

Design výrobku z polymerů

Sabina Stržínková

Bakalářská práce
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta multimediálních komunikací

Ateliér Průmyslový design

akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Sabina Stržínková**
Osobní číslo: **K13072**
Studijní program: **B8206 Výtvarná umění**
Studijní obor: **Multimédia a design – Průmyslový design**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Design výrobků z polymerů**

Zásady pro vypracování:

1. Analýza výrobků využívající 3D tisk
 2. Technické parametry materiálů vhodných pro 3D tisk
 3. Výzkumná část
 4. Prvotní kresebné návrhy
 5. Vizualizace finálních návrhů
 6. Ergonomická studie vybraných produktu
 7. Technická dokumentace
 8. Funkční modely 1:1
 9. Vypracované písemné doprovodné zprávy zahrnující všechny etapy návrhu
- Na samotném nosiči CD-ROM odevzdejte v minimálním počtu 10 kusů obrazovou dokumentaci praktické části závěrečné práce pro využití v publikacích FMK. Formát pro bitmapové podklady: JPEG, barevný prostor RGB, rozlišení 300 dpi, 250 mm delší strana. Formáty pro vektory: AI, EPS, PDF. Loga a texty v křivkách. V samostatném textovém souboru uveďte jméno a příjmení, login do Portálu UTB, obor (ateliér), typ práce, přesný název práce v češtině a angličtině, rok obhajoby, osobní mail, osobní web, telefon. Přiložte svou osobní fotografii v tiskovém rozlišení.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/umělecké dílo**

Seznam odborné literatury:

KOLESÁR, Zdeno. Kapitoly z dějin designu. V českém jazyce vyd. 2., dopl. a rev. V Praze: Vysoká škola uměleckoprůmyslová, 2009, 172 s. T. ISBN 978-80-86863-28-3.

KULA, Daniel, Elodie TERNAUX a Quentin HIRSINGER. Materiology: průvodce světem materiálů a technologií pro architekty a designéry. Praha: Happy Materials, c2012, 342 s. ISBN 978-80-260-0538-4.

PELCL, Jiří. Design: od myšlenky k realizaci = from idea to realization. V Praze: Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze, c2012, 255 s. ISBN 978-80-86863-45-0.

LIPSON, Hod a Melba KURMAN. Fabricated: the new world of 3D printing ; [the promise and peril of a machine that can make (almost) anything].

Indianapolis: Wiley, 2013, xiv, 302 s., [8] obr.přil. ISBN 978-1-118-35063-8.

FRANCE, Anna Kaziunas. Make: 3D printing. First edition. xv, 213 pages. ISBN 9781457182938.

Vedoucí bakalářské práce: **MgA. Martin Surman, ArtD.**
Ateliér Průmyslový design

Datum zadání bakalářské práce: **2. prosince 2015**

Termín odevzdání bakalářské práce: **13. května 2016**

Ve Zlíně dne 11. prosince 2015


doc. MgA. Jana Janíková, ArtD.
děkanka




MgA. Martin Surman, ArtD.
vedoucí ateliéru

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské/diplomové 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 ¹⁾;
- beru na vědomí, že bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/diplomovou 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 ²⁾;
- podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – bakalářskou/diplomovou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

21-04-2016

Ve Zlíně

SABINA STRŽÍNKOVÁ *Yakami*

Jméno, příjmení, podpis

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce požítovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ 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, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užitje-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ 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, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídnou k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Ve své práci se budu zabývat designem sluchátek za použití 3D tisku.

Teoretická část práce je zaměřená na historii 3D tisku a tiskové technologie. Dále se zabývám analýzou českého i zahraničního trhu v různých oblastech a napříč všemi materiály. Nakonec nabízí přehled a technické parametry materiálů vhodných pro 3D tiskárny.

Praktická část se zabývá samotným řešením návrhu sluchátek od inspirace, kresebných návrhů, vizualizací, ergonomické studie, technické dokumentace a finální vizualizaci sluchátek.

Klíčová slova: 3D tisk, 3D tiskárna, sluchátka, polymer, design, výroba, produkt

ABSTRACT

In my work I will apply to design of 3D printed headphones.

The theoretical part is focused on the history and technology of 3D printing. Then I analyze the Czech and foreign markets in different areas and across all materials. Finally I provides an overview and specifications of materials suitable for 3D printers.

Practical part deals with the design of headphones such as sketches, visualizations, ergonomic studies, technical documentation and final visualization of headphones.

Keywords: 3D print, 3D printer, headphones, polymer, design, production, product

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce MgA. Martinu Surmanovi ArtD. za podporu a rady při tvorbě práce, které mě v průběhu posouvaly kupředu. Dále bych chtěla poděkovat Josefu Dolečkovi za poskytnutí materiálů a využití 3D tiskáren a Bc. Vlastimilu Pokornému za technickou podporu a pomoc při výrobě.

Nejvíce bych chtěla poděkovat své rodině, která mě podporovala po celou dobu studia.

“Věci, které se snadno používají, přetrvají...”

Sori Yanagi

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

Ve Zlíně 13.5. 2016

Sabina Stržínková

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 3D TISKÁRNY	11
1.1 HISTORIE 3D TISKU	11
1.2 TECHNOLOGIE 3D TISKU	11
1.2.1 SLA: Stereolithography	12
1.2.2 LOM: Laminated Object Manufacturing	12
1.2.3 PolyJet Photopolymer	12
1.2.4 3D Sandcasting.....	12
1.2.5 SLS: Selective Laser Sintering.....	13
1.2.6 FDM: Fused Deposition Modeling	13
1.2.7 CLIP: Continuous Liquid Interface Production	13
1.2.8 3DP: Three Dimensional Printing.....	14
2 ANALÝZA VÝROBKŮ VYUŽÍVAJÍCÍCH 3D TISK	15
2.1 ANALÝZA VÝROBKŮ VYUŽÍVAJÍCÍCH 3D TISK.....	15
2.1.1 Martin Žampach	15
2.1.2 Martina Šebková	16
2.1.3 Studio Print+	16
2.1.4 Arthur Hash.....	17
2.1.5 Designérská firma Teague.....	17
2.1.6 Deniz Karasahin	18
2.1.7 Yves Béhar	18
2.2 NATRADIČNÍ MATERIÁLY POUŽITÉ PŘI VÝROBĚ PRODUKTŮ.....	19
2.2.1 Dřevo.....	19
2.2.2 Plastická hmota Cx5 a Cx5s.....	20
2.2.3 Recyklovaný plast	20
2.2.4 Porcelán.....	21
2.2.5 Sklo	21
2.2.6 Beton	22
2.2.7 Kov	22
3 POLYMERY	23
3.1 HISTORIE.....	23
3.2 TYPY POLYMERŮ	23
3.2.1 Bioplasty	24
3.2.2 Termoplasty.....	24
3.2.3 Reaktoplasty	24
4 TECHNICKÉ PARAMETRY MATERIÁLŮ PRO 3D TISK	25

4.1	PLA: POLYLACTID ACID – KYSELINA POLYMLÉČNÁ	25
4.2	ABS: AKRYLONITRILBUTADIENSTYREN	26
4.3	ASA: AKRYLNITRIL-STYREN-ALKYLAKRYL	26
4.4	FLEXIBILNÍ MATERIÁLY	27
4.5	NYLON	27
4.6	DŘEVOKOMPOZITY	28
4.7	Laywood: KOVOVÉ KOMPOZITY	28
4.8	PODPŮRNÉ MATERIÁLY	29
II	PRAKTICKÁ ČÁST	30
5	KONCEPT SLUCHÁTEK	31
5.1	INSPIRACE	31
5.2	KRESEBNÉ NÁVRHY	32
5.3	VIZUALIZACE	33
5.4	ERGONOMICKÁ STUDIE	36
5.4.1	Typy sluchátek	37
5.4.2	Rozměrové parametry	37
5.4.3	Rozměrové parametry	37
5.5	TECHNICKÁ DOKUMENTACE	37
5.5.1	Rozměrové parametry	38
5.5.2	Použité materiály	39
5.6	FINÁLNÍ PRODUKT	40
	ZÁVĚR	43
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	44
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	45
	SEZNAM OBRÁZKŮ	46
	SEZNAM PŘÍLOH	50

ÚVOD

Téma bakalářské práce jsem si vybrala především díky zajímavé technologii 3D tisku, která si určitě zaslouží naši pozornost jak v přítomnosti, kdy stále nabírá nové směry ve využití, samotném vývoji nových materiálů a ještě lepších a výkonnějších 3D tiskáren, tak hlavně v budoucnosti, kdy lze předpovídat úspěch této technologie v oblastech jako je lékařství či veškeré formy průmyslu a výroby.

Samotný design sluchátek využívající 3D tisk by měl podtrhnout naši individualitu či vnímání světa a okolí. Má hlavní idea byla vytvořit taková sluchátka, která by vystihovala naši náladu nebo to co máme rádi a zároveň, aby se dokázala tvarově přizpůsobit každému z nás. Dalším bodem při výrobě sluchátek bylo použití nových a neotřelých materiálů vhodných pro 3D tisk.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 3D TISKÁRNY

3D tisk je na světě již poměrně dlouhou dobu, ovšem do popředí se dostává až v poslední době. Jde o vytváření modelů pomocí softwaru s informacemi, kterému 3D tiskárna rozumí. Na základě toho tiskne námi požadovaný produkt. Na trhu najdeme nepřehledné množství tiskáren různých druhů a velikostí, každá má své pro i proti. Proto je nutné zaměřit se také na historii 3D tiskáren a jejich technologii.

