mělo probíhat z počítačů, které jsou určeny jen pro účely 3D tisku. Další možností je připojení přenosného disku, na kterém se nachází soubor s vygenerovaným kódem přímo do tiskárny. Tato možnost je výhodnější z důvodu eliminace zaseknutí, vypnutí či restartování počítače, což by způsobilo přerušení dodávky kódu do tiskárny a zničení modelu. Vytváření modelu probíhá nanášením jednotlivých vrstev materiálu na sebe do požadovaného tvaru a jeho spojením v celek (Průša, 2019).

Po vytištění je možné modely ihned používat, avšak někdy vyžadují nezbytné dokončující úpravy, které se souhrnně nazývají *post-processing*. Jedná se o soubor technik, které slouží k dalšímu zpracování výrobku. Důležité je použití vhodných technik vzhledem k materiálu, ze kterého je výrobek vyroben. Patří sem slepování jednotlivých částí modelu v celek, jako např. slepení dvou polokoulí v kouli. Dále broušení povrchu, aby bylo dosaženo co nejjemnějšího povrchu. U povrchů s velkými nerovnostmi je nutné nejprve kytování nerovností a následné broušení povrchu. Modely se také mohou po vytisknutí barvit, z důvodu používání jednobarevného materiálu, který je obvyklý u většiny technologií. Při barvení modelů probíhá nejdříve nástřik modelu základovou barvou a poté dodělení jednotlivých detailů, aby bylo dosaženo požadovaného výsledku (Schwarz, 2018).

1.3 Aditivní technologie a metody 3D tisku

V dnešní době existuje celá řada metod 3D tisku, které se od sebe odlišují v několika zásadních bodech. Jsou to především materiál, pomocí kterého se tiskne, způsob spojení materiálu v jeden celek, kvalita tisku a přesnost tisku, kterou ovlivňuje především minimální tloušťka jednotlivých vrstev nanášeného materiálu.

Z důvodu velkého rozmachu 3D tisku a různých technologií zpracování materiálu, vznikl v roce 2015 ISO standart ISO/ASTM 52900:2015, který standardizuje terminologii

a rozlišuje různé typy technologií 3D tisku. V roce 2021 byl vydán nový upravený standart ISO/ASTM 52900:2021 (All3DP, ©2021; ISO, ©2021).

1.3.1 Metoda Material Extrusion (Extruze materiálu)

Tato metoda je založena na vytlačování roztaveného materiálu pomocí vyhřívané trysky a jeho následného nanášení ve vrstvách.

Tabulka 1 Material Extrusion – přehled technologie, zdroj: vlastní tvorba

Metoda 3D tisku	Fused Deposition Modeling (FDM), Fused Filament Fabrication (FFF)
Materiál	Plastové filamenty – PLA (Polyaktidová vlákna), ABS, PET, PETG, Nylon; Uhlíková vlákna
Přesnost	±0,5 mm
Použití	Tisk funkčních modelů a prototypů
Výhody	Nízká pořizovací cena tiskárny; široká škála nabízených materiálů

Metoda Fused Deposition Modeling (FDM)

Při této metodě se používá plastový filament, který je z cívky odvíjen do tiskové hlavy, konkrétně do trysky. Tato tryska se nahřívá na požadovanou teplotu, podle typu materiálu. Plastový filament je v ní roztaven a vytlačován na tiskovou podložku, kde model vzniká. Roztavený filament se po vytlačení znovu ochlazuje a mění se zpět do pevného stavu. Tisková hlava nanáší jednotlivé vrstvy na sebe, než je model zcela vytvořen. Z důvodu možného zborcení modelu je potřeba u převislých částí přesahující úhel 45° vytvořit podpurné části, které se po vytištění modelu odstraní.

Tato metoda se používá i pro velké 3D tiskárny, které jsou určeny pro tisk budov. Princip zůstává stejný. Dochází zde k vytlačování betonu z trysky, vrstvu po vrstvě, dokud není dům kompletně hotov (All3DP, ©2021).

Mechanické vlastnosti materiálů používaných u metody FDM

Plastové filamenty používané při tisku metodou FDM jsou roztaveny teplotou dosahující až 300°C. Díky tomu dochází k ovlivnění mechanických vlastností materiálu, které jsou po vytištění modelu odlišné od vlastností původního neroztaveného materiálu (L.K. Engineering ©, 2021).

Tabulka 2 Mechanické vlastnosti materiálů u metody FDM, zdroj: vlastní tvorba

	ABS (<i>Acrylonitrile butadiene styrene</i>)	PLA (<i>Polyactic acid</i>)	PET (<i>Polyethylene terephthalate</i>)	WOOD (<i>PLA + wood fillers</i>)
Modul pružnosti v tahu (MPa)	1825	2521	1809	2328
Pevnost v tahu (MPa)	29	45,3	42,3	25,7
Deformace na mezi pevnosti (%)	1,8	2,7	4,1	2,6
Napětí při porušení (MPa)	23,6	45	24,6	24,5
Deformace při porušení	14,2	2,7	72,2	5,9

1.3.2 Metoda VAT polymerization (Fotopolymerace)

Tato metoda je založena na použití světelného zdroje, pomocí kterého je tiskový materiál ozářen a tím dochází k chemické reakci, polymerizaci, a vytvrzení původně tekutého materiálu.

Tabulka 3 VAT polymerization – přehled technologie, zdroj: vlastní tvorba

Metoda 3D tisku	Stereolitography (SLA), Masked Stereolitography (MSLA), Digital Light Processing (DLP), Continouns DLP (CDLP)
Materiál	Fotopolymerní pryskyřice – lité, transparentní, průmyslové, biopryskyřice
Přesnost	±0,15 mm
Použití	Prototypy vstřikovacích forem, šperkařství, medicína
Výhody	Hladký povrch, jemné detaily

Metoda Stereolitografie (SLA)

Dle výše uvedeného, stereolitografie byla historicky první metodou 3D tisku, kterou vynalezl Charles W. Hull v roce 1986.

Tato metoda používá bodový laser, který svítí na dvě zrcadla, jedno je umístěné na ose X, druhé na ose Y. Pomocí těchto zrcadel je světelný paprsek rozprostřen po celé ploše tisku a tím dochází k vytvrzení světlo-citlivé pryskyřice. Nevýhodou této metody je, že nemusí dojít k úplnému ozáření celého modelu a to způsobí špatné vytvrzení pryskyřice (All3DP, ©2021).

Metoda Digital Light Processing (DLP)

Tato metoda je podobná výše uvedené SLA. Hlavním rozdílem je používaný zdroj světla. Zatímco metoda SLA využívá bodový laser rozprostřený pomocí zrcadel, metoda DLP používá digitální světelný projektor, který ozáří celý objekt najednou pomocí záblesků. U větších částí se používá i více záblesků na jednu vrstvu. Zdrojem světla jsou LED diody nebo UV lampy, které se pomocí digitálních mikro zrcadel (*DMD – Digital Micromirror Device*) nasměřují na povrch objektu (All3DP, ©2021).

Metoda Masked Stereolithography (MSLA)

Tato metoda se opět liší, oproti ostatním, v používaném zdroji světla. U této metody se využívá LCD obrazovka, na které je zobrazena maska tvaru každé tiskové vrstvy pomocí bílých a černých pixelů. Přes tuto obrazovku probíhá osvit světlo-citlivé pryskyřice pomocí LED UV světelného zdroje, kdy světlo prochází jen bílými pixely, a nikoli těmi černými. Rozlišení LCD obrazovky určuje i rozlišení tisku jelikož světlo prochází přes pixely obrazovky (All3DP, ©2021).

1.3.3 Metoda Powder Bed Fusion (Spékání práškové vrstvy)

Tato metoda používá při tisku prášek, který se pomocí tepelných zdrojů spéká v celistvou vrstvu. Tyto prášky mohou být z různých materiálů, např. plastové, kovové, nebo keramické. Princip tisku spočívá v nanesení tenké vrstvy prášku, který se speče do předem definovaného tvaru pomocí tepelného zdroje a poté dojde k nanesení další vrstvy, dokud není model zcela vytvořen (All3DP, ©2021).

Tabulka 4 Powder Bed Fusion – přehled technologie, zdroj: vlastní tvorba

Metoda 3D tisku	Selective Laser Sintering (SLS), Selective Laser Melting (SLM), Electron Beam Melting (EBM), Direct Metal Laser Sintering (DMLS), Multi Jet Fusion (MJF)
Materiál	Termoplastické prášky (Nylon), kovové prášky (železo, titan, hliník, kobalt a další), keramické prášky
Přesnost	±0,3 mm
Použití	Funkční díly, duté konstrukce (potrubí), malosériová výroba dílů
Výhody	Funkční díly, výroba složitých geometrických tvarů

Metoda Selective Laser Sintering (SLS)

Při této metodě 3D tisku, se většinou používá polymerní prášek. Tento prášek se nachází v nádobě, která se rozežhřívá na teplotu těsně před jeho táním. Poté se pomocí čepele nebo stěrky nanese velmi tenká vrstva prášku na stavební podložku, většinou o tloušťce 0,1 mm. Za použití CO₂ nebo vláknového laseru se prášek vytvrdí do požadovaného tvaru vrstvy. Tento cyklus se opakuje, nanáší se a spéká vrstva po vrstvě, dokud nevznikne celý model. Přebytný prášek může sloužit jako podpůrný materiál modelu. Po zhotovení celého modelu je možné přebytný prášek znovu využít při dalším tisku (All3DP, ©2021).

Metoda Direct Metal Laser Sintering (DMLS) a metoda Selective Laser Melting (SLM)
Obě tyto metody slouží k vytváření kovových dílů. Hlavní rozdíl mezi těmito dvěma metodami je v principu spojení prášku v celek a druhu materiálu. U metody DMLS nedochází k roztavení prášku, ale jeho zahřátí na bod, kdy dojde ke spojení prášku na molekulární úrovni. Hlavním důvodem tohoto procesu je spojení různých kovů v jeden celek neboli vytváření dílů z různých kovů. U metody SLM dochází k úplnému roztavení prášku a jeho spojení v celek. Z tohoto důvodu se používá pouze jeden kov a není zde možné použít více kovů, protože každý kov má jinou teplotu tání.

U těchto dvou metod hrozí riziko vzniku deformací z důvodu zbytkového napětí, které vzniká během tisku kvůli vysokým teplotám. Po vytisknutí jsou tyto díly obvykle tepelně zpracovány, aby se toto napětí uvolnilo (All3DP, ©2021).

Metoda Electron Beam Melting (EBM)

U této metody dochází k roztavení kovového prášku pomocí elektronového paprsku. Proces tisku probíhá ve vakuu a lze zde použít pouze vodivé materiály. Nevýhodou oproti metodě DMLS je v potřebě většího opracování povrchu po vytisknutí modelu (All3DP, ©2021).

Metoda Multi Jet Fusion (MJF)

Tato metoda používá při tisku několik tiskových hlav, které nanasou vrstvu prášku, na kterou se poté nanese činidlo pro fixaci a činidlo pro detaily. Po takto nanesené vrstvě se pohybuje infračervená topná jednotka, která roztaví fixační činidlo a spojí ho s práškem v jeden celek. Oblast s činidlem pro detaily zůstane ve formě prášku, který se po dokončení modelu odsaje ve speciální komoře a tak vznikne požadovaná geometrie. Odsátý prášek se vrátí zpět do zásobníku a je možné ho znovu použít, tudíž tento proces eliminuje vytváření přebytečného odpadu. Tato vrstva může navíc sloužit jako podpěra při tisku (All3DP, ©2021).

1.3.4 Metoda Material Jetting (Tryskání materiálu)

Tato metoda používá k tisku několik tiskových hlav, které nanáší malé kapičky materiálu ve většině případů fotopolymeru nebo vosku. Tento materiál je pak pomocí světelného zdroje nebo vysokých teplot vytvrzen. Výhodou této metody je tisk v různých barvách najednou (All3DP, ©2021).

Tabulka 5 Material Jetting – přehled technologie, zdroj: vlastní tvorba

Metoda 3D tisku	Material Jetting (MJ), Drop On Demand (DOD)
Materiál	Fotopolymerní pryskyřice – standartní, lité, průhledné, vysokoteplotní
Přesnost	±0,1 mm
Použití	Plnobarevné prototypy produktů, lékařské modely
Výhody	Plnobarevný tisk, dokonalý povrch

Metoda Material Jetting (MJ)

Tato metoda funguje podobně jako standardní inkoustová tiskárna. Hlavní rozdíl je v počtu nanesených vrstev na sebe. U metody MJ se na sebe nanáší postupně jednotlivé vrstvy, dokud nevznikne samotný model. Tiskový proces probíhá tak, že z trysek, v tiskové hlavě,

tryskají drobné kapičky fotopolymeru, který je poté UV světlem vytvrzen. Po vytištění vrstvy se stavební podložka sníží o tloušťku vrstvy níže, a tak vznikají jednotlivé vrstvy, dokud není celý objekt vytištěn.

Tato metoda 3D tisku má výhodu v tom, že umožňuje tisk i několika modelů zároveň, aniž by byla ovlivněna rychlost tisku. Jediné omezení je ve velikosti stavební podložky. Jedná se také o jednu z mála metod, při které lze tisknout plnobarevné modely (All3DP, ©2021).

Metoda Drop on Demand (DOD)

U této metody se používá tisková hlava, ve které jsou umístěny dvě trysky. Z jedné trysky se nanáší stavební materiál, který je obvykle podobný vosku a z druhé trysky rozpustný nosný materiál. Po nanesení vrstvy se pomocí frézy povrch srovná a tím dochází k vytvoření rovné a hladké vrstvy, na kterou se nanáší stejným principem další vrstvy, dokud nevznikne celý model (All3DP, ©2021).

1.3.5 Metoda Binder Jetting (Tryskání pojiva)

Podobně jako u SLS i u této metody se používá materiál ve formě prášku k vytváření jednotlivých vrstev. Nedochozí zde však ke spékání pomocí laseru, ale k nanášení pojiva, které při spojení s práškem vytváří pevnou a celistvou vrstvu modelu. Po skončení tisku je model ponechán v prášku, aby došlo k jeho vytvrzení a zpevnění. Poté je teprve přebytečný prášek odstraněn (All3DP, ©2021).

Tabulka 6 Binder Jetting – přehled technologie, zdroj: vlastní tvorba

Metoda 3D tisku	Binder Jetting
Materiál	Kovové a keramické prášky, polymery, písek
Přesnost	±0,2 mm
Použití	Funkční kovové nebo keramické díly
Výhody	Funkční díly, vysoká rychlost tisku, tisk bez podpůrného materiálu

Metoda Metal Binder Jetting

Pomocí této metody lze vytvářet kovové díly, které jsou geometricky složité a přesahují možnosti výroby konvenčními technikami. Díky spojení materiálu pomocí pojiva však není výsledný model dostatečně pevný, a proto se musí ještě dále zpracovat. Pro získání větší pevnosti je potřeba umístit model do pece, kde se pojivo s práškem spéká, tzv. slinování.