1.1 Historie 3D tisku

Chuck Hull, otec a zakladatel první společnosti zaměřené na 3D tisk. Měl představu, jak by šlo umístit stovky či tisíce malých vrstev plastu na sebe a tím zrychlit celý proces výroby plastových dílů pro vytváření prototypů, které trvaly až dva měsíce. Začal tedy experimentovat s klasickými inkoustovými tiskárnami, kde zkoumal jejich vlastnosti. Po letech objevuje systém, kde UV záření používá jako tvrdidlo fotopolymérů, tedy materiálu, který mění svou strukturu z kapaliny na plastickou hmotu, právě díky působením světla.

Po patentování tohoto vynálezu v roce 1986, následně založil firmu 3D Systems, která začala vyrábět od roku 1988 první komerční tiskárnu. Ta měla velký úspěch zejména v oblastech jako letectví, automobilový průmysl či výroba a projektování zdravotní techniky.

General Motors a Mercedes-Benz začaly následně využívat 3D technologii, zároveň prodávali tiskárny, materiály a softwary pro stavbu prototypů.

1.2 Technologie 3D tisku

Na počátku technologie 3D tisku stála tzv. stereolitografie. Postupem času a modernizací 3D tiskáren se na trh dostává čím dál víc tiskových postupů. Důraz se klade především na rychlost tisku a cenovou dostupnost samotného modelu či tiskárny.

Technologie 3D tisku jdou zaměřeny jak na ty nejstarší, tak na ty, které jsou v současné době nejpoužívanější

1.2.1 SLA: Stereolithography

Stereolithography neboli stereolitografie je jedna z nejstarších a hlavně úplně prvních 3D tiskových technologií. Vynálezcem této techniky je Chuck Hull, který jako jeden z prvních lidí začal s tiskem experimentovat. Při stereolitografii se jako materiál používá tekutý polymer, reaktivní na světlo. Při polymeraci se tento materiál vytvrzuje UV zářením vždy po vrstvách od 0,05 do 0,25 mm. „Tisková hlava se pohybuje přes tiskovou plochu s nanesenou fotopolymerovou pryskyřicí a ozařuje ji na potřebných místech, kde tekutina ztuhne a postupně vyskládá celý 3D objekt. Po dokončení této fáze se přebytečná tekutina odstraní a z nádoby se vyjme finální výrobek. Výhody tohoto systému spočívají v přesnosti výroby“. [1]

1.2.2 LOM: Laminated Object Manufacturing

Stejně jako stereolitografie, tak i tato metoda stála na začátku 3D tisku a pomohla tak k vývoji nových technologií. Jde o vyřezávání vrstev daného objektu, přičemž se celý tvar vyřezává postupně po vrstvách do folie tenké 0,2 mm. Tyto vrstvy se následně spojí, čímž vznikne celý objekt. Velkou výhodou této technologie jsou poměrně nízké náklady a rychlost, bohužel jednou z velkých nevýhod je vznik přebytečného materiálu, který vzniká při vyřezávání každé vrstvy.

1.2.3 PolyJet Photopolymer

Tato technologie spočívá na stejném principu jako SLA. PolyJet funguje podobně jako inkoustová tiskárna, ovšem místo tryskání kapek inkoustu na papír, nanese tiskárny vrstvy tvrditelného tekutého fotopolymeru. Tyto vrstvy jsou poté tvrzeny UV světlem. PolyJet nabízí velkou hladkost povrchu, detailní zpracování a přesnost i toho nejsložitějšího modelu.

1.2.4 3D Sandcasting

3D Sandcasting je zcela odlišná technologie 3D tisku než předchozí metody. Hlavním materiálem, jak už název napovídá je písek, který slouží pro výrobu formy k odlévání. Pomocí tiskové hlavy, které v oblastech průmyslu dosahují velkých rozměrů, se vytváří v písku vrstva po vrstvě. Po dokončení se celý model vyjme, opráší a vnitřek formy vylije lepidlem. Poté se forma naplní roztaveným kovem. Tato metoda je využívána zejména v letectví, stavebnictví či automobilovém průmyslu a to hlavně pro svou rychlost a přes-

nost tisku. Další výhodou je opakované použití písku, což má jak ekologický, tak ekonomický dopad na celý proces výroby formy.

1.2.5 SLS: Selective Laser Sintering

SLS neboli selektivní spékání laserem či sintrování je jedna z nejpoužívanějších technologií v současnosti. Jde o tavení materiálu jako kov, keramika, plast nebo sklo, buď těsně pod teplotou varu, nebo nad bodem varu, kdy se roztavené částice v prášku spojí do pevné formy. Poté laser vytváří další a další vrstvy, dokud nevytvoří celý model. Na rozdíl od jiných metod, nejsou zapotřebí žádné úpravy konečného modelu. Velkou výhodou je nepoužívání podpor při tisku, jak je tomu u ostatních metod, čímž se zkrátí čas jak samotné výroby, tak finálního opracování. Tato technologie také opětovně zpracovává tiskový prášek, čímž se snižují náklady. Nevýhodou je však poměrně vysoká pořizovací cena.

1.2.6 FDM: Fused Deposition Modeling

Tuto metodu lze nazvat jako nejpoužívanější, nejrozšířenější a zároveň velmi levnou, takže i běžný člověk má možnost si pořídit či sestavit vlastní 3D tiskárnu. Funguje na principu tavení polymerního filamentu, který se uchytí do extruderu neboli tiskové hlavičky. Poté po vrstvách nanáší materiál, čímž vytváří celý objekt. Jak již bylo zmíněno na začátku, výhodou této technologie je velmi nízká cena jak samotné tiskárny, tak materiálu. Nevýhodou je nižší kvalita tisku a často potřebného podpůrného materiálu, který je zapotřebí po tisku odstranit.

1.2.7 CLIP: Continuous Liquid Interface Production

CLIP neboli kontinuální výroba v tekutém rozhraní je jednou z nejnovějších metod 3D tisku. Jedná se o technologii vyvinutou společností Carbon. Jedná se o kontinuální 3D tisk, který lze využít tam, kde nestačí klasické výrobní postupy jako frézování či vstřikovat. Tou největší výhodou této technologie je eliminace defektů, které vznikají nanášením jedné vrstvy na druhou. Další výhodou je rychlost tisku, při kterém pracuje hlavně světlo a kyslík tak, aby součásti vyrůstaly kontinuálně. Světlo dokáže materiál, v tomto případě pryskyřice, přeměnit na pevnou hmotu. Kyslík tento proces zpomaluje, tím tedy světlo a kyslík tvoří vzájemné protipóly, které lze směřovat v prostoru a tím vytvořit model. Vše se skládá z nádoby, ve které je tavenina, do ní následně sestupuje platforma, která celý objekt vytáhne. Pod nádrží se nachází systém digitální projekce světla, která září v ultrafialovém pásmu. Tím hlavním komponentem je však speciální okno, které propouští jak světlo, tak

kyslík. Touto kombinací vzniká model, který tak lze vytisknout až 100krát rychleji než u klasického 3D tisku.

1.2.8 3DP: Three Dimensional Printing

Tří trojrozměrný tisk byl vynalezen kolem roku 1980 studenty MIT. Je to technologie, kde tisková hlava vytlačuje lepidlo na surový práškový materiál. Tyto tiskárny nepoužívají lasery, proto mohou pracovat s širokou škálou materiálů. Jsou také velmi úsporné, co se týká energie spotřebované při tisku. Nevýhodou je obtížný tisk extrémně tenkých vrstev a hrubost povrchu. Jednou z největších výhod je schopnost tisknout v barvě, kdy se s lepidlem nanáší kapičky barevného inkoustu, což umožňuje zhotovení barevného 3D modelu. 3DP může být také použit s různými práškovými materiály od škrobu, skla, drcené pneumatiky či dokonce piliny. Některé tiskárny používají také práškový kov, jako je například bronz, který se poté musí vložit do pece, aby se z něj stala pevná látka. [2]

2 ANALÝZA VÝROBKŮ VYUŽÍVAJÍCÍ 3D TISK

Hledání levnějších a rychlejších variant výroby se stále posouvá. Výrobní náklady a vývoj jsou často hlavním faktorem při výrobě nového produktu. Proto se do popředí dostávají nové technologie jako 3D tisk či tzv. rapid prototyping, který usnadňuje samotnou výrobu a výrazně zkracuje uvedení výrobku na trh. V současné době se však 3D tisk nevyužívá jen k prototypování, ale velkou část zaujímá v samotné výrobě. Je čím dál častěji využíván jak malými designérskými studiemi, tak velkými firmami. [3]

V této analýze jsem se zaměřila jak na české, tak zahraniční designéry využívající 3D tisk ve své práci.

2.1 Výrobky z polymerů

2.1.1 Martin Žampach

Jako jeden z prvních českých designérů pracujících s 3D tiskem se stal Martin Žampach. V roce 2013 představil několik prototypů 3D tištěných váz. O rok později vydal novou finální kolekci váz WAVE tištěnou metodou FDM, v několika různých barvách a velikostech a bez nutnosti další úpravy. Dalším z jeho produktů, které nelze opomenout jsou stínidla z kolekce RIBONE, inspirované svým tvarem průmyslovými svítidly. Výhodou těchto výrobků je přizpůsobitelnost zákazníkovi na míru, jak změnou vnější struktury, tak změnou rozměrů.



Obr. 1 Kolekce váz WAVE



Obr. 2 Světla z kolekce RIBONE

2.1.2 Martina Šebková

Otázkou 3D tisku v interiéru se zabývala česká designérka Martina Šebková. Ta představila kompletně vytištěnou židli Alien. Celá židle je vytisknutá z jednoho kusu materiálu, bez žádných spojů. Alien chair je vyrobena z materiálu ABS, přičemž její hmotnost je 6,5 kg a nosnost až 250 kg. Celý výrobní proces nijak výrazně nezatěžuje životní prostředí, jak je tomu u klasických technologií. Velký důraz designérka klade na individualitu celé židle, popřípadě, aby byla vytištěna tak, jak si to přeje zákazník či jak to vyžaduje samotný interiér. Nevýhodou je však stále vysoká pořizovací cena.



Obr. 3 Židle Alien



Obr. 4 Detail židle

2.1.3 Studio Print+

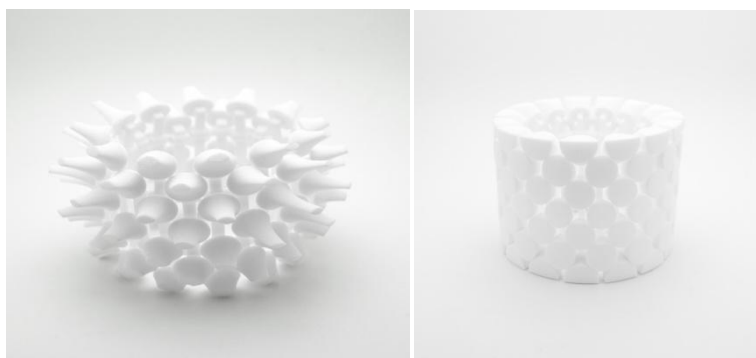
Nizozemské studio Print+ se zaměřuje na výrobu sluchátek při použití 3D tiskárny. V roce 2015 představily open source tištěná sluchátka, které si může každý vytisknout v pohodlí domova, popřípadě na nejbližší 3D tiskárně. Cílem bylo vytvořit jednoduše složitelná sluchátka a učinit ze zákazníka výrobce svého vlastního produktu, který ho bude moci sám opravit, objednaním či samostatným vytisknutím poškozeného dílu a tím značně prodloužit životnost sluchátek. Print+ tak doufají, že sníží jak plýtvání, tak i spotřebu materiálu u výrobků.



Obr. 5 Sluchátka od Print+

2.1.4 Arthur Hash

3D tisk doposud nenašel tak široké využití jako ve šperkařství. Americký designér Arthur Hash však posunul výrobu šperků a drobných doplňků na vyšší úroveň. Téměř celé kolekce šperků od náhrdelníků přes brože až po prsteny jsou tvořeny výhradně 3D tiskem. Hlavním výrobním materiálem se stal nylon a to díky své pružnosti a ohebnosti.



Obr. 6 Náramek

Obr. 7 Náramek

2.1.5 Designérská firma Teague

Walter Dorwin Teague byl jedním z prvních, kdo přivedl design na profesionální úroveň, patřil také k prvním designérům, kteří si otevřeli vlastní studio a pracovali nezávisle. To funguje i nadále od svého založení roku 1926. Avšak i taková firma s takovou historií se nebojí použít nové technologie jako je právě 3D tisk. John Marby, vedoucí designér firmy Teague navrhl v roce 2012 volně tisknutelná sluchátka 13:30, skládající se z 9 dílů. Tyto sluchátka je možné si stáhnout a následně vytisknout a sestavit na domácí 3D tiskárně či jakékoli jiné tiskárně. Samotná sluchátka jsou navržena co nejjednodušeji a lze na nich zahlédnout nedokonalé stopy po 3D tisku. [4]



Obr. 8 Sluchátka 13:30

2.1.6 Deniz Karasahin

Student designu Deniz Karasahin navrhl v roce 2014 jednu z prvních tisknutelných ortéz. Při výrobě je pacientovy oskenovaná zlomená část těla. Data se přenesou do modelovacího software, kde celková velikost a geometrie ortézy závisí na rozsahu poškození končetiny. Tyto informace se dále předají tiskárně, která vytiskne dvě části, jež do sebe zapadají. I když má 3D tisk v lékařství poměrně velkou a slibnou budoucnost, tak jeho jedinou nevýhodou je doba tisku, která bohužel trvá i několik hodin, nutno však podotknout, že ortéza tohoto typu je vyrobena z ABS, tedy z materiálu snadno omývatelného a lidské kůži nezávadného.



Obr. 9 3D tištěná ortéza

2.1.7 Yves Béhar

Švýcarský designér, spolupracující s výrobcem nábytku Hermann Miller, použil technologii tisku SLA a FDM pro realizaci kancelářského křesla SAYL. Jednalo se o tříletou práci, při které bylo vyrobeno více než 70 prototypů. Ovšem ty sloužily pouze k dosažení toho nejlepšího a nejpohodlnějšího tvaru. Křeslo bylo poté vytvarováno pomocí vstřikování.



Obr. 10 Židle SAYL



Obr. 11 Detail opěradla

2.2 Netradiční materiály použité při výrobě produktů

Jednou z hlavních výhod 3D tisku je neustálý vývoj nových materiálů. Kromě klasických plastů jako třeba PLA nebo ABS, se umělci, designéři či architekti stále více zaměřují na samotný materiál a jeho vlastnosti. Výrobci samotných filamentů se zase snaží vyrobit takový materiál, který bude mít ideální vlastnosti, popřípadě bude napodobňovat jiné, atraktivnější materiály.

2.2.1 Dřevo

Jedná se o poměrně nový materiál pro tisk. Ovšem s velkým potenciálem a využitím. Polské designérské studio Jelwek vytisklo z dřevěného filamentu kompletní hodinky. Při výrobě využili technologii FMD, tedy tisk vrstev na sebe. Doba tisku hodinek je přibližně 3,5 hodiny. Vnitřek hodinek tvoří klasický strojek. Dřevo použili také na tisk řemínku, což se může zdát jako nepraktické, ale funkční. Tento dřevěný materiál, jako téměř všechny materiály pro 3D tisk je nezávadný a snadno ekologicky odbouratelný.



Obr. 12. Hodinky



Obr. 13 Hodinky na ruce

2.2.2 Plastická hmota Cx5 a Cx5s

V současné době je těžké udržet stará řemesla, lidé je často opomíjejí a nezajímají se o ně. Proto americký sochař Adam Beane, spojil staré umění a novou technologii v jedno. Snažil se najít ten správný materiál, do kterého lze otisknout i kus ruční práce. Tak vznikl filament pod názvem Cx5 a její měkčí varianta Cx5s. Jedná se o materiál, který v sobě spojuje tvarovací vlastnosti hlíny či vosku. Zároveň dokáže být lehký jako plast. Samotnou konstrukci modelu lze vytvořit na počítači, vytisknout a velmi jednoduše přetvořit nebo přidat nové textury.



Obr. 14 Neopracovaný model Obr. 15 Opracovaný model Obr. 16 Konečný model

2.2.3 Recyklovaný plast

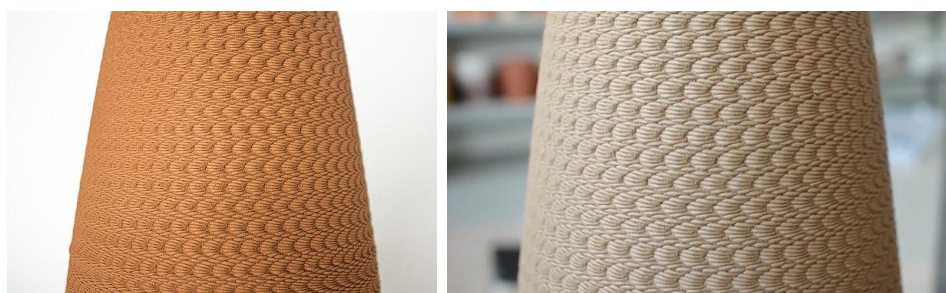
Designér Dirk Vander Kooij v roce 2010 představil celý výrobní proces, který nemusí používat u výrobků složitých forem. Pro tyto účely naprogramoval starého průmyslového robota tak, aby tiskl celý kus nábytku. „*Monotónní pohyb robota přetaví plast z recyklovaných částí ledniček na židle. Při této technologii není potřeba forem a tak není žádný materiálový odpad. Židle se vyrábějí jednotlivě, takže případné defekty se neopakují ve všech kusech série*“. Použitím recyklovaného materiálu a 3D tisku vzniká jeden kus židle, tudíž není zapotřebí žádného spojovacího materiálu, jako jsou šrouby. Zároveň se nic nemusí demontovat, což usnadňuje práci při opakované recyklaci. Každá židle či stůl je jedinečným a originálním kusem, lišící se jak tvarem, tak odstínem právě použitého materiálu. [5]



Obr. 17 Židle Low Chair Obr. 18 Stůl Saloon Table

2.2.4 Porcelán

Pod pojmem porcelán se nám vybaví zejména nádoby, či malé bytové doplňky. Ovšem v poslední době se čím dál častěji využívá i v technologiích jako je 3D tisk. Porcelán je automaticky tlačěn pomocí pístu, který ho dávkuje podle potřeby, zatím co mechanická ramena 3D tiskárny pracují podle předem připraveného 3D návrhu. Dvojce nizozemských designérů Ricky van Broekhoven a Olivier van Herp však dali 3D tisku porcelánu zcela jiný rozměr. Celou tiskovou plochu umístili na reproduktor, který po zapnutí začal vibrovat. Tyto vibrace se přenášely na porcelán, kde vytvářely rastr podle hudby, která zrovna hrála. Lze říci, že šlo o zachycení hudby na objekt.