Po tomto procesu se model zpevní a hustota modelu je přibližně 60%, ale stále obsahuje póry. Z tohoto důvodu se musí model ještě vystavit tzv. kapilární metodě, kdy za pomoci bronzu dojde k vyplnění pórů a ke zvýšení hustoty modelu přibližně na 90% (All3DP, ©2021).

Metoda Plastic Binder Jetting

Tato metoda je stejná jako Metal Binder Jetting, s rozdílem použití plastového prášku místo kovového. I zde probíhá nanášení prášku a tekutého pojiva k vytváření jednotlivých vrstev modelu. Nicméně není možné použít pro tyto dvě metody stejné výrobní zařízení. Výhodou oproti metodě Metal Binder Jetting je absence potřeby dalšího zpracování, především slinovacího procesu (All3DP, ©2021).

1.3.6 Metoda Direct Energy Deposition (Přímé energetické nanášení)

U této metody je materiál přiváděn, taven a nanášen současně pomocí silné tepelné energie. Zdrojem energie zde bývá elektronový paprsek, laser nebo plazma. Materiál je přiváděn buď ve formě drátu, nebo prášku, který je v trysce roztaven. Pomocí této metody je možné modely i opravovat, proto zde nachází větší uplatnění než při výrobě nových modelů (All3DP, ©2021).

Tabulka 7 Direct Energy Deposition – přehled technologie, zdroj: vlastní tvorba

Metoda 3D tisku	Laser Engineered Net Shaping (LENS), Electron Beam Additive Manufacturing (EBAM), Cold Spray (CS)
Materiál	Kov ve formě prášku nebo drátu
Přesnost	$\pm 0,1$ mm
Použití	Oprava drahých automobilových a letadlových dílů, funkční prototypy
Výhody	Míchání kovů

Metoda Electron Beam Additive Manufacturing (EBAM)

Metoda EBAM používá jako zdroj energie elektronový paprsek. Materiál může být jak ve formě prášku, tak ve formě drátu. Proces tisku probíhá ve vakuu, což zabraňuje znečišťování modelu během tisku. Dochází zde k vytvoření tavné lázně pomocí elektronového paprsku a tím k jednoduchému nanášení jednotlivých vrstev roztaveného

kovového materiálu. Výhodou této metody je možnost tisku kovovými slitinami, ve většině případů se jedná o slitiny mědi, titanu, kobaltu, niklu, ale je zde možnost použít i například čistý titan. Nejvíce se tato metoda používá v lékařství, a to při výrobě implantátů a různých náhrad, které se vyrábí z titanových slitin (All3DP, ©2021).

Metoda Cold Spray (CS)

Tato metoda je odlišná od ostatních v tom, že místo použití tepelného zdroje pro roztavení materiálu, probíhá nanášení materiálu za studena. Používá se zde kovový materiál ve formě prášku. Procesu tisku se říká „nástrík za studena“. Probíhá tak, že prášek je stříknut nadzvukovou rychlostí na podložku, případně na předchozí vrstvu modelu, aby došlo k jeho spojení v celek bez potřeby tepelného zdroje. Tato metoda však nevytváří modely s hladkým povrchem a je potřeba modely ještě dále opracovat pomocí CNC strojů. Díky tomu vznikl nový druh hybridních zařízení 3D tiskárna spojená s CNC zařízením (All3DP, ©2021).

Metoda Laser Engineered Net Shaping (LENS)

U této metody probíhá tisk v hermeticky uzavřené komoře, která je napuštěna plynem, obvykle argonem. Používá se zde kovový prášek, který je přiváděn pomocí trysek a je taven výkonným laserem. Využívají se zde prášky většinou z titanu, nerezové oceli, hliníku či mědi. Využití má tato metoda obvykle při opravě drahých leteckých nebo automobilových dílů, např. oprava lopatek proudových motorů u letadel. Je zde ale také možnost vyrábět úplně nové modely či díly (All3DP, ©2021).

1.3.7 Metoda Micro 3D Printing (Mikro-aditivní výroba)

Další skupinou je tzv. mikro 3D tisk neboli mikro-aditivní výroba. Tato skupina vychází z některých výše uvedených metod 3D tisku upravených pro tisk v mikroměřítku.

Maximální tloušťka jedné nanesené vrstvy u těchto metod bývá maximálně do 5 μm a v rozlišení cca 2 μm , u některých metod je však možné tisknout i v řádech nanometrů. Jako materiál se zde ve většině případů používají pryskyřice, které se vytvrzují zdrojem světla. Začínají se zde však používat i kovové materiály, ocel, měď nebo zlato (All3DP, ©2021).

Tabulka 8 Micro 3D Printing – přehled technologie, zdroj: vlastní tvorba

Metoda 3D tisku	Microstereolitography (μ SLA), Projection Microstereolitography (P μ SL), Two-Photon Polymerization (2PP nebo TPP), Litography-based Metal Manufacturing (LMM)
Materiál	Polymery, kovy
Přesnost	$\pm 30\mu\text{m}$
Použití	Lékařské implantáty a náhrady, obvody
Výhody	Pevné, a přitom malé modely, nákladově efektivnější než tradiční mikro výroba

Metoda Mikrostereolitography (μ SLA)

Tato metoda 3D tisku vychází z klasické stereolitografie. Při tisku se používá světlo-citlivá pryskyřice, která se vytvrzuje pomocí světelného zdroje. Rozdíl, oproti klasické stereolitografii, je v použití speciálních laserů a čoček, které dokážou generovat velmi malé světlené body. Dalším rozdílem je použití speciální světlo-citlivé pryskyřice, která je určena právě pro tisk v takovém měřítku (All3DP, ©2021).

Metoda Projection Microstereolitography (P μ SL)

Princip této metody je ve vytváření speciální světlo-citlivé pryskyřice pomocí projektoru, který produkuje záblesky UV světla. Díky tomuto principu je možné vytvářet i vrstvy v řádech mikrometrů. Tato metoda nachází uplatnění především v mikro-optice nebo v lékařství (All3DP, ©2021).

Metoda Two-Photon Polymerization (2PP nebo TPP)

Tato metoda používá pulzní femtosekundový laser, který vytvrzuje speciální pryskyřici, která se nachází v kádi. Tato metoda umožňuje tisk v rozlišení menším než 1 μm , tudíž je považována za technologii nano výroby. Díky tisku v tak malém rozlišení nachází metoda TPP uplatnění v inovativním lékařství, především v tkáňovém inženýrství, ale také v mikro mechanice (All3DP, ©2021).

Metoda Lithography-based Metal Manufacturing (LMM)

U této metody se používá kovový prášek, který je homogenně rozptýlen ve světlo-citlivé pryskyřici, a poté je selektivně vytvářen světelným zdrojem. Po vytištění modelu se z něj

odstraní polymerní složka, pryskyřice a zůstane model z kovu, který se musí vytvrdit spékáním v peci. Jako materiál se zde používají kovové prášky z nerezové oceli, titanu, wolframu, mosazi, mědi, stříbra nebo zlata. Tato metoda se využívá při výrobě mikro mechanických částí (All3DP, ©2021).

1.3.8 Metoda Sheet Lamination (Laminování plátů)

Tato metoda funguje na principu vrstvení a laminování velmi tenkého materiálu na sebe. Jednotlivé vrstvy je možné spojovat pomocí různých metod, které jsou závislé především na použitém materiálu, přičemž nejběžnější metodou je použití tepla. Vznik modelů do požadovaného tvaru probíhá většinou řezáním, což způsobuje tvorbu odpadu. Modely vyráběné touto metodou vyžadují mnoho dokončujících úprav a jsou určené spíše k vizualizacím (All3DP, ©2021).

Tabulka 9 Sheet Lamination – přehled technologie, zdroj: vlastní tvorba

Metoda 3D tisku	Laminated Object Manufacturing (LOM), Ultrasonic Consolidation (UC)
Materiál	Papír, polymer a kov ve formě plátů
Přesnost	$\pm 0,1$ mm
Použití	Prototypy určené k vizualizaci, vícebarevné modely
Výhody	Nízká cena, vysoká rychlost

Metoda Laminated Object Manufacturing (LOM)

Tato metoda je nejběžnějším představitelem této technologie. LOM funguje na principu vrstvení plátů materiálu na sebe a jejich spojení pomocí lepidla. Jelikož je materiál ve formě plátu, musí se požadovaný tvar následně vyřezat pomocí nože nebo laseru, díky čemuž vzniká přebytečný odpad (All3DP, ©2021).

Metoda Ultrasonic Consolidation (UC)

Při této metodě se používají ultrazvukové vibrace a tlak ke spojení tenkých plechů za nízkých teplot. Nedochozí zde ke spojení plechů pomocí tavení, ale ke spojení pomocí rozkladu oxidů na povrchu kovů. Díky tomuto procesu je možné spojovat dohromady různé kovy. Tvarování modelu do požadovaného tvaru probíhá řezáním, a to způsobuje vznik přebytečného odpadu (All3DP, ©2021).

2 HRAČKY

Hračky používají děti ke hře, která slouží nejen k vytvoření zábavy, ale také k rozvíjení jejich dovedností. Každá hračka je určena pro určitý věk dítěte. Je to z toho důvodu, že v každém vývojovém stádiu je zapotřebí rozvíjet jiné schopnosti dítěte, ale také z důvodu bezpečnosti např. malé dílky by mohly malé děti spolknout. Jako hračka může dítěti také postačit běžně dostupná věc v domácnosti, jako např. plastová miska od jídla nebo kartonová krabice (Naeyc, ©2021; McMahon 2020).

2.1 Historie hraček

Děti si hrají s hračkami již od počátku lidstva, dokazuje to např. nejstarší dochovaná panenka, která je 4000 let stará. Dříve se hračky vyráběly z přírodních materiálů např. z kamení, dřeva, kovu nebo ve starověkém Řecku z terakoty (pálené hlíny). Vyráběly se různé hračky jako např. panenky, koníci, deskové hry, hlavolamy, ale i takové, které napodobovaly tehdejší zbraně, luky nebo meče. Později si lidé začali uvědomovat, že hračky jsou pro děti důležité, protože v nich rozvíjí spoustu dovedností. Proto se začaly navrhovat s ohledem na to, jak budou dítě rozvíjet. Příkladem takové hračky je houpací kůň, který původně sloužil k tomu, aby se děti naučily držet rovnováhu jako na opravdovém koni. Začaly se také navrhovat hračky, které sloužily ke kolektivním hrám (McMahon, 2020).

2.2 Rozdělení hraček podle věku dítěte a jejich vliv na dítě

Hračky pro děti od 0-6 měsíců

První 3 měsíce mají děti rozmazané vidění, ale i tak se snaží pozorovat co se kolem nich děje, proto se nejdříve používají hračky, které rozvíjí zrak dítěte. Nejlépe vidí předměty, kde je vidět jasný kontrast barev např. bílé a černé. Postupně se zapojují hračky, které rozvíjí i další smysly. Mohou to být hračky vydávající nějaký zvuk např. chrastítka, ale také třeba ukolébavky nebo jednoduché písničky. Dále hračky, které může dítě držet v ruce nebo je mačkat, popřípadě kousat. Hračky určené pro děti v tomto věku slouží především k rozvíjení všech základních smyslů (Naeyc, ©2021).

Hračky pro děti od 7-12 měsíců

Děti od 7 měsíce věku, už mají většinou dostatečně rozvinuté smysly. Poznávají tak rodiče nebo blízké osoby a také reagují na známé zvuky, ať už se jedná o hlasy rodičů nebo o zvuky, které vydávají jejich hračky. Děti v tomto věku už jen neležejí, ale začínají se převalovat, pokouší se sednout později i vstát a chodit. Vhodné hračky pro toto období mohou být malé

hračky, které dokáže dítě přechytit z jedné ruky do druhé, tím dochází k rozvíjení jemné motoriky nebo interaktivní panely, které při stisknutí tlačítka vydávají různé zvuky, na které dítě reaguje. Jsou také vhodné hračky, se kterými se dá pohybovat jako jsou např. autíčka, ale i takové, které se pohybují samy a podporují dítě k pohybu za hračkou a tím k rozvíjení jeho svalstva důležitého pro pohyb. Učí se také koordinovat pohyby rukou a nohou a tím dochází k rozvíjení hrubé motoriky (Naeyc, ©2021; Kasa.cz, ©2018).

Hračky pro děti od 12-24 měsíců

Děti od jednoho roku začínají být samostatně pohyblivé. Pomáhat v samostatné chůzi jim mohou hračky, které dítě před sebou tahá a tím si dopomáhá v chůzi. V tomto věku jsou také vhodné hračky k napodobování dospělých jako jsou panenky, dětské kočárky nebo plyšové hračky. Dále hračky k tvoření jako jsou pastelky a papír na kreslení nebo jednoduché skládačky. Děti v tomto věku začínají říkat i svá první slova, proto je dobré číst dětem pohádky s velkými obrázky, na které se mohou dívat nebo jim pouštět dětské písničky a říkanky, které budou rozvíjet jejich slovní zásobu (Naeyc, ©2021).

Hračky pro děti od 2 let

Děti se v tomto věku rychle učí nová slova, ovládají dobře svůj pohyb a pokouší se o šplhání, kutálení, skákání a další nové pohyby. Díky tomu se začíná používat např. míč, aby se dítě naučilo házet či kopat. V tomto věku jsou také vhodné hračky k řešení problémů např. puzzle do cca. 10 dílků, hračky, které se spojují do sebe, nebo které se třídí podle nějakého jednoduchého znaku např. tvaru. Dále to mohou být hračky jako dětský nábytek (kuchyňka), nebo převlékací panenky k napodobování činností rodičů. Děti v tomto věku také rády kreslí a rozvíjí tak svoji tvořivost (Naeyc, ©2021).

Hračky pro děti od 3-6 let

V tomto věku děti obvykle hodně mluví a ptají se na různé věci. Také rádi objevují své nové fyzické dovednosti a začínají si už hrát i s ostatními dětmi. Učí se také poznávat barvy a základní číslovky, proto jsou vhodné hračky, které podporují právě rozvíjení těchto dovedností. Může se jednat např. o skládačky, u kterých se rozdělují dílky podle barev, čísel, velikosti, tvaru apod. Také jsou vhodné hračky k řešení složitějších problémů jako jsou stavebnice nebo puzzle s větším počtem dílků (cca 20 dílků). Dále jsou vhodné hračky k rozvíjení tvořivosti, mimo pastelky a papír jsou v tomto věku vhodné i modelovací hmoty, u předškoláků i nůžky s tupými hranami. Děti se v tomto věku učí i jízdě na odrážedlech později i na kole s pomocnými kolečky nebo bez nich (Naeyc, ©2021).