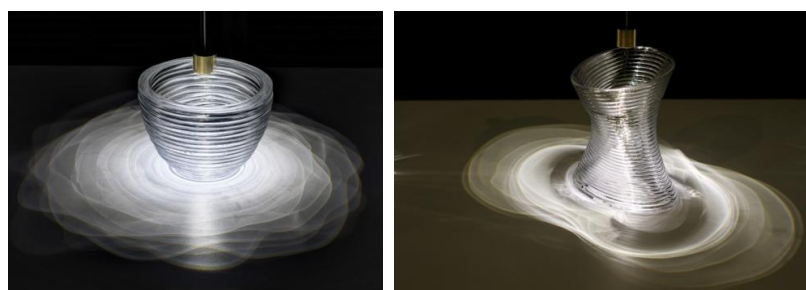


Obr. 19 Struktura porcelánu 1.

Obr. 20 Struktura porcelánu 2.

2.2.5 Sklo

3D tisk skla jako proces funguje na recyklaci skelného prášku, za pomoci spojovacího materiálu, který po vytvrzení skla zůstane ve formě prachu. Tato metoda je bohužel nákladná, ovšem v roce 2016, americké designérské studio Mediated Matter group, použilo při tisku samotnou sklovinu, která byla ručně umístěna do podávací nádoby a odtud tryskou na mechanickou podložku. Vznikla tak sada jednoduchých objektů vytisknutých technikou G3DP, což je aditivní výrobní platforma pro tisk transparentního skla.



Obr. 21 Tisk skla 1.

Obr. 22 Tisk skla 2.

2.2.6 Beton

Beton, stejně jako porcelán či keramika používá při tisku stejnou metodu. Píst natlačí materiál do trysky a ta poté tvoří požadovaný tvar. Největší využití beton našel ve stavebnictví. Jednou z hlavních postav 3D tištěného betonu je Andrey Rudenko, který svým dětem v roce 2014 vytiskl betonový hrad přímo na zahradě. O rok později se pustil do tisku hotelu na Filipínách. Ten má výšku přibližně 3 metry a je kompletně vytištěn za použití místního materiálu, tvořeného jak samotným betonem, tak pískem se sopečným popelem. Ten má velmi dobré vlastnosti a lze tisknout i tlustější stěny. Samotný tisk trval přibližně 100 hodin. Podle odhadů by do budoucna bylo možné snížit náklady na stavbu domu až o 60 procent.



Obr. 23 Tisk budovy 1.



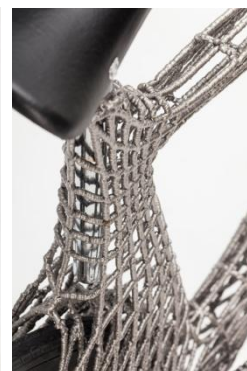
Obr. 24 Obvodové stěny

2.2.7 Kov

Dříve bylo možné tisknout kov pouze za pomoci SLS neboli laserového sinterování. V roce 2016 však bylo použito klasického tisku a to týmem studentů s Nizozemské vysoké školy. Tam vytiskly první kovový rám na kolo, váhově srovnatelný jako kolo klasické. Celá konstrukce byla svařovaná po vrstvách za pomoci robota.



Obr. 25 Kolo



Obr. 26 Detail struktury

3 POLYMERY

V dnešním světě máme téměř neomezený výběr polymerů. Tisíce různých typů nás obklopují v každodenním životě a nabízejí jedinečné výhody pro designéry, výrobce a uživatele. Určité typy mohou překonat kovy. Jsou vyráběny ve velkých množstvích, aby se snížily náklady, ale stále dodržovaly chování a vlastnosti přírodních materiálů. Proto byly polymery v průběhu let navrženy tak, aby se chovaly a vypadaly jako hedvábí, kůže či přírodní kaučuk.

3.1 Historie

Historie plastů a plastických hmot je poměrně krátká. Roku 1859 byl objeven vulkánfibr neboli regenerovaná celulóza a o deset let později nitrát celulózy, vysoce hořlavá a výbušná směs, která vzniká esterifikací celulózy což je reakce alkoholu s kyselinou či jiným derivátem. „Tyto dvě hmoty tvoří historický základ plastických hmot na bázi přírodních makromolekulárních látek, zušlechtěných chemickou cestou. Pro rozvoj a využití plastických hmot připravených chemickou syntézou je významný rok 1907, kdy Baekeland objevil hmotu na bázi bakelitu. Tato první syntetická plastická hmota našla nesčetné aplikace. Potom byly postupně objevovány a zaváděny do výroby. V poslední době byla zásluhou intenzivní výzkumné činnosti v tomto oboru objevena řada dalších polymerů s novými vlastnostmi, které dnes mají další rozsáhlé využití“ [5]. Po první světové válce se zlepšila chemická technologie, což vedlo k obrovské expanzi nových forem plastů. Ovšem největší obliby plastů se dostává v 60. letech. „*Éra plastů, jež akcelerovala v předcházejícím desetiletí, dosáhla svého zenitu. Zdálo se, že umělé hmoty v blízké budoucnosti vytlačí všechny ostatní materiály*“. [6] [7]

V současné době je rozšíření plastů tak veliké, že je jimi planeta doslova pohlcena. Využívají se a nahrazují staré materiály, které svými vlastnostmi leckdy překonají. Jsou ohebné, plastické, pevné a relativně levné.

3.2 Typy polymerů

Plasty jsou látky, jejíž hlavní složkou je uměle vytvořený polymer. Tento polymer je tvořen dlouhými řetězci tvořenými z mnoha opakujících se jednotek monomerů. Řetězková struktura polymerů, propůjčuje plastům vlastnosti jako mechanická a chemická odolnost či nízkou tepelnou vodivost. Změnou tvaru řetězců lze měnit vlastnosti polymerů. [8]

3.2.1 Bioplasty

Některé přírodní polymery jsou vyrobeny bez potřeby petrochemie. Ty jsou známy jako bioplasty. Jsou převážně založené na bázi celulózy nebo přírodního pryžového materiálu. Vyžadují také méně energie k výrobě produktů a jsou zcela biologicky odbouratelné. Existují také syntetické plasty, kterým se během let výzkumu podařilo napodobit bioplasty přidáním biologicky aktivních látek, které nemají vliv na fyzikální vlastnosti plastů, ale pouze urychlují jejich rozklad v rozmezí jednoho až pěti let.

3.2.2 Termoplasty

Termoplasty lze rozdělit do skupin podle jejich molekulární struktury a hmotnosti. Tyto vlastnosti se liší podle druhu materiálu a způsobu výroby. Termoplasty lze také uvést do tvárného až kapalného tvaru. Poté se stane velmi pevným materiálem, přičemž může tato tvárnost nastávat opakovaně.

3.2.3 Reaktoplasty

Jsou to zesíťované polymery, které vytvářejí trojrozměrnou prostorovou síť. Toto zesíťování nastává při tváření plastu teplem a tlakem. Oproti termoplastům se však nemohou opětovně tvarovat. Lze je rozdělit do skupin, čímž jsou epoxidové a fenolytické pryskyřice a olejovzdorné, polychloreprenové, teplovzdorné a styrenové kaučuky.

4 TECHNICKÉ PARAMETRY MATERIÁLU PRO 3D TISK

Materiálů určených pro tisk je na trhu v současné době nepřeborné množství a stále se vyvíjejí nové. Trh se stále rozrůstá a výrobci se snaží vymýšlet stále nové materiály, které by splňovaly jak požadavky pro tisk, tak požadavky zákazníků jako je pevnost, odolnost, pružnost nebo široké spektrum barev. Stále se hledají také nové vlastnosti, které napodobují přírodní materiály jako třeba dřevo.

V této kapitola jsem se zaměřila na ty nejpoužívanější a nejrozšířenější materiály v oblasti 3D tisku.



Obr. 27 Barevnost filamentů

4.1 PLA: Polyamid acid – kyselina polymléčná

Jedná se o biologicky odbouratelný polymer. Může být vyroben z kyseliny mléčné nebo může být fermentován z plodin, jako je kukuřice. To znamená, že je zdravotně nezávadný a lze ho ekologicky likvidovat. Jedná se o poměrně tvrdý materiál avšak pružný materiál. Taje přibližně při teplotě 180° C až 220 ° C. Pro svou poměrně nízkou cenu, se jedná o jeden z nejpoužívanějších materiálů v 3D tisku. Upřednostňuje se při tisku složitějších modelů. Jeho nevýhodou je absorbování vlhkosti, což se na povrchu projevuje jako malé bublinky. Je dostupný v mnoha barevných provedení.



Obr. 28 Model z PLA



Obr. 29 Cívky PLA

4.2 ABS: akrylonitrilbutadienstyren

Tento materiál je vyroben na bázi oleje. Je to silný solidní materiál. Má vysokou teplotu tání, to znamená, že při ochlazení během tisku, může dojít k deformaci modelu. Z toho důvodu je dobré tisknout na vyhřívané podložce. Při tisku taky zapáchá. Stejně jako PLA tak i ABS je zdravotně nezávadný. Je odolný vůči poškrábání či jinému mechanickému poškození a dobře snáší vysoké i nízké teploty. Je také dostupný v mnoha barevných odstínech.