Vliv skládačky na rozvoj dítěte

Dětské skládačky mají významný vliv na rozvoj dítěte. Rozvíjí fyzické dovednosti dítěte a mají vliv na rozvoj motorických schopností díky koordinaci malých svalů. Děti, které mají rozvinutou jemnou motoriku, se později snáze učí psát, kreslit a hrát na hudební nástroje. Díky uchopování a skládání dílků skládačky k sobě, si děti také zlepšují prostorové vnímání a koordinaci toho, co oči vidí s tím, co dělají ruce, což může být později užitečné při sportu. Dále skládačky rozvíjí kognitivní schopnosti dítěte. Jedná se především o rozvoj uvažovacích a rozhodovacích schopností dítěte, když ony zvažují, jaký dílek skládačky kam položit tak, aby byly blíže k dokončení. Skládačky také pomáhají dětem stát se sebevědomějšími a odhodlanějšími díky tomu, že po složení skládačky zjistí, že vytrvalost se vyplácí a dodává dětem pocit úspěchu. Hraním si se skládačkami mohou děti získávat také nové znalosti díky podprahovému učení. Tematické skládačky pomáhají dětem k učení se tvarům, číslům, barev, písmen apod. (Orchard Toys, ©2022).

Bezpečnost hraček

Hračky pro děti musí být také bezpečné. Při výrobě je důležité dbát na to, aby žádná část neporanila dítě. Nesmí mít proto žádné ostré hrany a neměly by být snadno rozbitelné, aby nedošlo k vytvoření malých ostrých částí. Dále by měly být vyrobené z materiálu, který je zdravotně nezávadný, popřípadě aby barva, kterou je natřen povrch, nebyla nijak toxická, protože děti hračky rády objevují i svými ústy. U elektrických hraček je důležité, aby splňovaly bezpečnostní normu pro elektrické hračky (ČSN EN IEC 62115 ed. 2 (361338)). U dětí do 3 let se navíc musí dbát na velikost hračky a jejich částí, které nesmí být malé, aby nedošlo k jejich vdechnutí nebo spolknutí (Naeyc, ©2021; NORMY.biz, ©2022).

2.3 Konvenční metody výroby hraček

2.3.1 Vstřikování plastů

Technologie vstřikování plastů je v dnešní době nejpoužívanější technologií pro výrobu plastových hraček, ale i pro výrobu mnoha dalších plastových předmětů. Při této technologii se používají termoplasty nebo reaktoplasty ve formě granulátu. Termoplasty jsou tvarovatelné teplem a je možné je opakovaně zahřívat a měnit jejich tvar. Reaktoplasty jsou také tvarovatelné pomocí tepla, avšak lze je tvarovat pouze jednou. Při opakovatelném tvarování dochází k degradaci materiálu díky opětovnému působení tepla. Proces výroby plastů vstřikováním se skládá ze dvou hlavních etap (Zeman, 2018).

Předvýrobní etapa

Předvýrobní etapa je nejdůležitější pro celý proces výroby. Platí zde, že chyby, které se neodhalí nebo nepodchytí v předvýrobní přípravě, jsou následně velmi složité a nákladné na opravu. Výrobní náklady, tedy i cena výrobku u technologie vstřikování plastů, je přibližně ze 70 % předurčena nastavením procesů ve fázi vývoje a konstrukce. Do předvýrobní etapy patří výběr správného materiálu, design a konstrukce budoucího výrobku, analýza formovatelnosti konstrukce výrobku, výběr technologie vstřikování, simulační výpočty (plnění formy polymerem, deformace, teplotní děje atd.), využití technologie *Rapid Prototyping* k vytvoření prototypu, vytvoření prototypové formy (Zeman, 2018).

Proces vstřikovacího cyklu

Proces vstřikování začíná nasypáním vybraného materiálu do násypky vstřikovacího lisu. Materiál bývá většinou ve formě granulí, které jsou z násypky odebírány tzv. šnekem nebo pístem a dopraveny do tavicí komory, kde pomocí tepla a tření vzniká tavenina. Tato tavenina je následně vstříknuta do dutin vstřikovací formy tak, aby zaplnila celou formu a získala požadovaný tvar a objem budoucího výrobku. Další fází je ochlazení formy a tzv. dotlak, který snižuje riziko smrštění a rozměrových změn, právě při chlazení plastu a jeho přeměně zpět na pevný materiál. Výroba končí otevřením formy a vyhozením celého výrobku (Ausperger, 2015).

Vstřikovací forma

Vstřikovací forma musí splnit mnoho požadavků při procesu vstřikování plastů. Hlavní funkcí vstřikovací formy je doprava taveniny plastu do dutin formy a její kompletní vyplnění. Tvar budoucího výrobku odpovídá tvaru dutiny. Další funkcí vstřikovací formy je efektivní odvádění tepla, které forma přebírá z taveniny materiálu. Vstřikovací forma musí také odolat rychlému a opakujícímu se vyjmutí výrobku v krátkých časových intervalech (Bobek, 2015).

Existuje několik typů vstřikovacích forem, nejjednodušší formou je tzv. dvoudesková forma. Jedná se o formu, která se skládá z několika desek, z nichž pouze dvě přichází do styku s taveninou. Tyto formy jsou velmi rozšířené, avšak mají některá omezení, kvůli kterým nejsou vhodné pro velkosériovou výrobu. Pro velkosériovou výrobu byly vytvořeny formy, které tato omezení odstraňují, a to třídeskové formy, formy s horkým rozvodem, etážové formy apod. (Bobek, 2015).

2.3.2 Výroba hraček ze dřeva

Před nástupem plastů bylo nejběžnějším materiálem pro výrobu hraček právě dřevo. Dřevěné hračky se vyráběly většinou ručně. Mezi nejběžnější patřily panenky, houpací koně, zvířátka, různá chrastítka apod. Později se výroba dřevěných hraček rozvinula o propracovanější hračky, jako byly domečky pro panenky, vlakové soupravy včetně železnice nebo dřevěné stavebnice. Po druhé světové válce se s nástupem levnějších materiálů, především plastů, začalo ustupovat od dřevěných hraček a začaly se vyrábět spíše plastové.

V dnešní době opět roste obliba dřevěných hraček a opět se rozrůstá jejich výroba. Důvodem návratu k dřevěným hračkám může být ekologie, kdy rodiče hledají materiály, které tolik nezatěžují životní prostředí, ale může to být i nostalgií, kdy si rodiče, ještě jako děti, hráli s dřevěnými hračkami. Dalším důvodem může být i jedinečnost hračky, protože takto vyrobené hračky se vyrábí většinou v malých sériích, u ručně vyráběných hraček dokonce jen v několika kusech. Některé hračky je možné si vyrobit dokonce i doma za pomoci jednoduchých nástrojů (pily, vrtačky apod.) a návodů, které jsou volně na internetu k dispozici (Sundblad).

Výroba dřevěných hraček se skládá z následujících procesů:

Vysychání dřeva

Dřevo je zapotřebí před zpracováním nechat venku přirozeně vyschnout. Dřevěné hračky je možné začít vyrábět, až vlhkost dřeva klesne pod 15 %, z důvodu zamezení tvorby plísní, které by mohly ohrozit zdraví dítěte (Shenzhen Eagle Creation Toys, © 2006-2022).

Řezání a tvarování dřeva

Po vyschnutí dřeva je možné začít s jeho zpracováním. Dřevo se většinou řeže na menší kusy, a poté se z nich vyřezávají požadované tvary hraček nebo jejich částí. Řezání probíhá buď samostatně pilou, na CNC stroji nebo pomocí laseru. Dále je možné ze dřeva přímo vysekávat potřebné tvary. V této fázi probíhá také vrtání potřebných otvorů např. pro spojování jednotlivých dílů hračky (Shenzhen Eagle Creation Toys, © 2006-2022).

Broušení dřeva

U dřevěných hraček je důležité broušení jejich povrchu. Povrch hraček musí být zbaven všech ořepů a musí být hladký, aby nedošlo k poranění dítěte o nějakou ostrou nedokonalost povrchu. Broušení probíhá většinou strojově na brousicích strojích, ale mohou se hračky brousit i ručně (Shenzhen Eagle Creation Toys, © 2006-2022).

Lakování povrchu

Až je povrch hračky hladký a očištěný, je připravený na proces lakování. Lakování dřeva probíhá v několika vrstvách. Nejdříve je nanесena základní vrstva, která je poté obroušena, aby byl povrch hladký. Následuje nanесení druhé vrstvy laku a opět broušení, aby byl povrch stále hladký. Takto se nanесе potřebné množství vrstev laku a každá vrstva se po nanесení a zaschnutí obrousí. Lakování probíhá buď ručním natíráním, nástřikem anebo strojově (Shenzhen Eagle Creation Toys, © 2006-2022).

Potisk povrchu

Po dokončení lakovacího procesu a zaschnutí laku je také možné na povrch hraček vytisknout požadovaný motiv. Pro potisk povrchu dřevěných hraček se používají dvě tiskové techniky – sítotisk nebo tamponový tisk (Shenzhen Eagle Creation Toys, © 2006-2022).

Ruční malování povrchu a gravírování

Pro vytvoření originální hračky nebo jedinečného stylu hračky je možné dřevěnou hračku ručně namalovat. Další možností je gravírování povrchu, a to buď pomocí horké ražby nebo pomocí laseru (Shenzhen Eagle Creation Toys, © 2006-2022).

3 EKONOMICKÉ ASPEKTY VÝROBY

3.1 Náklady

Náklady se mohou rozlišovat ve dvojitým pojetí. Finanční pojetí nákladu, které je určeno pro potřeby externích uživatelů a manažerské pojetí nákladů, které je určeno pro interní potřeby manažerů a pro řízení podniku.

Ve finančním účetnictví znamenají náklady spotřebu výrobních faktorů pro vytvoření podnikových výnosů. Některé náklady vznikají okamžitě (spotřeba materiálu) některé postupně (postupné opotřebení strojních zařízení).

V manažerském účetnictví znamenají náklady vše, co bylo skutečně spotřebováno v danou chvíli. Dále sem patří i např. ušlá mzda podnikatele (kdyby byl zaměstnán, dostával by mzdu) nebo oportunitní náklady (např. možné úroky z investování vlastního kapitálu) (Nováková 2018; Hromková, Tučková, Zámečník 2007).

3.1.1 Variabilní náklady

Variabilní náklady se mění společně se zvyšováním a snižováním výroby více nebo méně úměrně. Existují tři typy variabilních nákladů:

- Proporcionální – mění se úměrně se změnou objemu výroby.
- Nadproporcionální – zvyšují se více než objem výroby, např. mzda za přesčasovou práci.
- Podproporcionální – zvyšují se pomaleji oproti růstu objemu výroby, např. náklady na údržbu.

Do variabilních nákladů patří jednicové náklady a variabilní část režijních nákladů (Hromková, Tučková, Zámečník 2007).

3.1.2 Fixní náklady

Fixní náklady se oproti variabilním nákladům nemění v závislosti na objemu produkce. Tyto náklady musí organizace uhradit nezávisle na obchodních aktivitách. Fixní náklady jsou spojené s chodem a provozováním organizace. Do fixních nákladů patří např. platy manažerů, odpisy majetku, nájemné, licence apod. (Hromková, Tučková, Zámečník 2007).

3.1.3 Jednicové náklady

Jednicové náklady zahrnují náklady, které přímo souvisí s jednotlivými výkony jako např. mzdové náklady nebo materiál. Důležité jsou tyto náklady při sestavování výrobní ceny výrobku (Management Mania, ©2011-2016).

3.1.4 Režijní náklady

Režijní náklady vznikají díky podpůrným procesům organizace. Někdy se označují i jako nepřímé nebo provozní náklady. Tyto náklady nelze přímo spojit s výrobou výrobku, ale jsou důležité pro celkový chod podniku. Může se jednat např. o nájemné za prostory k podnikání (Management Mania, ©2011-2016; Shopify, ©2022).

3.2 Kalkulace nákladů

Kalkulace nákladů je jedním z nejdůležitějších nástrojů pro řízení podniku. Slouží ke tvorbě cen, rozpočtů, kontrole hospodárnosti, rentability výnosů nebo limitování nákladů. Kalkulace nákladů ukazuje jednotlivé náklady a jejich úhrn na kalkulační jednici.

- Kalkulační jednice – výkon, který je měřitelný nějakou jednotkou např. počet kusů, hmotnost, délka apod.
- Kalkulované množství – počet jednic, pro které se sestavuje kalkulace

Každý podnik používá svůj individuální kalkulační vzorec, který však musí respektovat zásady klasifikace nákladů. Kalkulační vzorce se mezi podniky liší především ve struktuře kalkulovaných nákladů a výkonů.

3.2.1 Všeobecný kalkulační vzorec

Ve všeobecném kalkulačním vzorci jsou zahrnuty tyto náklady:

- Přímý (jednicový) materiál – základní materiál výrobků
- Přímé (jednicové) mzdy – mzdy pracovníků, kteří se přímo podílí na výrobě
- Ostatní přímé (jednicové) náklady – opravy strojních zařízení, licence apod.
- Provozní (výrobní) režie – náklady, které vznikají provozem podniku jako např. energie, příprava nových výrobků apod.
- Vlastní náklady výroby
 - Správní režie – všechny náklady, které souvisejí s řízením a správou podniku

- Vlastní náklady výkonu
 - Odbytové náklady – tyto náklady se skládají z odbytové režie a přímých odbytových nákladů, např. obaly výrobků, propagace a reklama apod.
- Úplné vlastní náklady výkonu – součet všech výše uvedených nákladů
 - Zisk (ztráta)
- Prodejní cena (cena výkonu) – náklady + zisk (Hromková, Tučková, Zámečník 2007).

3.2.2 Metody kalkulace nákladů

- Kalkulace dělením:
 - Prostá kalkulace – při této kalkulaci se celkové náklady vydělí počtem výkonů. Tato kalkulace nachází uplatnění v hromadné výrobě např. těžba ropy, výroba nápojů apod.
 - Stupňovitá kalkulace – tato kalkulace se používá při výrobě, která se skládá z několika fází (stupňů). Kalkulace se sestavuje pro každou fázi výroby zvlášť. Tato metoda se uplatňuje především v chemické výrobě.
 - Kalkulace dělením s ekvivalentními čísly – používá se u výrobků, které se od sebe liší pouze velikostí, hmotností, tvarem nebo jakostí např. výrobky ze dřeva. U těchto výrobků se zvolí ekvivalentní čísla podle poměru např. výrobního času, hmotnosti nebo velikosti, pomocí kterých se vypočítají náklady na jednotlivé výrobky.
- Kalkulace přírážková – tato kalkulace se používá většinou v sériové výrobě. U této kalkulace se náklady dělí na přímé a režijní, ke kterým se připočte přírážka, procentuálně nebo sazbou, která tvoří zisk.
- Kalkulace ve sdružené výrobě – používá se ve výrobě, kdy vzniká zpracováním základního materiálu více výrobků jako např. při zpracování uhlí vzniká koks, dehet, čpavek a benzol. Používají se zde dvě metody kalkulace a to:
 - Zůstatková (odečítací) metoda kalkulace – u této metody se dělí výrobky na hlavní a vedlejší. Celkové náklady se odečítají od celkové prodejní ceny vedlejších výrobků a zbytek se považuje za náklady hlavního výrobku.