Obr. 30 Model z ABS



Obr. 31 Cívka ABS

4.3 ASA: Akrylonitril-styren–alkylakryl

Akrylonitril-styren–alkylakryl je materiál určen pro tiskovou metodu FDM. Jedná se o amorfni polymer, který má podobné mechanické vlastnosti jako ABS, avšak více odolává povětrnostním podmínkám a procesu zvětrávání. Je to materiál s poměrně vysokým leskem, dobrou chemickou a tepelnou odolností a vysokou rázovou pevností, a to i při nízkých teplotách. Je odolný proti vodě, zředěným kyselinám a louhům. Při tisku vyniká zejména jemnou modelací detailních modelů či při tisku malého textu.



Obr. 32 Model z ASA



Obr. 33 Cívka ASA

4.4 Flexibilní materiály

Flexibilní materiály lze rozdělit do dvou skupin a to styrenové elastomery a uretanové elastomery. Jedná se o materiály s vlastnostmi jakou má tuhá pryž, zároveň mají vysokou tužnost a rázovou houževnatost. Skvěle se hodí pro části, které jsou více zatěžované nebo vyžadují odpružení.



Obr. 34 Model z flexi



Obr. 35 Cívka flexibilního materiálu

4.5 Nylon

Nylon nabízí jako materiál vyšší pevnost a pružnost, oproti ABS nebo PLA. Je velmi flexibilní, hlavně při tisku tenčích vrstev. Nylon může být použit pro různé funkční části jako převody, díky svému nízkému koeficientu tření. Pro své absorpční schopnosti může být obarven jakoukoli barvou či odstínem.



Obr. 36 Model z nylonu



Obr. 37 Cívka nylonu

4.6 Laywood: Dřevokompozity

Dřevokompozit je vlákno určené pro tisk technologií FDM. Toto vlákno je vyrobeno ze 40% recyklovaného dřeva v kombinaci s polymerními pojivy, které mu umožňují snadné tavení a protlačování přes extruder. Má schopnosti měnit svou barvu přímo při tisku v závislosti na teplotě vytlačovací hlavy. Tím může vytvářet zajímavé přechody od tmavé po světlou. Během či po tisku nedochází ke smrštění a nevyžaduje vyhřívanou desku.



Obr. 38 Model z dřevokompozitu



Obr. 39 Cívka dřevokompozitu

4.7 Kovové kompozity

Kovové kompozity jsou složeny z kovového prášku a spolu s PLA tvoří celé vlákno, kterým lze vytisknout objekty, téměř k nerozeznání od čistého kovu. Momentálně se nabízí ve třech různých variantách jako mosaz, měď a bronz. Až 85% vlákna je tvořeno kovem, což znamená, že model získá některé fyzikální vlastnosti, které se projevují u finišování objektů, kdy můžeme použít techniku jako leštění, stejně jako u kovu.



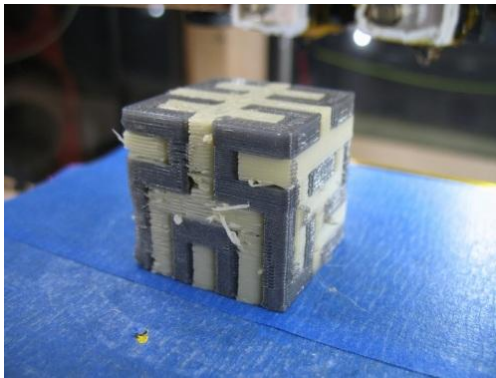
Obr. 40 Model z měděného kompozitu



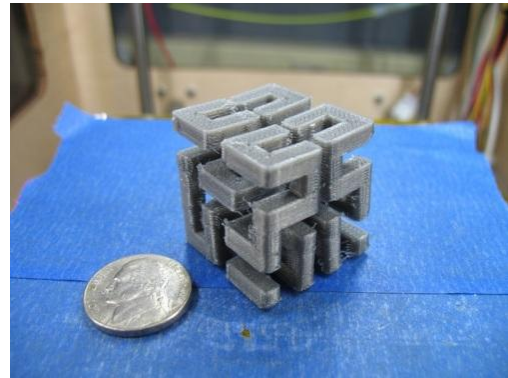
Obr. 41 Cívka měděného kompozitu

4.8 Podpůrné materiály

Podpůrné materiály v některých případech téměř stejně důležité jako základní materiál pro tisk. Tyto materiály se používají zejména u složitých modelů, kde zabraňují jeho zhroucení. Podpůrné struktury slouží tedy jako lešení, kdy drží vše na svém místě. Nicméně může být velmi komplikované jejich odstranění. Nejen, že to může být velmi časově náročné, ale můžou, při neopatrném odstraňování poškodit finální model. Proto se v poslední době využívá takový materiál, který lze snadno rozpustit v chemikáliích či ve vodě. K nejčastěji využívanému materiálu pro podpůrný tisk patří PVA, neboli poly-vinil alkohol. Je to netoxický materiál bez zápachu, odolný vůči olejům a rozpouštědlům. Je však rozpustný ve vodě. Používá se zejména v kombinaci s ABS.



Obr. 42 Model s PVA



Obr. 43 Model po rozpuštění PVA

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 KONCEPT SLUCHÁTEK

Můj koncept jsem zaměřila především na jednoduchost designu a individuální přístup, který nabízí možnost 3D tisku. Zároveň jsem se zaměřila na nové a inovativní materiály.

Jednoduchý tvar by měl působit příjemně jak při použití, tak vzhledově. Každá vytisknutá sluchátka by měla být přizpůsobena každému uživateli zvlášť, jak velikostně, tak vzhledově. Také jsem se snažila vymodelovat sluchátka tak, aby nebylo zapotřebí žádného spojovacího materiálu jako například šroubky nebo lepidlo. Montáž by měl tedy zvládnout i méně zručný člověk.

5.1 Inspirace

Mezi mé největší inspirace v oblasti výroby a designu sluchátek je dánská firma Bang a Olufsen. Již od roku 1925, kdy byla firma založena, vytvářejí čistý a velmi elegantní design. Soustředí se také na minimalismus a intuitivní ovládání jak sluchátek, tak reproduktorů. Jako jedna z mála firem dbá na zvuk, jeho vlastnosti v různých materiálech pečlivě testují, kdy se zaměřují na frekvenci, výkon a směřování odezvy.

Druhou inspirací je americká značka Nixon. Její design vychází z prosluněné jižní Kalifornie, kde firma sídlí. Jejich design vychází z prostředí Tichého oceánu a hlavně z extrémních sportů jako surfing, snowboarding nebo skateboarding. Jejich sluchátka jsou hravé avšak ničím nerušivé. Lze si také vybrat z různých materiálových variant a širokou škálou barev, které cílí většinou na mladé, sportovně i nespportovně založené lidi.



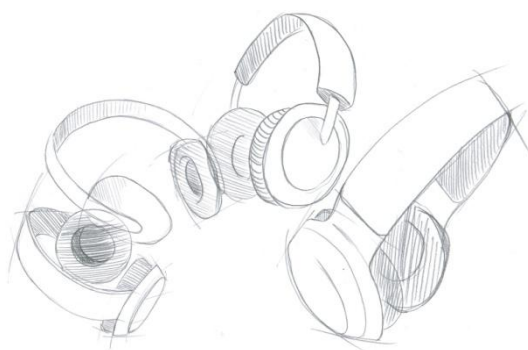
Obr. 44 Sluchátka Bang a Olufsen



Obr. 45 Sluchátka Nixon

5.2 Kresebné návrhy

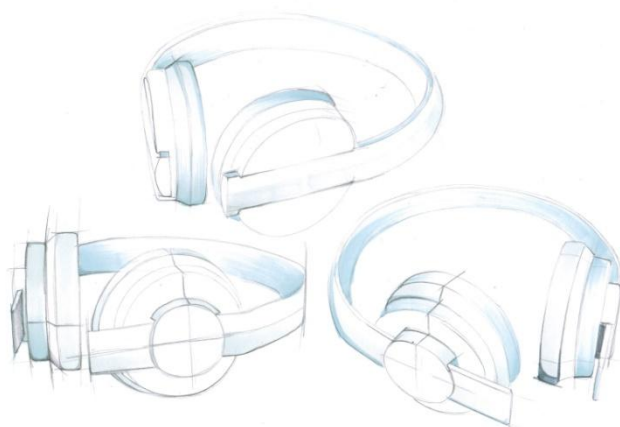
Počáteční kresebné návrhy jsem zaměřila na hledání ideálního tvaru pro 3D tisk. Kladla jsem důraz především na jednoduchost v kombinaci s novými materiály využívanými v technologii tisku.



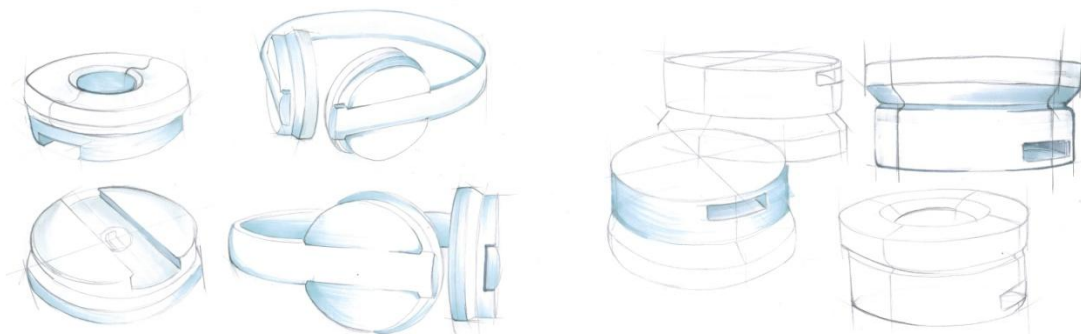
Obr. 46 Počáteční kresby 1.