- Rozčítací metoda kalkulace – tato metoda se používá, pokud není možné rozdělit výrobky na hlavní a vedlejší např. výroba různých druhů mouky v mlýně. Zde se používají ekvivalentní čísla podle poměru množství vzniklých výrobků, pomocí kterých se vypočítá i poměr nákladů k celkovým nákladům výroby.
- Rozdílové metody kalkulace – tyto metody stanovují oproti předchozím metodám výši nákladů předem podle normy nebo standardu a zjišťují rozdíl skutečných nákladů s těmi očekávanými. Mezi tyto metody patří:
 - Normová metoda – u této metody se předem stanoví výše přímých nákladů podle standardu a analyzují se odchylky od skutečných nákladů.
 - Metoda standartních nákladů – tato metoda je podobná jako normová metoda kalkulace, avšak s rozdílem, že jsou zde obsaženy všechny náklady, přímé i nepřímé (Hromková, Tučková, Zámečník 2007).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 VÝROBA SKLÁDAČKY POMOCÍ TECHNOLOGIE 3D TISKU

Návrh skládačky vychází z běžně dostupných hraček a skládaček na trhu se zapojením představivosti.

4.1 Návrh skládačky

Před samotným návrhem skládačky probíhal průzkum již dostupných dětských skládaček a hraček pro získání inspirace k výrobě skládačky pomocí technologie 3D tisku. V dnešní době je k dispozici na internetu a v obchodech nepřeberné množství dětských hraček a skládaček, proto bylo těžké vybrat jednu, která by upoutala a zaujala na první pohled. Nakonec se taková našla, na webové stránce https://www.elisdesign.cz/drevene-puzzle-slon/?gclid=CjwKCAjwxOCRBhA8EiwA0X8hi5GmpeDTuGJT_AvvBQmDHUp_o9YY6pxSMi_2Vk5BjzhajL1vpPjCIRoCxnAQAvD_BwE.

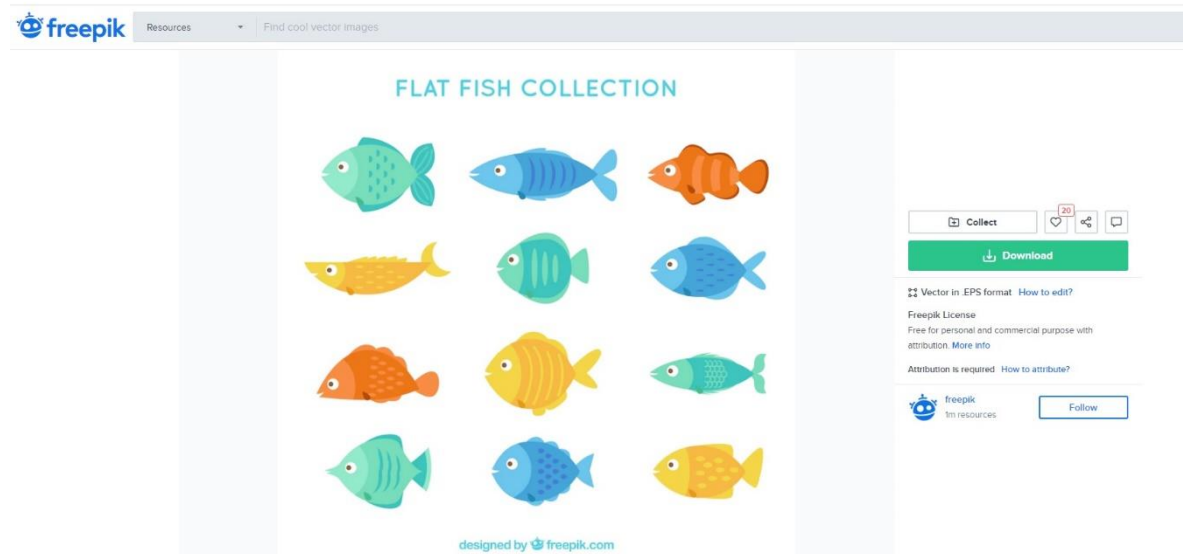


Obrázek 1 Skládačka slona zdroj: https://www.elisdesign.cz/drevene-puzzle-slon/?gclid=CjwKCAjwxOCRBhA8EiwA0X8hi5GmpeDTuGJT_AvvBQmDHUp_o9YY6pxSMi_2Vk5BjzhajL1vpPjCIRoCxnAQAvD_BwE

Na této skládačce je zajímavá především jednoduchost, díky které půjde skládačka snadno vyrobit pomocí technologie 3D tisku, a také to, že takhle jednoduchá skládačka rozvíjí u dětí spoustu dovedností.

Tímto byla vybrána vhodná skládačka pro výrobu pomocí technologie 3D tisku.

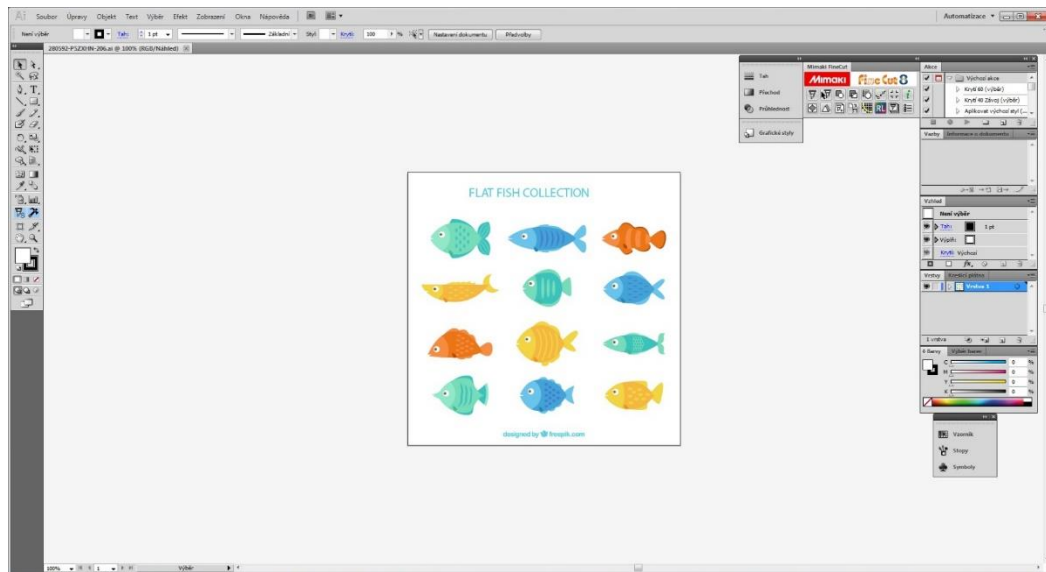
Pro návrh skládačky byl zvolen namísto motivu slona motiv ryby, tudíž bylo potřeba vytvořit vhodný 3D model ryby. Nejprve bylo potřeba vyhledat vhodný tvar ryby. Hledání začalo na webové stránce https://www.freepik.com/free-vector/set-colorful-fishes-flat-style_2111527.htm#query=fish&position=24&from_view=search, kde se nachází nepřehledné množství obrázků. Na této webové stránce se nachází grafika, která je určena pro profesionální použití, a tudíž je s ní možné dále pracovat v grafickém editoru.



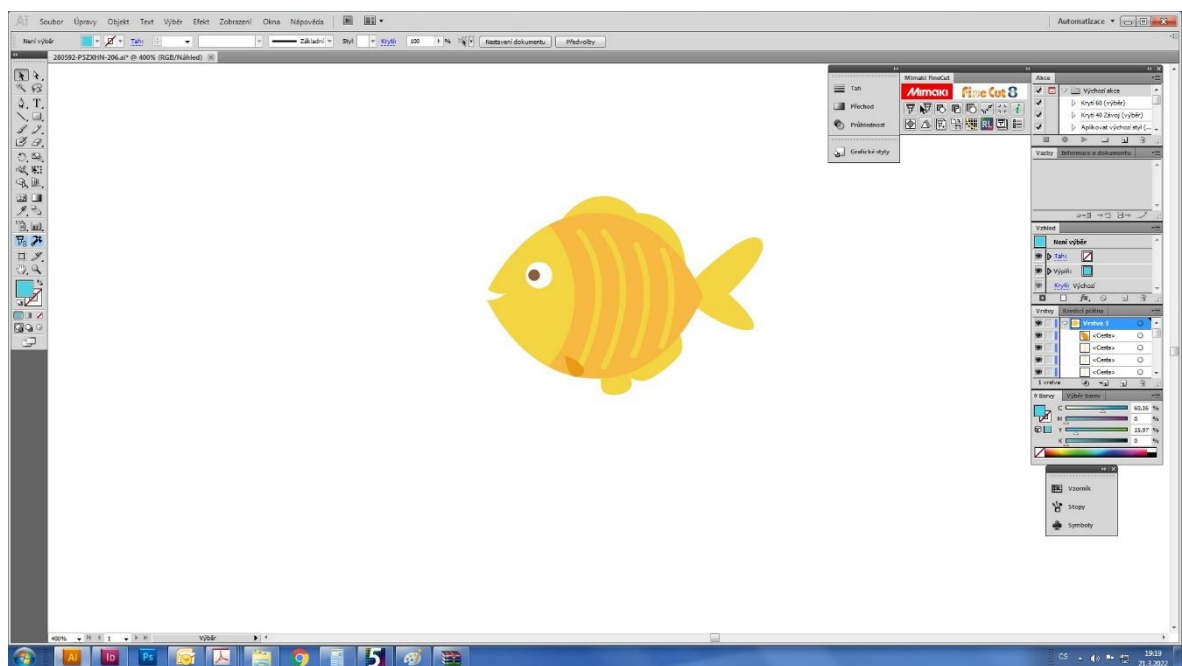
Obrázek 2 2D modely ryb zdroj: https://www.freepik.com/free-vector/set-colorful-fishes-flat-style_2111527.htm#query=fish&position=24&from_view=search

Stažený soubor s rybami bylo potřeba dále zpracovat, a to konkrétně v grafickém editoru Adobe Illustrator, který je určen pro práci s grafikou.

Nyní bylo potřeba vybrat správný tvar ryby.

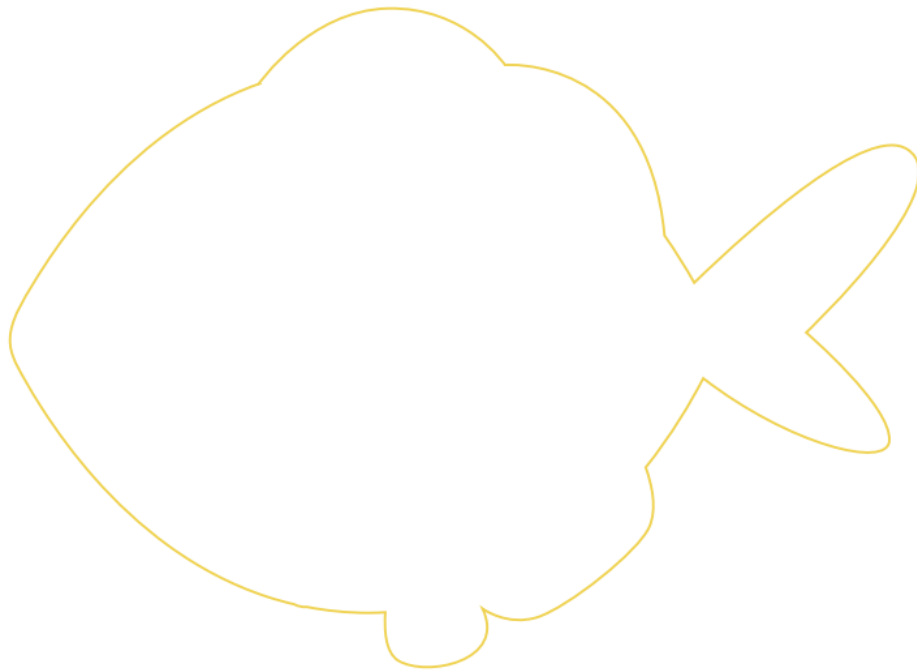


Obrázek 3 2D modely ryb v Adobe Illustrator zdroj: vlastní tvorba



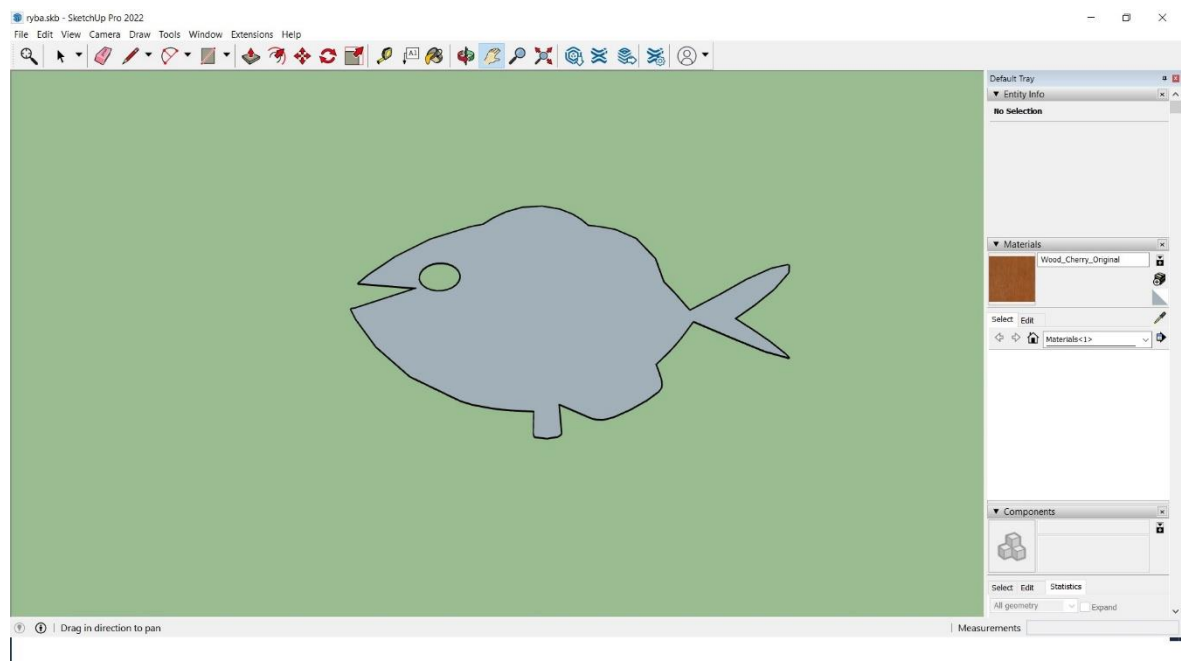
Obrázek 4 2D model ryby v Adobe Illustrator zdroj: vlastní tvorba

Po zvolení tvaru ryby následovalo v grafickém editoru Adobe Illustrator úprava původního obrázku tak, aby zůstal pouze obrys ryby, který byl potřeba pro vytvoření 3D modelu.



Obrázek 5 Obrys ryby pro 3D model zdroj: vlastní tvorba

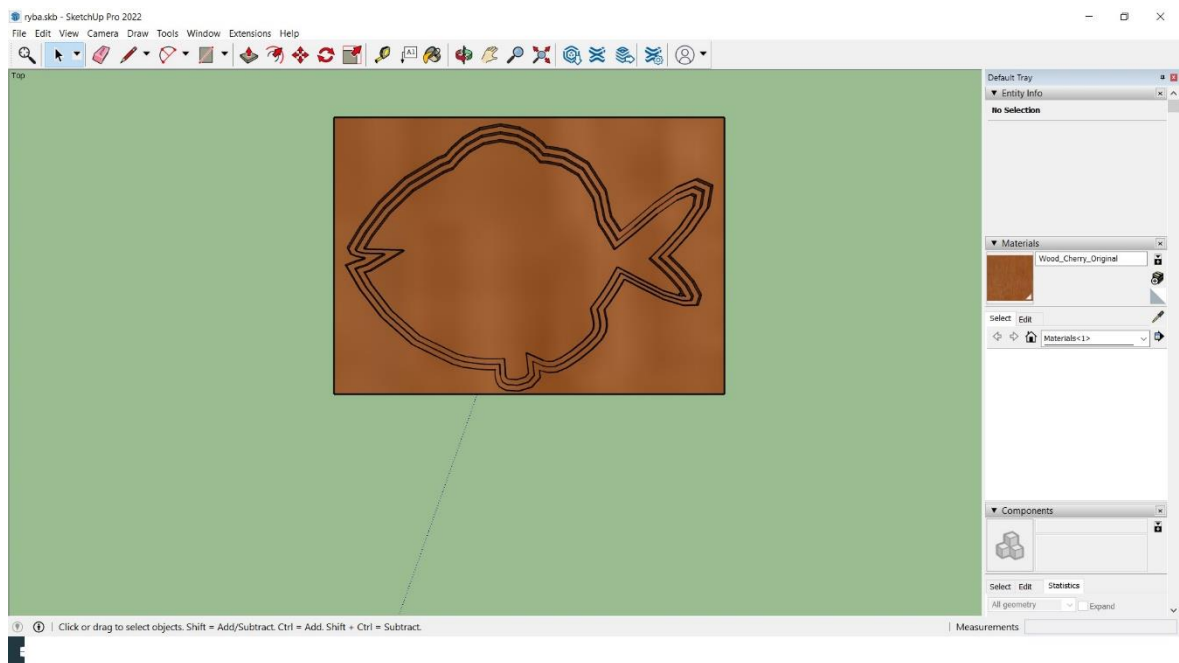
Poté se soubor s obrysem ryby otevřel v programu SketchUp, což je software pro vytváření 3D modelů, který je zdarma na internetu. Předchozí vytvoření obrysu ryby v editoru Adobe Illustrator zjednodušilo práci v programu SketchUp, protože hlavní tvar pro skládačku již byl vytvořen.



Obrázek 6 Obrys ryby v programu SketchUp zdroj: vlastní tvorba

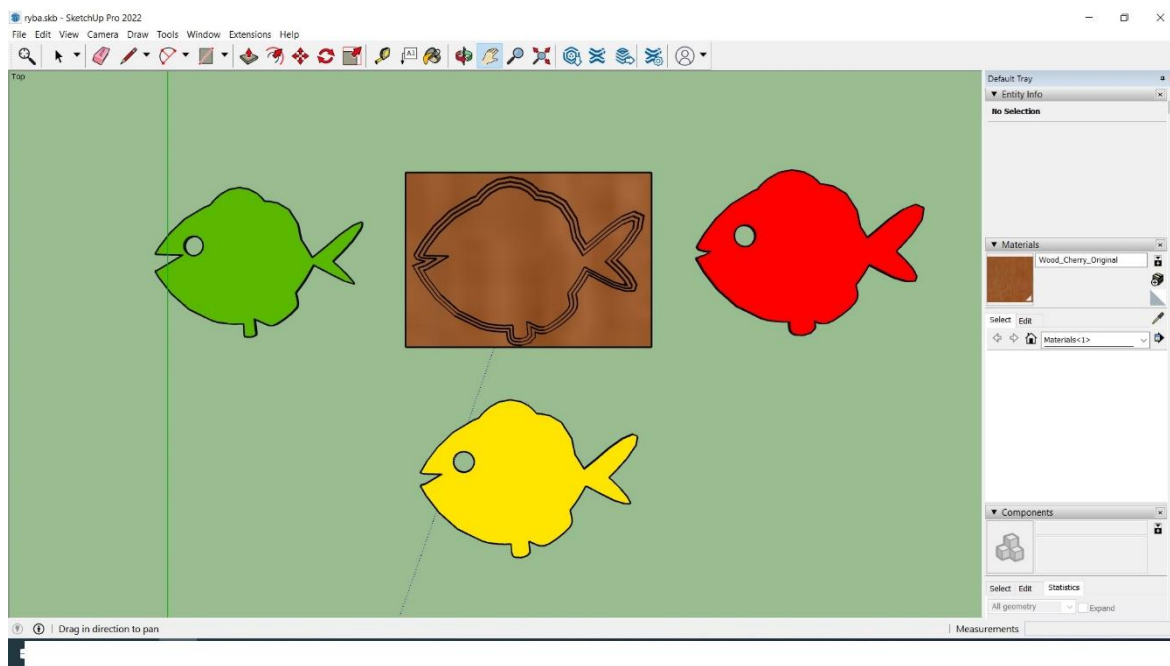
Nyní mohlo začít vytváření 3D modelu. Jako první bylo potřeba vytvořit formu, do které se budou vkládat ryby. Vytvořen byl proto obdélník o velikosti 148 x 105 mm, u kterého byla poté nastavena výška 20 mm, aby se z obdélníku stal 3D model, kvádr. Do tohoto kvádru se přesunul připravený obrys ryby a upravila se jeho velikost tak, aby vyplnil, co nejvíce prostoru, ale zároveň, aby nebyl až do hran formy. Velikost tohoto obrysu ryby je 138 x 101 mm. Následně se tento obrys ryby duplikoval a byl zmenšen ze 138 mm na 137 mm. Druhý rozměr se již poměrově zmenšil také, a to na 99,5 mm. Tento o 1 mm menší duplikát poslouží jako 3D model ryby, který se bude vkládat do formy. Na obrysu ryby, který se nacházel ve formě se nastavila tloušťka 4 mm, směrem dovnitř formy. Tímto vznikl první otvor ve formě vysoký 4 mm a zároveň i první 3D model ryby.

Poté byl obrys ryby zmenšen o 5 mm na 133 x 96,5 mm a vytvořen z něho opět o 1 mm menší duplikát. Menší obrys ryby se vystředil do formy a opět se na něm nastavila výška 4 mm směrem dovnitř do formy a tímto vznikl druhý, menší otvor. Tento proces se opakoval i po třetí, kdy se obrys ryby zmenšil o dalších 5 mm, na 128 x 92,5 mm, a byl vytvořen duplikát o 1 mm menší. Tento obrys byl opět vystředěn do formy a byla na něm nastavena tloušťka 4 mm směrem dovnitř formy a vznikl tak poslední, třetí otvor ve formě.



Obrázek 7 Forma skládačky zdroj: vlastní tvorba

Dále se nastavila na všech třech duplikátech, které vznikly při tvorbě otvorů do formy, tloušťka 3 mm. Tímto vznikly i modely ryb, které se budou vkládat do formy.



Obrázek 8 3D model skládačky zdroj: vlastní tvorba

Poté následovalo uložení 3D modelu a jeho převedení do formátu stl, což je standardní formát pro tisk pomocí technologie 3D tisku.

4.2 Tisk skládačky pomocí technologie 3D tisku

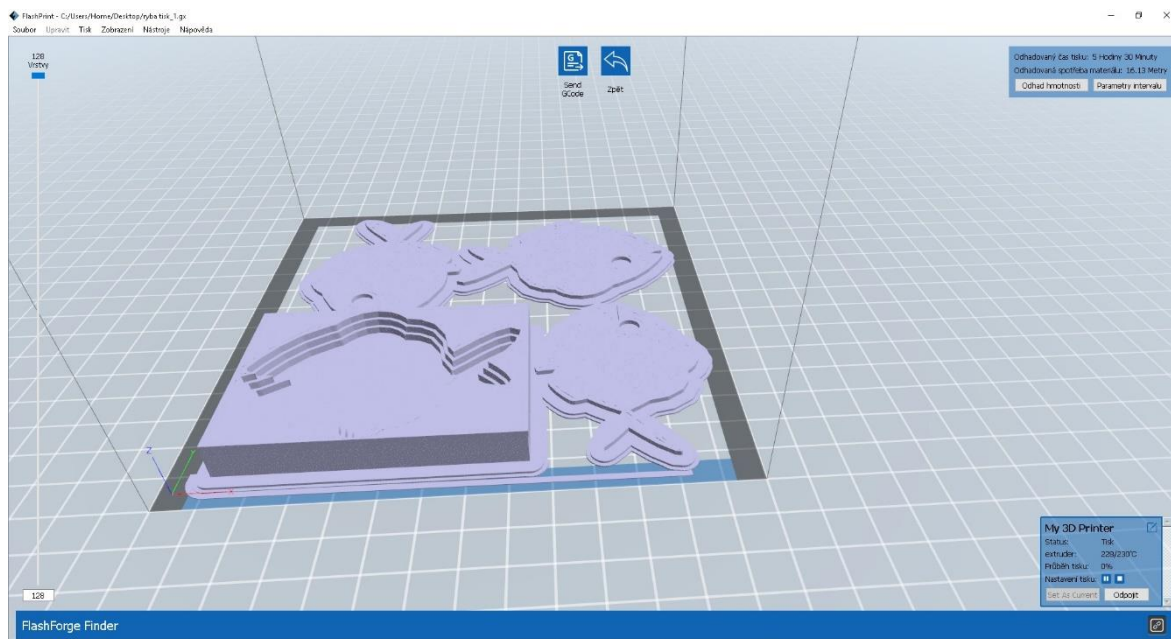
Pro tisk skládačky bylo na výběr ze dvou metod technologie 3D tisku, a to Material Extrusion, konkrétně metoda Fused Filament Fabrication (FFF) a metoda Multi Jet Fusion (MJF). Obě tyto technologie slouží k vytváření plastových modelů. Metoda MJF je však určena spíše pro průmyslovou výrobu, dosahuje při tisku větších detailů, protože velikost jedné vytištěné vrstvy je menší než u technologie FFF a materiál je zde dražší, proto byla zvolena technologie FFF.

Tabulka 10 Cena tisku skládačky, zdroj: vlastní tvorba

Technologie	Cena (Pouze přímé náklady za tisk)
Multi Jet Fusion (MJF)	2 294,- Kč
Fused Filament Fabrication (FFF)	84,- Kč

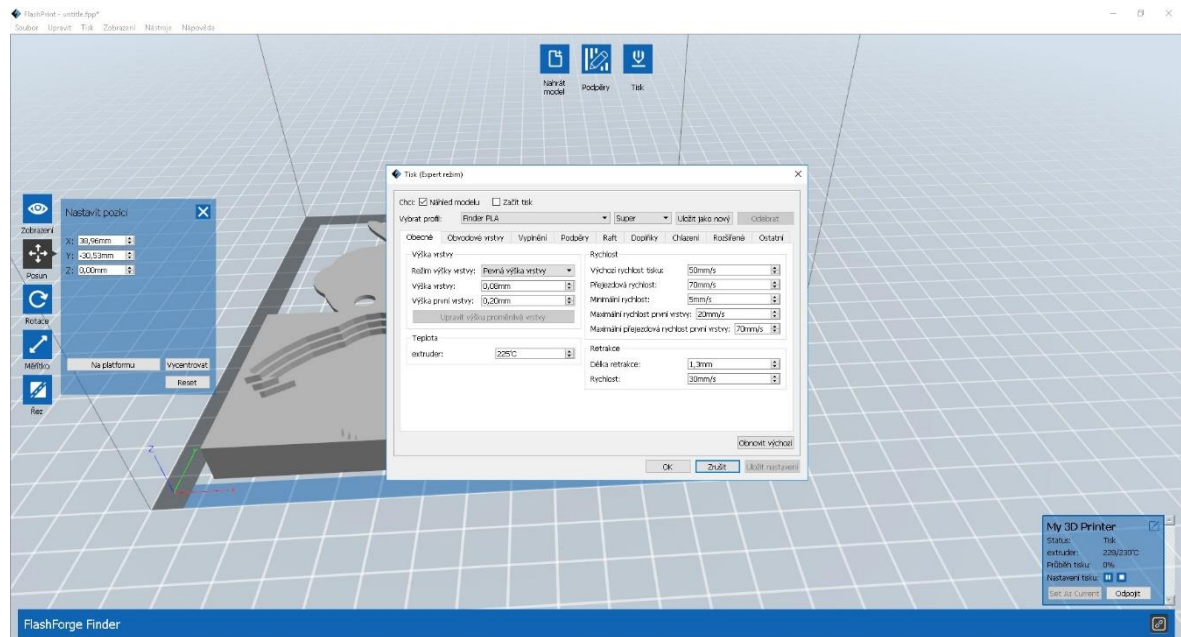
Tisk probíhal na Střední průmyslové škole elektrotechnické a obchodní akademii v Mohelnici. Na této škole mají k dispozici 3D tiskárnu fungující metodou FFF. Konkrétně

se jednalo o tiskárnu FlashForge Finder. Omezení u této tiskárny bylo ve velikosti tisku. Bylo zde možné tisknout modely o maximální velikosti pouze 140x140x140 mm. Z tohoto důvodu bylo potřeba prototyp skládačky zmenšit, a to na 50 % původní navrhované velikosti. Před samotným tiskem bylo potřeba zmenšený model správně vyskládat na tiskovou podložku, aby bylo možné vytisknout celý model najednou.