Obr. 47 Počáteční kresby 2.



Obr. 48. Řešení hlavového mostu



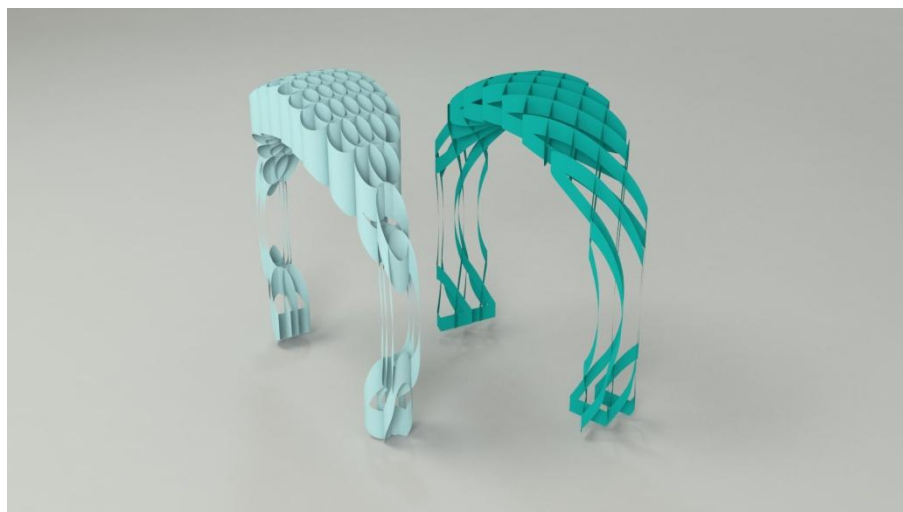
Obr. 49 Finální kresby

5.3 Vizualizace

Prvotní vizualizace jsou o hledání tvaru. Experimentovala jsem jak s tvary organickými, tak lehce kubistickými. Prvně jsem zamýšlela vytisknout hlavový most jako síť opakujícího se tvaru. Pro náročnost tisku z hlediska použitého materiálu pro podpory a času, jsem nakonec od tohoto návrhu upustila.



Obr. 50 Prvotní tvarové řešení 1.



Obr. 51 Prvotní tvarové řešení 2.

Postupem času jsem jak hlavový most, tak samotné ozvučnice zjednodušovala. Inspiraci jsem brala z jednoduchých geometrických objektů. U hlavového mostu jsem rastr zanechala, pouze jsem ho zúžila. V případě tisku z měkkého materiálu, by mohl být oporou a zpevňovací částí celého mostu.



Obr. 52 Prvotní vizualizace 1.



Obr. 53 Prvotní vizualizace 2.

V rámci hledání ještě jednoduššího tvaru jsem se zaměřila na hlavový most. Ten jsem uprostřed rozdělila, pro snadnou manipulaci a nastavení správné výšky ozvučnice.



Obr. 54 Prvotní vizualizace 3.



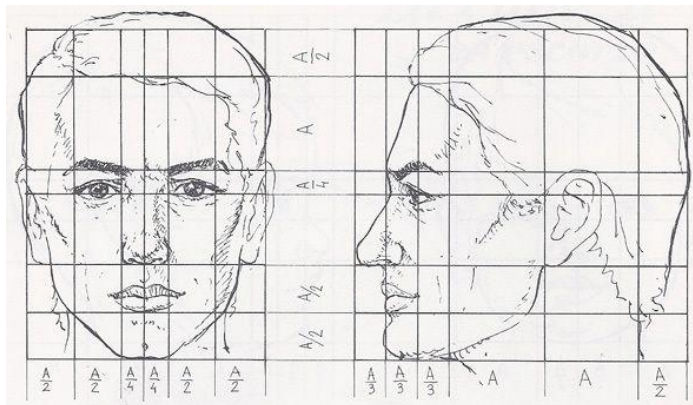
Obr. 55 Prvotní vizualizace 4.

5.4 Ergonomická studie

Sluchátka jsou nepostradatelnou částí mnoha z nás. Někteří se při koupi zaměřují na vzhled a někteří na značku nebo výkon a kvalitu zvuku. Ovšem krom těchto aspektů je nutné také dbát na pohodlí, které by nám sluchátka měly zajistit. V ergonomické studii jsem se proto zaměřila na sluchátka spojené hlavovým mostem. Ten spolu s náušníky tvoří podstatnou část pro zajištění pohodlí uživatele.

Nejdůležitějším faktorem je rozložení tlaku na uši. Ten má být pokud možno co nejpohodlnější. Dále rozložení hmotnosti sluchátek na hlavě a dobrá stabilita přidávají více komfortnosti. Velmi důležitá je také šířka hlavového mostu. Zde platí, že čím širší, tím lépe rozloží váhu. Samozřejmostí je jednoduché ovládání velikosti sluchátek. Tyto faktory se ovšem mohou lišit, například přenosná sluchátka jsou spíše menší, vyrobená většinou z levnějších materiálů oproti domácím sluchátkům, které mají především větší velikost, hlavně u ozvučnic a kvalitnější zpracování.

Samotné náušníky by se měly přizpůsobit uším. Neměly by nikde tlačít a nošení by mělo být pohodlné.



Obr. 56 Anatomie hlavy



Obr. 57 Popis sluchátek

5.4.1 Typy sluchátek

Na trhu lze najít dvě základní rozdělení sluchátek, respektive ozvučnic. Jedná se o otevřená a uzavřená sluchátka, popřípadě polootevřená sluchátka. Každý typ se vyznačuje jiným zpracováním a hlavně kvalitou zvuku.

5.4.2 Otevřená sluchátka

Jsou to sluchátka, která mají vnější stranu ozvučnice otevřenou pomocí plastové nebo kovové mřížky. Toto řešení umožňuje dosáhnout přirozeného a čistého zvuku. Ten nenaráží na žádné překážky a může se tak šířit do prostoru. Jedinou nevýhodou je měnič. Při zvýšené hlasitosti se může chovat jako reproduktor, což znamená, že každý může slyšet, co právě posloucháme. [9]

5.4.3 Uzavřená sluchátka

Vnější strana ozvučnice je uzavřená, to znamená, že nepropouští žádný zvuk ven. Na rozdíl od otevřených sluchátek jsou ozvučnice naprosto izolované a posluchač není rušen zvuky okolí. Tento typ sluchátek má však dvě podstatná negativa. Měnič produkuje zvuk směrem k uchu a na opačnou stranu, tam však narazí na neprůchodnou stěnu a nemůže se šířit dál. To má za následek horší kvalitu zvuku a úbytek basů. Proto lze u této konstrukce narazit na malý otvor, který umožní aspoň částečné šíření zvuku. [9]

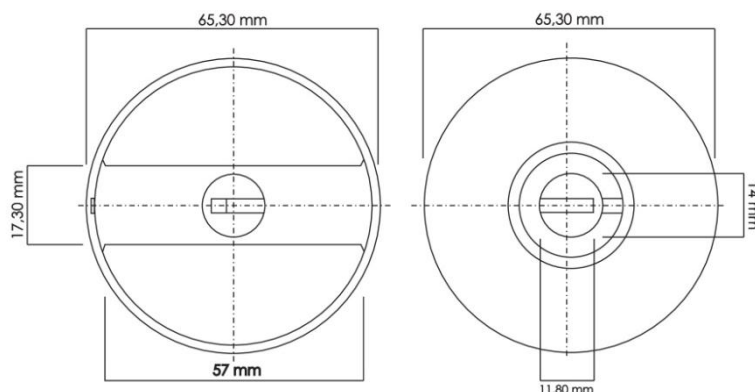
5.5 Technická dokumentace

Sluchátka se tiskla na 3D tiskárně Průša i3 a Rebel. Jedná se o české výrobce tzv. rep rap tiskáren, to znamená, že dokážou znovu reprodukovat své plastové části. Rebel sloužil pro tisk flexibilních částí jako hlavový most a náušníky. Průša tiskl především ozvučnice.

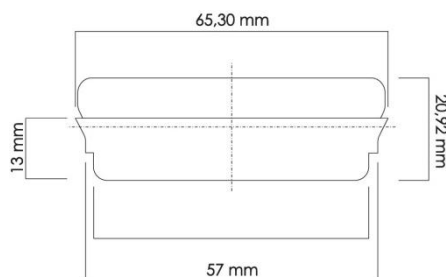
Uvnitř sluchátek se nachází měnič s rozsahem přenosu 5000 Hz a rezonanční frekvencí 350 Hz, což znamená, že jsou měniče středově laděné se stejným podílem basů a výšek. Hladina akustického tlaku a citlivosti je 104 dB. Impedance neboli odpor součástky a fázový posuv napětí proti proudu při průchodu střídavého elektrického proudu dané frekvence je 32 ohmů. [10]

5.5.1 Rozměrové parametry

Průměr ozvučnice je 65,30 mm. Na vrchní části se nachází otvor, pro zasunutí hlavového mostu a délce 57 mm a šířce 17,30 mm. Uvnitř se nachází část, která drží most na ozvučnici o délce 11,80 mm. Ta je umístěna uvnitř sluchátek v kruhové dírcě o průměru 14 mm. Celková tloušťka ozvučnice 20,92 mm.