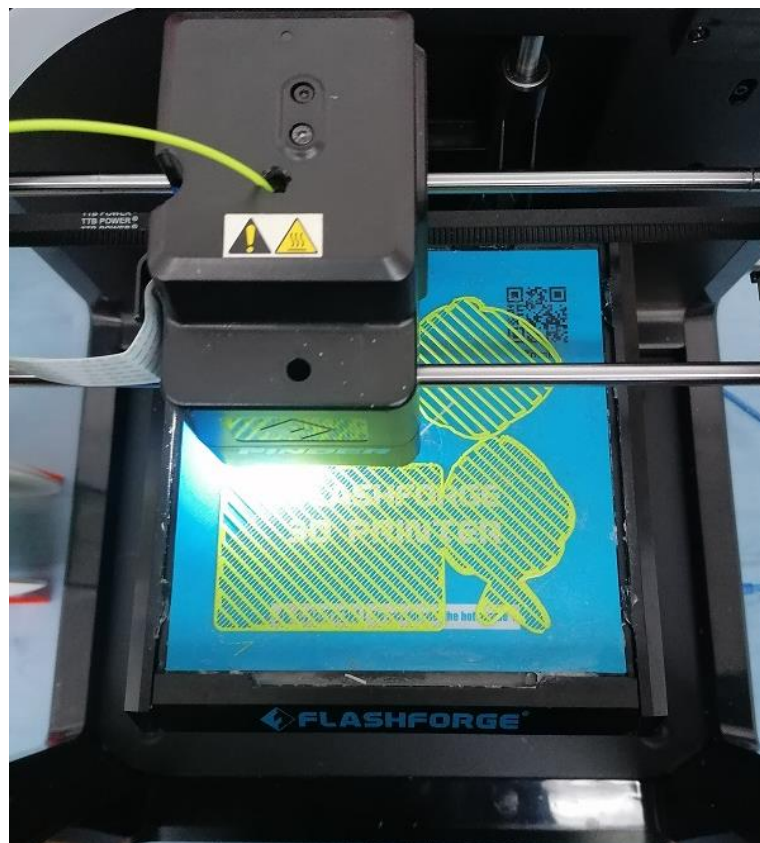
Obrázek 9 Vyskládání modelu na tiskovou podložku zdroj: vlastní tvorba

Dále bylo potřeba správně nastavit parametry pro tisk. Konkrétně se jednalo o teplotu, která je určena výrobcem materiálu. Pro tisk skládačky byl použit filament z polylaktidových vláken (PLA), který má předepsanou teplotu tisku 200-230°C. Dále bylo potřeba nastavit množství výplně modelu. Množství výplně materiálu určuje pevnost modelu i výslednou cenu, protože s větší výplní je spotřebováno i více materiálu a tím je cena modelu vyšší. Pro model skládačky bylo nastaveno množství výplně na 25 %, což je z hlediska tuhosti dostačující. Posledním parametrem, který bylo potřeba nastavit je výška jedné nanesené vrstvy. Zde platí, že čím je vrstva menší tím je tisk kvalitnější, protože nejsou vidět jednotlivé přechody mezi vrstvami. Pro skládačku byla zvolena výška jedné vrstvy 0,08 mm.



Obrázek 10 Nastavení parametrů tisku zdroj: vlastní tvorba

Nyní bylo vše připravené a mohl se spustit samotný proces tisku. Ten probíhal tak, že se nejprve převedl 3D model do tzv. *G-code*, který se následně začal z počítače odesílat do tiskárny. Jakmile se nahřála tisková hlava na požadovanou teplotu začal tisk první vrstvy.



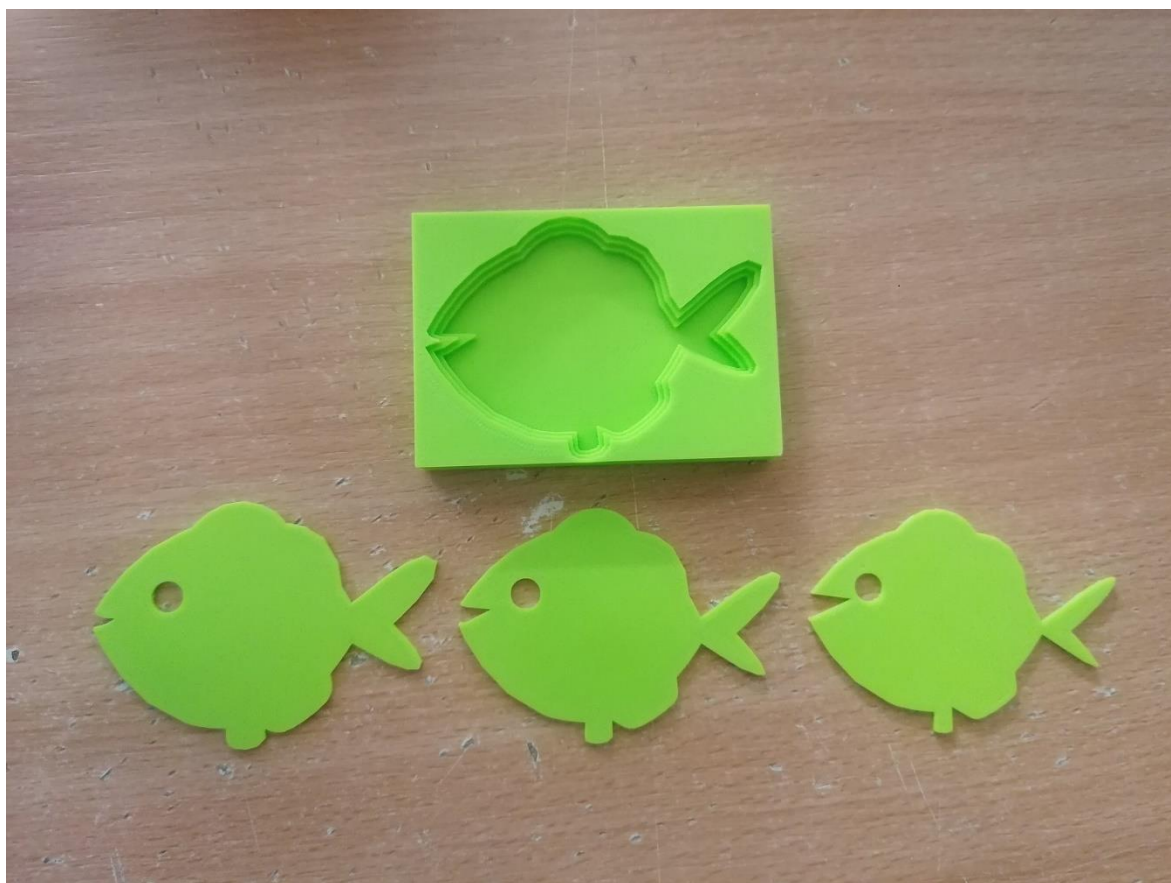
Obrázek 11 Tisk skládačky zdroj: vlastní tvorba

Postupně byly nanášeny jednotlivé vrstvy materiálu vysoké 0,08 mm, dokud nebyla vytištěna celá skládačka. Celkem se jednalo o 250 vrstev plus podkladové vrstvy. Samotný tisk skládačky trval cca 5,5 hodiny. Pro tisk byl zvolen filament výrazně zelené barvy, která bude lákat zrak dětí.

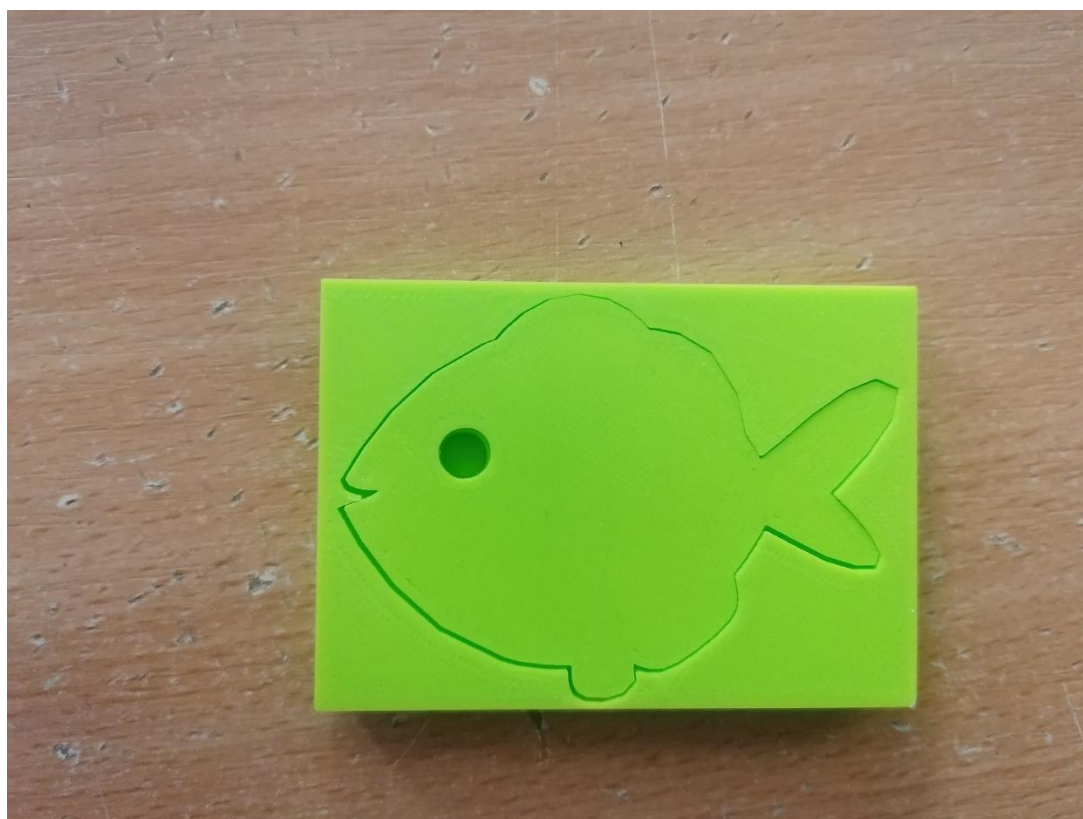
Po vytištění bylo potřeba jednotlivé části vyloupat ze základní vrstvy a to opatrně, aby nedošlo k poškození jednotlivých částí.



Obrázek 12 Vytištěná skládačka včetně podkladové vrstvy zdroj: vlastní tvorba



Obrázek 13 Rozložená skládačka zdroj: vlastní tvorba



Obrázek 14 Poskládaná skládačka zdroj: vlastní tvorba

4.3 Dokončující zpracování skládačky

Na skládačce vznikly během tisku ostré hrany, které bylo potřeba odstranit, jelikož se jedná o dětskou hračku. K tomuto účelu postačilo ruční broušení pomocí brousícího papíru a nebylo potřeba využít broušení strojového.

Žádné další zpracování již model nepotřeboval, jelikož při tisku nebylo potřeba vytvářet žádné pomocné podpěry, které by se musely odstranit a model není potřeba ani nějak barvit, protože filamenty používané u metody FFF jsou již barevné a pro účely skládačky dostačující.

4.4 Zhodnocení výroby

Metod výroby z plastů u technologie 3D tisku je několik. Většina metod však používá plastový granulát, který se spojuje dohromady nejčastěji pomocí tavení. U těchto metod je potřeba následné dokončující zpracování, a to broušení modelu a následné barvení, pokud se jedná o funkční model jako tomu je u vyráběné skládačky. U metody FFF se však namísto plastového granulátu používá filament, který se prodává ve spoustě odstínů barev, ale i s různými vlastnostmi. Konkrétně u vyráběné dětské skládačky je toto žádoucí, jelikož dětské hračky jsou zpravidla pestře barevné, aby děti zaujaly na první pohled. U metody FFF tudíž odpadá potřeba model po vytištění barvit a zůstává pouze potřeba model obrousit, a to jen od nedokonalostí či ostrých hran, aby nedošlo k poranění dítěte.

Modely není potřeba vytvářet v příliš vysoké kvalitě, kterou určuje výška jedné nanesené vrstvy při tisku. Z pohledu kvality je tudíž metoda FFF dostačující pro výrobu dětských hraček a není potřeba využít jiných metod, které dosahují větší kvality tisku díky nanášení menších tiskových vrstev, jako např. při tisku pomocí plastových granulátů.

Další velkou výhodou je finanční úspora, a to nejen za materiál. Plastový filament použitý při výrobě skládačky byl levnější, než kdyby byl použit plastový granulát.

Tabulka 11 Náklady při výrobě skládačky pomocí technologie 3D tisku, zdroj: vlastní tvorba

Metoda tisku	Cena materiálu
MJF (Multi Jet Fusion)	2 294,- Kč
FFF (Fused Filament Fabrication)	42,- Kč

4.5 Návrhy zlepšení

Velikost vytištěného prototypu skládačky je dostačující, avšak pro lepší manipulaci dítěte se skládačkou a pro lepší rozpoznání rozdílů ve velikosti mezi jednotlivými dílky by byla vhodnější původně navrhovaná velikost skládačky, která obsahuje formu ve velikosti 148 x 105 mm namísto vytištěné skládačky s velikostí formy 74 x 52,5 mm.

Návrh skládačky by se mohl upravit tak, aby nevznikly ostré hrany. Především u vkládací formy by mohly být namísto ostrých rohů zakulacené rohy.

Poslední návrh zlepšení se týká barevného provedení skládačky. Pro jednodušší určení velikosti jednotlivých ryb by se mohlo využít při tisku více barev, např. každá ryba by mohla být vytištěna z jinak barevného filamentu.

4.6 Bezpečnost skládačky pro dítě

Z hlediska bezpečnosti skládačky pro dítě je důležité dbát na to, aby skládačka neměla žádné ostré hrany. U vyráběné skládačky vznikly ostré hrany především na vkládací formě, konkrétně na jejich rozích a také několik na vkládacích rybách. Všechny tyto hrany byly ručně obroušeny pomocí brousicího papíru, aby nedošlo k poranění dítěte.

Při výrobě dětských hraček je také důležité dbát na použitý materiál, který musí být zdravotně nezávadný, protože děti rády objevují hračky i svými ústy. Při výrobě skládačky byl použit materiál PLA, který se vyrábí z kukuřičného či bramborového škrobu anebo z cukrové třtiny. Každý materiál má svůj bezpečnostní list, kde jsou uvedeny možné nežádoucí účinky daného materiálu. Podle bezpečnostního listu použitého filamentu, který je dostupný na webové stránce https://www.materialpro3d.cz/user/related_files/msds_easy_pla-28.pdf, se nejedná o nebezpečnou látku, která není nijak toxická a nepředpokládají se u ní žádné nežádoucí účinky při styku s kůží nebo při požití materiálu. Použitý materiál je tedy vhodný pro vyráběnou skládačku a neměl by být nijak škodlivý pro dítě ani při objevování skládačky ústy.

Poslední důležitou záležitostí je velikost skládačky. U malých dětí, do 36 měsíců věku, existuje riziko spolknutí či vdechnutí malých dílů, proto je důležité nevytvářet příliš malé dílky skládačky. U vyráběné skládačky je rozměr nejmenšího dílku 65 mm x 45 mm tudíž je dost velký na to, aby nebyl vdechnut či spolknut.

4.7 Vliv vytištěné skládačky na dítě

Vyrobená skládačka je určena pro děti od 12 měsíců věku. V tomto věku skládačky rozvíjí u dítěte motoriku, logické myšlení a představivost.

Vyrobená skládačka rozvíjí především jemnou motoriku, kdy se dítě učí chytat jednotlivé předměty do rukou a přesouvat je na jiné místo. Konkrétně u skládačky se jedná právě o chytání a vkládání jednotlivých ryb do formy. Dále se u dítěte rozvíjí logické myšlení a představivost díky tomu, že dítě musí seřadit do formy jednotlivé ryby podle toho, jak do formy zapadnou. Každá ryba je jinak velká a patří právě jen do jednoho otvoru ve formě.

5 ZHODNOCENÍ VÝROBY Z EKONOMICKÉHO POHLEDU

Pro případné zavedení navrhované skládačky do výroby je důležité vyčíslení nákladů navrhovanou výrobní technologií a také porovnání nákladů na výrobu alternativními metodami.

5.1 Vynaložené náklady na výrobu skládačky

Náklady na vyrobenou skládačku vychází z přímých nákladů vynaložených na výrobu.

5.1.1 Náklady na vyrobenou skládačku o velikosti 74 x 52,5 mm.

Pro výrobu této skládačky byl použit filament PLA o tloušťce 1,75 mm od firmy Fiberlogy, dostupný v internetovém obchodě <https://www.materialpro3d.cz/pla-1-75/easy-pla-filament-svetle-zeleny-1-75mm-fiberlogy-850g/>. Tento materiál se prodává v kotouči za cenu 510,- Kč a obsahuje 255 m filamentu.

Pro výrobu skládačky bylo spotřebováno 17 m filamentu, při nastavené výplni 25 %. Dále je potřeba počítat se spotřebou elektrické energie. Použitá tiskárna FlashForge Finder 3D Printer má spotřebu elektrické energie podle jejího energetického štítku 65 W za jednu hodinu provozu. Tisk skládačky trval 5,5 hodiny. Posledním přímým nákladem je brousící papír pro odstranění ostrých hran v ceně 5,- Kč.

Cena spotřebovaného filamentu se vypočítá jako podíl pořizovací ceny filamentu a celkového návinnu na kotouči, tímto bude zjištěna cena za 1 m filamentu a ta se následně vynásobí spotřebovaným množstvím filamentu.

Cena spotřebovaného filamentu = $(510,- \text{ Kč} / 255 \text{ m}) * 17 \text{ m} = 34,- \text{ Kč}$

Cena spotřebované energie se vypočítá dle energetické spotřeby 3D tiskárny, což je 65 W za hodinu, tato hodnota se vynásobí počtem hodin provozu tiskárny a vynásobí cenou za jednotku elektrické energie. Průměrná cena elektrické energie je 8,50,- Kč/kWh. Tuto hodnotu je potřeba vzhledem k nízké spotřebě přepočítat na W, což znamená 8,50,- Kč/kWh /1000.

Cena spotřebované elektrické energie = $(65 \text{ W} * 5,5 \text{ hod.}) * (8,5 / 1000) = 3,- \text{ Kč}$

Posledním přímým nákladem je brousící papír, který byl pořízen za 5,- Kč.

Tabulka 12 Celkové náklady na výrobu skládačky (74x52,5mm), zdroj: vlastní tvorba

Náklady	Cena
Filament 17 m	34,- Kč
Elektrická energie 357,5 W	3,- Kč
Brousicí papír	5,- Kč
Celkem	42,- Kč

5.1.2 Náklady na navrhovanou skládačku o velikosti 148 x 105 mm

Prvním nákladem je spotřebovaný materiál. Cena vychází ze stejného materiálu, který byl použit i na vyráběný prototyp o velikosti 74 x 52,5 mm. Na menší prototyp bylo spotřebováno 17 m filamentu. Na tento model, který je dvojnásobně větší bude spotřeba materiálu 34 m. Spotřeba materiálu roste přímo úměrně s velikostí modelu.

Cena materiálu se opět vypočte jako podíl pořizovací ceny materiálu s návinem materiálu na kotouči a vynásobením této hodnoty délkou spotřebovaného materiálu.

Cena spotřebovaného filamentu = $(510,- \text{ Kč} / 255 \text{ m}) * 34 \text{ m} = 68,- \text{ Kč}$

Cena spotřebované elektrické energie se vypočítá stejně jako u vytištěného modelu, a to spotřeba elektrické energie 3D tiskárny, což je 65 W za hodinu provozu, která se vynásobí počtem hodin tisku a cenou za energii. Počet hodin tisku je přímo úměrný velikosti skládačky, tudíž je dvojnásobný, protože velikost skládačky je také dvojnásobná.

Cena spotřebované elektrické energie = $(65 \text{ W} * 11 \text{ hod.}) * (8,5 / 1000) = 6,08,- \text{ Kč}$

Cena brousicího papíru bude stejná, jako tomu bylo i u menšího modelu skládačky, jelikož se brousicí papír prodává ve velkých arších. Jeden arch brousicího papíru tedy stačí i na obroušení větší skládačky. Cena jednoho archu brousicího papíru je 5,- Kč.

Tabulka 13 Celkové náklady na výrobu skládačky (148 x 105 mm), zdroj: vlastní tvorba

Náklady	Cena
Filament 34 m	78,- Kč
Elektrická energie 715 W	6,- Kč
Brousící papír	5,- Kč
Celkem	89,- Kč

5.1.3 Náklady na výrobu skládačky pomocí metody Multi Jet Fusion (MJF)

Alternativou pro výrobu skládačky byla další metoda technologie 3D tisku využívající plastový materiál, konkrétně metoda Multi Jet Fusion (MJF). Kalkulaci nákladů vytvořila 3D tiskárna zabývající se průmyslovou výrobou, konkrétně v oblasti prototypování dílů pro automobilový průmysl. Tato společnost využívá pro výrobu plastových dílů metody Selective Laser Sintering (SLS) a Multi Jet Fusion (MJF). Tato společnost vytvořila kalkulaci pro výrobu skládačky metodou MJF, jelikož se dle ní jedná o levnější variantu oproti metodě SLS. Výsledná cena skládačky vycházela pouze z nákladů na výrobu bez jakéhokoliv zisku pro společnost a činila 1 896,- Kč bez DPH. Po započítání 21 % DPH činí cena 2 294,- Kč.

Cenová nabídka

číslo **2210625001R1** verze **B** ze dne **31-01-2022**

Projekt: **Puzzle**

Dobrý den,
na základě Vaší poptávky z 01-02-2022 si dovoluujeme zaslat aktuální cenovou nabídku dle Vašich požadavků.

Popis	Technologie / Povrchové úpravy	Cena v CZK bez DPH
Výroba dle zaslaných dat	MJF/PA12 - barva základní šedá	1 896,-

Obrázek 15 Cenová nabídka na výrobu skládačky technologií MJF, zdroj: kalkulace vytvořená oslovenou 3D tiskárnou.

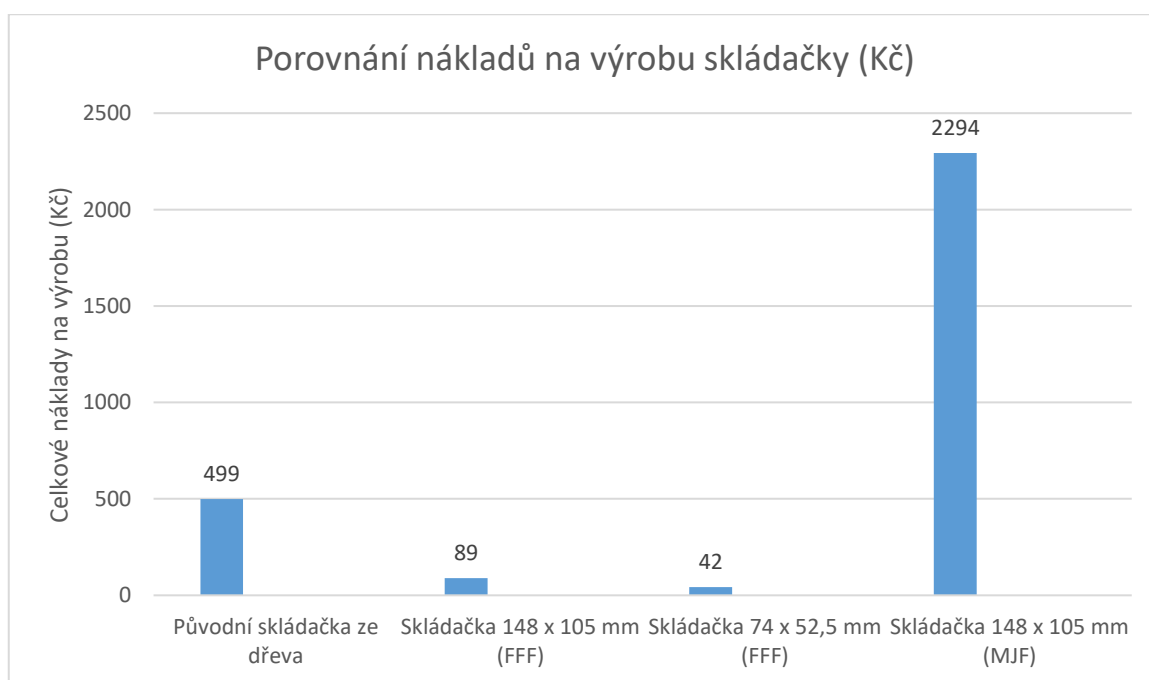
5.1.4 Cena skládačky vyrobená alternativní metodou

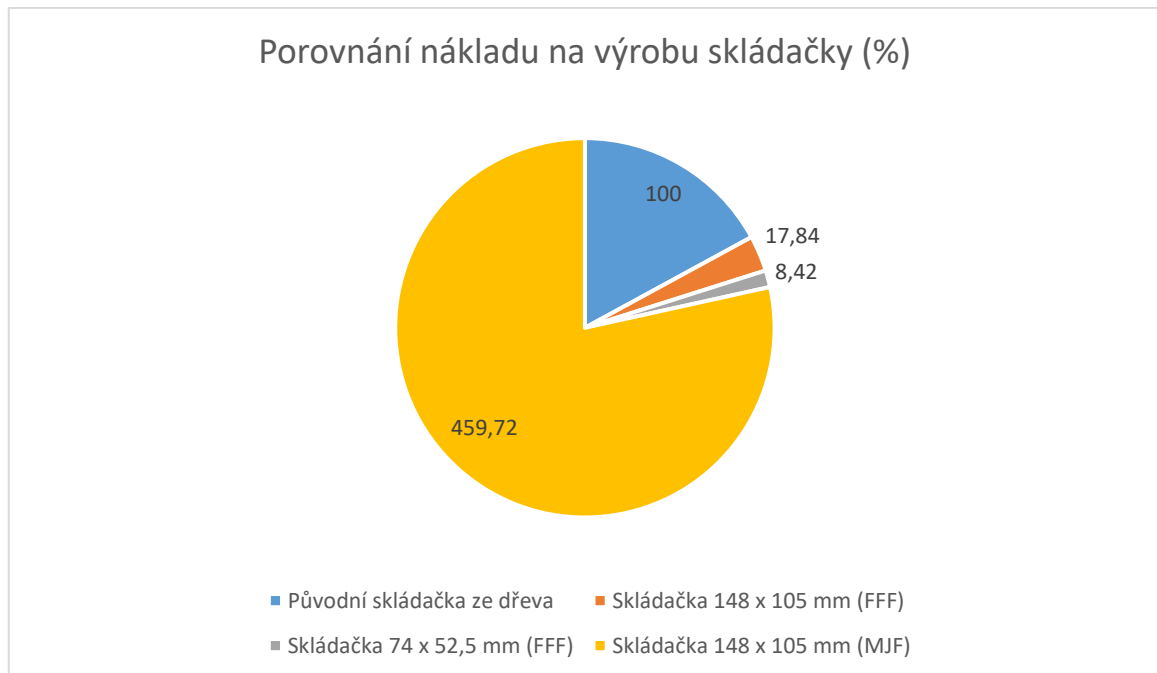
Alternativní metodou pro výrobu skládačky je původní skládačka, ze které nápad vznikl. Tato skládačka je dostupná k prodeji na webové stránce <https://www.elisdesign.cz/drevene-puzzle-slon/> za cenu 499,-Kč. Tato skládačka je vyrobená ze dřeva a má velikost 140 x 110 mm.

5.1.5 Porovnání celkových nákladů na výrobu

Tabulka 14 Porovnání nákladů na výrobu skládačky, zdroj: vlastní tvorba

Typ výroby	Náklady na výrobu	Procentuálně vyjádřené náklady
Původní skládačka ze dřeva	499,- Kč (prodejní cena)	100 %
Skládačka 148 x 105 mm (FFF)	89,- Kč	17,84 %
Skládačka 74 x 52,5mm (FFF)	42,- Kč	8,42 %
Skládačka 148 x 105 mm (MJF)	2 294,- Kč	459,72 %





Z vyčíslených nákladů vyplývá, že pro výrobu skládačky je nejvhodnější využít metodu FFF, pomocí které je možné vyrobit skládačku a dosáhnout minimálních nákladů na výrobu. Pokud by byla zvolena pro výrobu menší velikost skládačky s velikostí formy 74 x 52,5 mm, je možné vytisknout celou skládačku najednou, při výběru větší skládačky by bylo potřeba tisknout jednotlivé díly samostatně popřípadě po dvojicích.

5.2 Návrh výroby pro společnost X

Návrh výroby bude navržen pro konkrétní společnost, která si nepřála být jmenována, a proto bude označena jako společnost X.

Prvním krokem pro zavedení výroby ve společnosti X je koupě 3D tiskárny. Pokud by se společnost rozhodla použít stejnou tiskárnu, která byla použita pro výrobu prototypu skládačky, je možné ji pořídit na webové stránce <https://www.flashforgether.com/product/flashforge-finder-3d-printer>, za cenu 299 € = 7 272,- Kč, při kurzu 1 € = 24,32,- Kč (kurz ČNB ke dni 24.4.2022)

Ve společnosti X by bylo možné umístit 3D tiskárnu do výrobní dílny, kde se již nachází digitální tiskové stroje pro klasický tisk. Pracovník, který tyto stroje obsluhuje, by obsluhoval i tuto 3D tiskárnu. Tiskové stroje, které tam již obsluhuje, jsou podobně jako 3D tiskárna téměř bezobslužné, proto by tento pracovník dokázal obsluhovat i novou 3D tiskárnu. Díky tomu by se mzdové náklady na pracovníka rozdělily mezi více výrobků.

Pokud by společnost vyráběla menší skládačku, o velikosti formy 74 x 52,5 mm, bylo by možné vyrábět celkem dvě skládačky za jeden pracovní den, při výrobě jedné skládačky za 5,5 hodiny. Na tomto středisku se pracuje pouze na jednu směnu o délce 8 hodin. Je zde tedy možné vyrobit jednu skládačku během pracovní směny a poté spustit do tisku druhou, která bude dotisknuta až po skončení směny.

Při výrobě větší skládačky o velikosti formy 148 x 105 mm, by byla společnost schopna vyrobit za jednu pracovní směnu pouze jednu skládačku, jelikož tisk skládačky by trval 11 hodin.

Společnost si dále k nákladům připočítává režijní přírážku ve výši 100 % z celkových přímých nákladů.