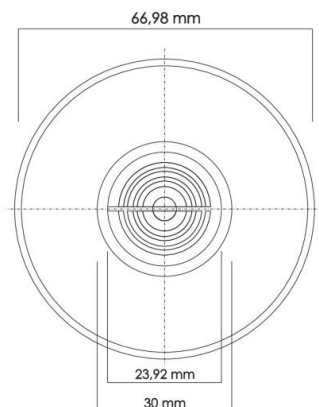


Obr. 58 Vrchní a spodní část ozvučnice

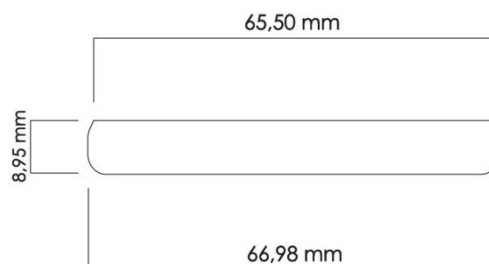


Obr. 59 Boční pohled ozvučnice

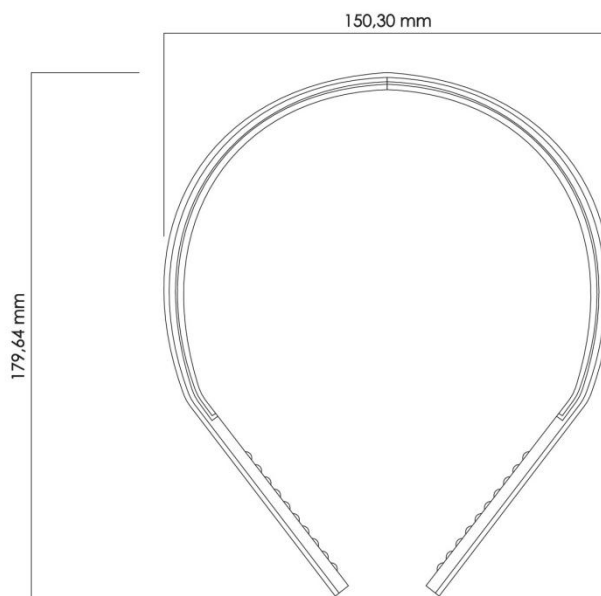
Náušníky mají průměr 66,98 mm, uvnitř se nachází kruhové otvory pro šíření zvuku z měniče, tloušťka náušníku je 8,95 mm.



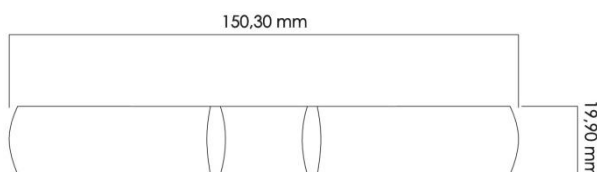
Obr. 60 Vrchní pohled náušníku



Obr. 61 Boční pohled náušníku



Obr. 62 Vrchní pohled hlavového mostu



Obr. 63 Boční pohled hlavového mostu

5.5.2 Použité materiály

Pro tisk a výrobu jsem použila materiál značky Filament. U každé části sluchátka je odlišný. Pro ozvučnice jsem použila klasické PLA, které je běžně k dostání na trhu za poměrně nízkou cenu. Je to poměrně tvrdý materiál s velkým rozhraním barev. Je také snadno tisknutelný.



Obr. 64 První tisk



Obr. 65 Detail výtisků

Náušníky a hlavový most jsou vytištěné z flexibilního filamentu Flexfill. Experimentovala jsem také s nylonem, ten ovšem nemá potřebné vlastnosti jako pevnost, která je v případě hlavového mostu nutností. Flexfill, jak již název napovídá, vyniká svou flexibilitou. Zároveň je odolný vůči poškození při vyšší mechanické zátěži, což splňuje požadavky pro tvorbu mostu, který je nejvíce namáhanou částí celých sluchátek. Náušníky z toho materiálu se snadno udržují v čistotě. Oba dva materiály jsou zdravotně nezávadné.



Obr. 66 Hlavový most



Obr. 67 Detail hlavového mostu



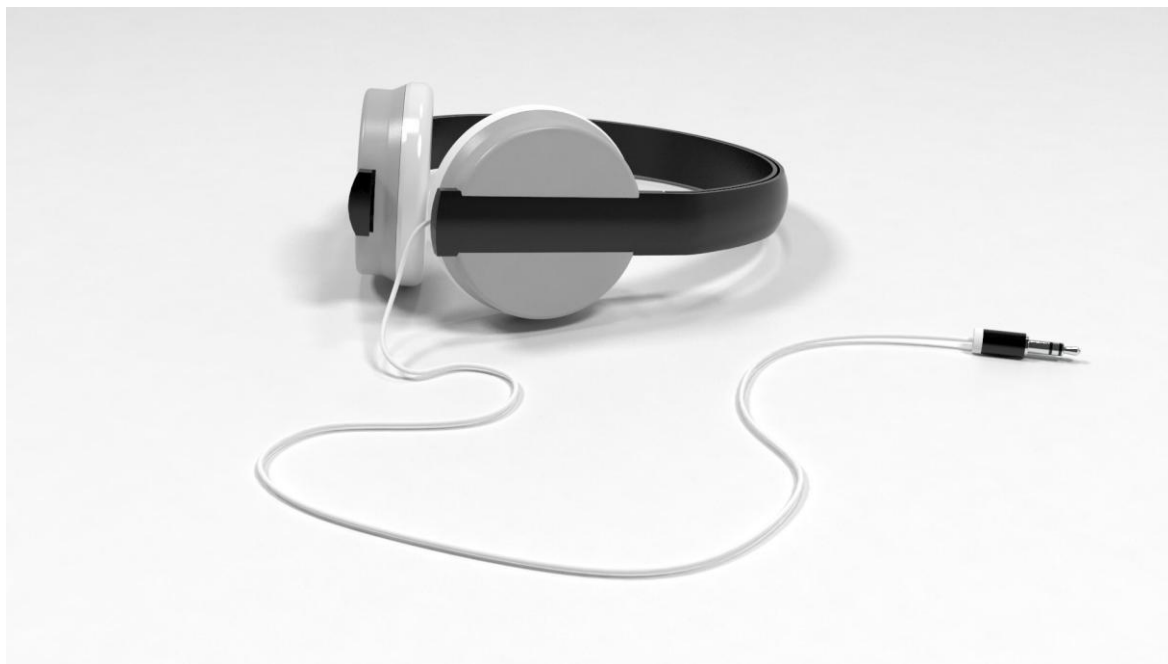
Obr. 68 Zoubky hlavového mostu



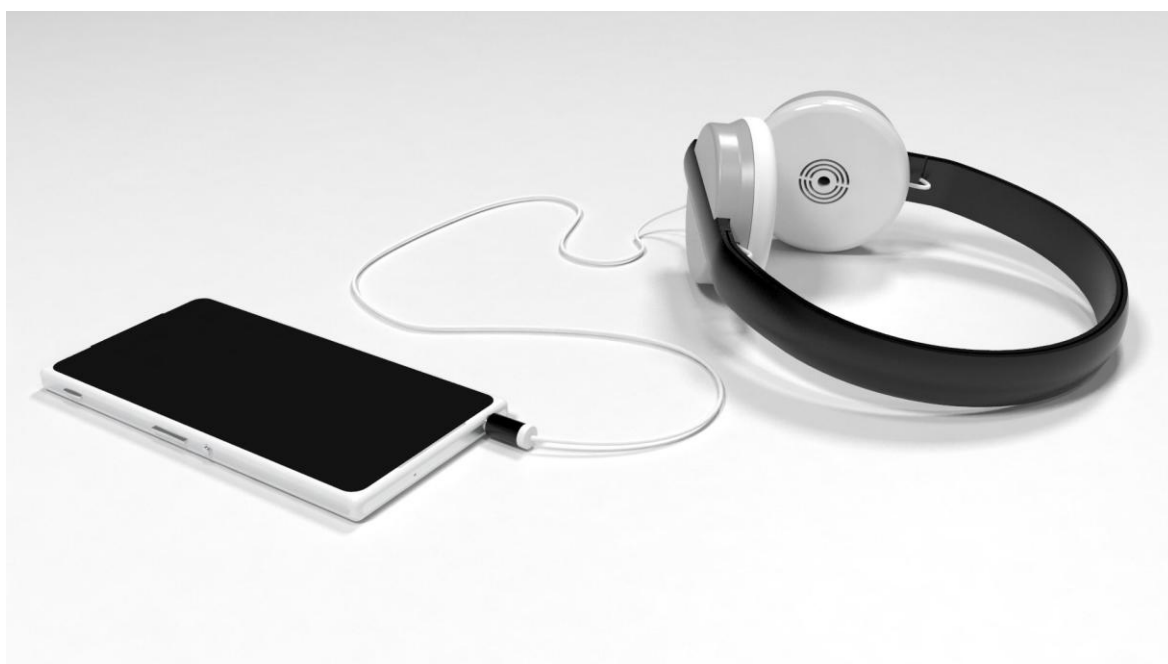
Obr. 69 Drážka na drát

5.6

Téměř měsíc jsem experimentovala jak s materiály, tak se samotnou konstrukcí sluchátek. Snažila jsem se při výrobě ubírat materiál a tím snižovat celkově čas tisku. Nakonec jsem se zaměřila na jednoduchý tvar s použitím minimálních podpor, které jdou díky materiálu PLA snadno odstranit a model zahladit obyčejným smirkovým papírem. Ozvučnice se snadno pohybují na hlavovém mostu, po jehož stranách se nacházejí malé zoubky. Mostem také prochází drát, který spojuje oba měniče. Ten se dá velmi jednoduše zavést, díky předem připravené drážce.