Tabulka 15 Vyčíslení celkových nákladů ve společnosti X, zdroj: vlastní tvorba

Velikost skládačky	Náklady	Režijní náklady	Celkové náklady
74 x 52,5 mm	42,- Kč	42,- Kč	84,- Kč
148 x 105 mm	89,- Kč	89,- Kč	178,- Kč

Pokud by společnost vycházela z ceny původní skládačky, která se vyrábí ve velikosti 140 x 110 mm a prodává se za cenu 499,- Kč, mohla by dosahovat následujícího zisku:

Tabulka 16 Vyčíslení zisku při výrobě skládačky, zdroj: vlastní tvorba

Velikost skládačky	Celkové náklady	Prodejní cena	Zisk
74 x 52,5 mm	84,- Kč	250,- Kč	166,- Kč
148 x 105 mm	178,- Kč	499,- Kč	321,- Kč

Celkové roční zisky, kterých by společnost mohla dosáhnout v roce 2022 s celkovým počtem 252 pracovních dní:

Tabulka 17 Vyčíslení ročního zisku ve společnosti X, zdroj: vlastní tvorba

Velikost skládačky	Celkové náklady	Zisk	Počet vyrobených skládaček za rok	Celkový zisk za rok
74 x 52,5 mm	84,- Kč	166,- Kč	504 ks	83 664,- Kč
148 x 105 mm	178,- Kč	321,- Kč	252 ks	80 892,- Kč

5.3 Marketingový průzkum

Nyní bylo potřeba provést marketingový průzkum, zda by byl o koupi hračky zájem. Pro tento účel bylo osloveno 10 maminek s dětmi mezi 12-24 měsíci věku. Těmto maminkám byla skládačka představena včetně technologie výroby, materiálu, ze kterého je skládačka vyrobena a také přínosů skládačky pro dítě. Poté jim byla položena otázka, zda by si hračku pro svoje dítě koupily či ne a z jakého důvodu. Odpovědi jsou shrnuty v následující tabulce:

Tabulka 18 Odpovědi marketingového průzkumu, zdroj: vlastní tvorba

Odpověď	Počet odpovědí	Zdůvodnění
Ano	3	Použití bio materiálu, téměř bezodpadová výroba.
Ano	2	Rozvíjení dovedností u dítěte.
Ne	3	Z důvodu vysoké ceny.
Ne	2	Nezajímavost hračky.

Z odpovědí vyplývá, že by si hračku koupilo 50 % respondentek, které zaujala především moderní výrobní technologie, při které nevzniká téměř žádný odpad, a také materiál, bio polymer, ze kterého je hračka vyrobena. Dále skládačka zaujala také rozvíjením potřebných dovedností u dítěte.

Negativní odpovědi se týkaly především estetické stránky hračky a také ceny hračky. Pokud by se tedy skládačka vyrobila ve více barevném složení a upravila by se cena, mohl by být zájem o její koupi mnohem větší.

ZÁVĚR

V teoretické části práce byla nejprve představena technologie 3D tisku, a to včetně používaných metod a materiálů. Dále byly představeny hračky, jejich vliv na dítě a používané technologie při jejich výrobě. Závěr teoretické části práce byl věnován ekonomickým aspektům výroby.

Praktická část začala hlavním cílem této práce, a to návrhem skládačky a její výrobou pomocí technologie 3D tisku. Návrh skládačky probíhal postupně, nejprve hledáním inspirace skrze dětské skládačky dostupné na trhu. Následoval samotný návrh skládačky pomocí 2D grafického softwaru Adobe Illustrator a pomocí 3D grafického softwaru SketchUp. Samotná výroba skládačky probíhala pomocí 3D tiskárny pracující na principu aditivní metody *Fused Filament Fabrication (FFF)*. Materiál pro skládačku byl zvolen termoplastický polymer z polyaktidových vláken (PLA). Hlavním důvodem volby tohoto materiálu bylo, že je vyroben ze škrobu, a proto je pro dítě zdravotně nezávadný. Po výrobě skládačky probíhaly dokončující práce, především eliminace ostrých hran, aby nedošlo k poranění dítěte. Následně proběhlo zhodnocení výroby, návrhy na zlepšení a její srovnání s alternativními výrobními technologiemi.

Poslední část práce byla věnována ekonomické stránce výroby, konkrétně vyčíslením nákladů na výrobu, samotným návrhem výroby v konkrétní společnosti a také marketingovým průzkumem, zda by byl zájem o koupi navrhované skládačky, která je určena dětem od 12 měsíců věku. Z průzkumu vyplynulo, že pro lepší úspěch v prodeji skládačky by bylo potřeba upravit prodejní cenu skládačky a vylepšit její design.

Všechny hlavní cíle byly prací úspěšně naplněny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ARTLEY, Bill. *Aerospace 3D printing applications*. HUBS, © 2022, [online]. [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: <https://www.hubs.com/knowledge-base/aerospace-3d-printing-applications/>
- [2] AUSPERGER, Aleš. *Technologie zpracování plastu*. 2015, [online]. [cit. 2022-05-05]. ISBN 978-80-88058-75-5. Dostupné z: <https://publi.cz/epubli/book/183-technologie-zpracovani-plastu>
- [3] BOBEK, Jiří. *Vstříkovací formy pro zpracování termoplastů*. 2015, [online]. [cit. 2022-05-05]. ISBN 978-80-88058-63-2. Dostupné z: <https://publi.cz/epubli/book/183-technologie-zpracovani-plastu>
- [4] ČSN EN IEC 62115 ed. 2 (361338). *Elektrické hračky – Bezpečnost*. Normy.biz, 2020, [online]. [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: <https://shop.normy.biz/detail/510633>
- [5] *Educational Benefits of Providing Toys To Children*. Child Development Institute, © 1999-2019, [online]. [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: https://childdevelopmentinfo.com/learning/multiple_intelligences/educational-benefits-toys/#gs.zhw4sd
- [6] ELLIS, Grace. *3D Printing in Construction: Growth, Benefits, and Challenges*. DIGITAL BUILDER, 2020, [online]. [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: <https://constructionblog.autodesk.com/3d-printing-construction/>
- [7] GOLUBEVA, Svetlana. *How to make 3D models*. Artec 3D, 2021 [online]. [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: <https://www.artec3d.com/learning-center/how-make-3d-models>
- [8] *Good Toys for Young Children by Age and Stage*. NAEYC [online]. [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: <https://www.naeyc.org/resources/topics/play/toys>
- [9] *Historie a současnost 3D tisku*. 3D tisk na zakázku, © 2022, [online]. [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: <http://www.3dtisknazakazku.cz/9-clanky/15-historie-a-soucasnost-3d-tisku.html>
- [10] ISO/ASTM 52900:2015(en), *Additive manufacturing — General principles — Terminology*. Online Browsing Platform (OBP), 2015, [online]. [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-astm:52900:ed-1:v1:en:term:2.1.2>

- [11] *Jednicové náklady (Unit Costs)*. Management Mania, © 2011-2016, [online]. [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/jednicove-naklady>
- [12] LONJON, Capucine. *The history of 3d printer: from rapid prototyping to additive fabrication*. Sculpteo, 2017, [online]. [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: <https://www.sculpteo.com/blog/2017/03/01/whos-behind-the-three-main-3d-printing-technologies/>
- [13] MCMAHON, Felicia. "toy.". Encyclopedia Britannica, 2017, [online]. [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/toy#ref274907>
- [14] *Mechanické vlastnosti materiálů pro 3D tisk*. L.K. Engineering, s.r.o., 2017, [online]. [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: <https://www.lke.cz/cz/mechanicke-vlastnosti-materialu-pro-3d-tisk/>
- [15] NAWRAT, Allie, *3D printing in the medical field: four major applications revolutionising the industry*. Medical Device Network, 2018, [online]. [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: https://www.medicaldevice-network.com/analysis/3d-printing-in-the-medical-field-applications/?utm_source=Army%20Technology&utm_medium=website&utm_campaign=Must%20Read&utm_content=Image
- [16] NOVÁKOVÁ, Jana. *Náklady podniku*. Ekonomicky.eu, © 2022 [online]. [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: https://www.orchardtoys.com/blog/the-benefits-of-jigsaw-puzzles-for-children_97026054.htm
- [17] *Overhead Costs*. Shopify, [online]. [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: <https://www.shopify.com/encyclopedia/overhead-costs>
- [18] *Production Process*. Shenzhen Eagle Creation Toys, [online]. [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: <https://pengyuetoy.com/production-process/>
- [19] PRŮŠA, Josef. *Základy 3D tisku s Josefem Průšou*. Praha, 2019, [online]. [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/el/ped/jaro2021/TI9009/111101390/zaklady-3d-tisku.pdf>
- [20] *Režijní náklady (Overhead costs)*. Management Mania. © 2011-2016, [online]. [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/rezijni-naklady-overhead-costs>

- [21] SCHWARZ, David. *Postprocessing 3D výtisků krok za krokem*. Josef Průša, 2018, [online]. [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: <https://josefprusa.cz/postprocessing-3d-vytisku-krok-za-krokem/>
- [22] SUNDBLAD, Donna. *How to Make Wooden Toys*. LoveToKnow, [online]. [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: <https://www.naeyc.org/resources/topics/play/toys>
- [23] *The Benefits of Jigsaw Puzzles For Children*. Orchard Toys, © 2022 [online]. [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: https://www.orchardtoys.com/blog/the-benefits-of-jigsaw-puzzles-for-children_97026054.htm
- [24] *The Types of 3D Printing Technology in 2022*. All3DP, 2021 [online]. [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: <https://all3dp.com/1/types-of-3d-printers-3d-printing-technology/>
- [25] ZÁMEČNÍK, Roman, Zuzana TUČKOVÁ a Ludmila HROMKOVÁ, *Podniková ekonomika II*, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007, [online]. [cit. 2022-05-05]. ISBN 978-807-3186-241.
- [26] ZEMAN, Lubomír. *Vstřikování plastů: teorie a praxe*. Praha: Grada Publishing, 2018 ISBN 978-80-271-0614-1.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

2D – dvoudimenzionální

2PP/TPP – Two-Photon Polymerization

3D – trojdimenzionální

ABS – Akrylonitrilbutadienstyren

Apod. - a podobně

Atd. – a tak dále

CAD – Computer Aided Design

CDLP – Continouns Digital Light Processing

CNC – Computer Numerical Control

CS – Cold Spray

DLP – Digital Light Processing

DMD – Digital Micromirror Device

DMLS – Direct Metal Laser Sintering

DOD – Drop On Demand

DPH – Daň z přidané hodnoty

EBAM – Electron Beam Additive Manufacturing

EBM – Electron Beam Melting

FDM _Fused Deposition Modeling

FFF – Fused Filament Fabrication

ISO – International Organization for Standartization

Kč – Koruna česká

ks – kus

kW – kilowatt

LCD – Liquid Crystal Display

LED – Light-Emitting Diode

LENS – Laser Engineered Net Shaping

LMM – Lithography-based Metal Manufacturing

LOM – Laminated Object Manufacturing

m – metr

m² – metr čtverečný

MJ – Material Jetting

MJF – Multi Jet Fusion

mm – milimetr

MPa – Mega Pascal

MSLA – Masked Stereolithography

Např. - například

PET – Polyethylentereftalát

PETG – Polyethylentereftalát „modifikovaný glykol“

PLA – Polyaktidová vlákna

PμSL – Projection Microstereolithography

RepRap – Replicating Rapid Prototyper

SLA – Stereolithography

SLM – Selective Laser Melting

SLS – Selective Laser Sintering

STL – Stereolitografie

UC – Ultrasonic Consolidation

UV – Ultrafialové

W – Watt

μm – mikrometr

μSLA – Microstereolithography

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Skládačka slona zdroj: https://www.elisdesign.cz/drevene-puzzle-slon/?gclid=CjwKCAjwxOCRbA8EiwA0X8hi5GmpeDTuGJT_AvvBQmDHUp_o9YY6pxSMi_2Vk5BjzhajL1vpPjCIRoCxnAQAvD_BwE	36
Obrázek 2 2D modely ryb zdroj: https://www.freepik.com/free-vector/set-colorful-fishes-flat-style_2111527.htm#query=fish&position=24&from_view=search	37
Obrázek 3 2D modely ryb v Adobe Illustrator zdroj: vlastní tvorba	38
Obrázek 4 2D model ryby v Adobe Illustrator zdroj: vlastní tvorba	38
Obrázek 5 Obrys ryby pro 3D model zdroj: vlastní tvorba	39
Obrázek 6 Obrys ryby v programu SketchUp zdroj: vlastní tvorba	39
Obrázek 7 Forma skládačky zdroj: vlastní tvorba	40
Obrázek 8 3D model skládačky zdroj: vlastní tvorba.....	41
Obrázek 9 Vyskládání modelu na tiskovou podložku zdroj: vlastní tvorba	42
Obrázek 10 Nastavení parametrů tisku zdroj: vlastní tvorba.....	43
Obrázek 11 Tisk skládačky zdroj: vlastní tvorba.....	43
Obrázek 12 Vytiskovaná skládačka včetně podkladové vrstvy zdroj: vlastní tvorba	44
Obrázek 13 Rozložená skládačka zdroj: vlastní tvorba	45
Obrázek 14 Poskládaná skládačka zdroj: vlastní tvorba.....	45
Obrázek 15 Cenová nabídka na výrobu skládačky technologií MJF, zdroj: kalkulace vytvořená oslovenou 3D tiskárnou.	51

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Material Extrusion – přehled technologie, zdroj: vlastní tvorba	15
Tabulka 2 Mechanické vlastnosti materiálů u metody FDM, zdroj: vlastní tvorba	16
Tabulka 3 VAT polymerization – přehled technologie, zdroj: vlastní tvorba	16
Tabulka 4 Powder Bed Fusion – přehled technologie, zdroj: vlastní tvorba	18
Tabulka 5 Material Jetting – přehled technologie, zdroj: vlastní tvorba	19
Tabulka 6 Binder Jetting – přehled technologie, zdroj: vlastní tvorba	20
Tabulka 7 Direct Energy Deposition – přehled technologie, zdroj: vlastní tvorba	21
Tabulka 8 Micro 3D Printing – přehled technologie, zdroj: vlastní tvorba	23
Tabulka 9 Sheet Lamination – přehled technologie, zdroj: vlastní tvorba	24
Tabulka 10 Cena tisku skládačky, zdroj: vlastní tvorba	41
Tabulka 11 Náklady při výrobě skládačky pomocí technologie 3D tisku, zdroj: vlastní tvorba	46
Tabulka 12 Celkové náklady na výrobu skládačky (74x52,5mm), zdroj: vlastní tvorba	50
Tabulka 13 Celkové náklady na výrobu skládačky (148 x 105 mm), zdroj: vlastní tvorba	51
Tabulka 14 Porovnání nákladů na výrobu skládačky, zdroj: vlastní tvorba	52
Tabulka 15 Vyčíslení celkových nákladů ve společnosti X, zdroj: vlastní tvorba	54
Tabulka 16 Vyčíslení zisku při výrobě skládačky, zdroj: vlastní tvorba	54
Tabulka 17 Vyčíslení ročního zisku ve společnosti X, zdroj: vlastní tvorba	55
Tabulka 18 Odpovědi marketingového průzkumu, zdroj: vlastní tvorba	55