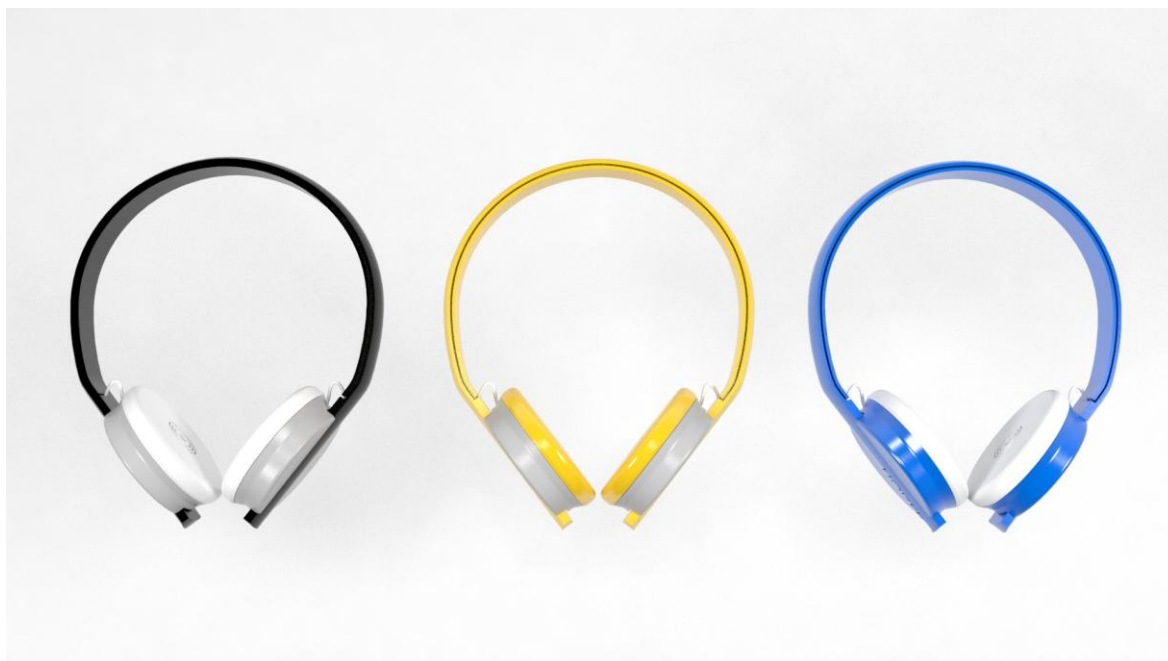
Obr. 70 Finální vizualizace 1.



Obr. 71 Finální vizualizace 2.



Obr. 72 Finální vizualizace 3.



Obr. 73 Barevné varianty

ZÁVĚR

Během tvorby mé bakalářské práce jsem se více seznámila s technologií 3D tisku a novými materiály. Ideou a cílem bylo jak použití těchto materiálů pro různé části sluchátek, tak hlavně navrhnout takový produkt, který by si uživatel dokázal sám vytisknout v pohodlí domova nebo na nejbližší tiskárně v okolí. Dalším důležitým bodem bylo vytvořit co nejmíň částí, které se dají smontovat dohromady bez použití lepidla nebo šroubů. Pro široké rozhraní barev by se měla sluchátka přizpůsobit naší osobnosti a dát najevo, co máme rádi či jakou hudbu posloucháme. 3D tisk by měl také nabídnout individuální řešení velikosti sluchátek tak, aby každému dobře seděla na hlavě.

Vytváření této práce bylo velmi zajímavé. Naučila jsem se pracovat jak se samotnou tiskárnou, tak programem, který je potřeba k tisku modelu nebo použití vhodných materiálů pro dané části sluchátek a zároveň věřím, že se tato technologie bude stále rozvíjet ve všech oblastech a bude napomáhat jak velkým firmám, tak malým uživatelům.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [2] Martin Chlebo. O3D. *Imanica, s. r. o.* [online]. 30.4.2016 [cit. 2016-04-30]. Dostupné z: <http://www.o3d.cz/3d-tisk/%C5%A1t%C3%ADtky/historie-3d-tisku/>
- [2] BRYDEN, Douglas. CAD and rapid prototyping for product design. London, [England]: Laurence King Publishing, 2014. ISBN 978-1-78067-570-1.
- [3] LIPSON, Hod. a Melba. KURMAN. *Fabricated: the new world of 3D printing*. Indianapolis, Ind.: John Wiley and Sons, 2013. ISBN 978-1-118-35063-8.
- [4] POLSTER, Bernd. AZ lexikon moderního designu. V Praze: Slovart, 2008. ISBN 978-80-7391-080-8.
- [5] PELCL, Jiří. Design: od myšlenky k realizaci = from idea to realization. V Praze: Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze, c2012. ISBN 978-80-86863-45-0.
- [6] DOLEŽAL, Vladimír. *Plastické hmoty*. Vyd. 3. V Praze: Státní nakladatelství technické literatury, 1977.
- [7] KOLESÁR, Zdeno. *Kapitoly z dějin designu*. V českém jazyce vyd. 2., dopl. a rev. Překlad Kateřina Křížová, Lucie Vidmar. V Praze: Vysoká škola uměleckoprůmyslová, 2009. T. ISBN 978-80-86863-28-3.
- [8] THOMPSON, Rob. *Manufacturing processes for design professionals*. New York: Thames & Hudson, c2007. ISBN 0500513759.
- [9] Jiří Rokoský. avamnia.e15. *Serafico investment s.r.o.* [online]. 17.9.2007 [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <http://avmania.e15.cz/svet-sluchatek-konstrukce-a-druhy>
- [10] Jiří Rokoský. avamnia.e15. *Serafico investment s.r.o.* [online]. 10.9.2007 [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <http://avmania.e15.cz/sluchatkovy-svet-pod-drobnohledem>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

UV	Ultrafialové
SLA	Stereolitografie
LOM	Laminated Object Manufacturing
SLS	Selective Laser Sintering
FDM	Fused Deposition Modeling
CLIP	Continuous Liquid Interface Production
3DP	Three Dimensional Printing
MIT	Massachusetts Institute of Technology
Tzv.	Takzvaný
PLA	Polyamid Acid
ABS	Akrylonitril-butadien-styren
ASA	Akrylonitril-styren-alkylakryl
PVA	Poly-vinil alkohol
Hz	Hertz
dB	Decibel

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Kolekce váz WAVE</i>	15
http://martin.zampach.com/2014/05/wave-01020304-final/	
<i>Obr. 2 Světla z kolekce RIBONE</i>	15
http://martin.zampach.com/2014/08/rib01-lamp-shades/	
<i>Obr. 3 Židle Alien</i>	16
http://www.mcae.cz/3d-tisk-v-nabytkovem-designu	
<i>Obr. 4 Detail židle</i>	16
http://www.mcae.cz/3d-tisk-v-nabytkovem-designu	
<i>Obr. 5 Sluchátka od Print+</i>	16
https://www.kickstarter.com/projects/1283143817/diy-headphone-kits	
<i>Obr. 6 Náramek</i>	17
http://www.arthurhash.com/	
<i>Obr. 7 Náramek</i>	17
http://www.arthurhash.com/	
<i>Obr. 8 Sluchátka 13:30</i>	17
http://www.teague.com/thinking/labs/prototype-as-product-13-30-printable-headphones	
<i>Obr. 9 3D tištěná ortéza</i>	18
http://beautifuldecay.com/2014/05/05/magical-science-fiction-cast-promises-heal-bones-super-fast/	
<i>Obr. 10 Židle SAYL</i>	18
http://www.hermanmiller.com/products/seating/performance-work-chairs/sayl-chairs.html	
<i>Obr. 11 Detail opěradla</i>	18
http://www.hermanmiller.com/products/seating/performance-work-chairs/sayl-chairs.html	
<i>Obr. 12. Hodinky</i>	19
https://www.indiegogo.com/projects/jelwek-watch#/	
<i>Obr. 13 Hodinky na ruce</i>	19
https://www.indiegogo.com/projects/jelwek-watch#/	
<i>Obr. 14 Neopracovaný model</i>	20
http://www.3dpma.com/news/item.aspx?id=577	
<i>Obr. 15 Opracovaný model</i>	20
http://www.3dpma.com/news/item.aspx?id=577	
<i>Obr. 16 Konečný model</i>	20
http://www.3dpma.com/news/item.aspx?id=577	
<i>Obr. 17 Židle Low Chair</i>	20
http://www.interiorpark.com/chair-endless-pulse-low-chair.html?__store=englisch	
<i>Obr. 18 Stůl Saloon Table</i>	20
http://www.interiorpark.com/chair-endless-pulse-low-chair.html?__store=englisch	
<i>Obr. 19 Struktura porcelánu 1</i>	21
http://www.prodeez.com/#!/Solid-Vibrations-by-Ricky-van-Broekhoven-and-Olivier-van-Herpt/cbji/56e1bbd50cf2bbbdde225867	
<i>Obr. 20 Struktura porcelánu 2</i>	21
http://www.prodeez.com/#!/Solid-Vibrations-by-Ricky-van-Broekhoven-and-Olivier-van-Herpt/cbji/56e1bbd50cf2bbbdde225867	
<i>Obr. 21 Tisk skla 1</i>	21
http://matter.media.mit.edu/environments/details/g3dp#prettyPhoto	
<i>Obr. 22 Tisk skla 2</i>	21
http://matter.media.mit.edu/environments/details/g3dp#prettyPhoto	

<i>Obr. 23 Tisk budovy</i>	22
http://www.3ders.org/articles/20150909-lewis-grand-hotel-andrey-rudenko-to-develop-worlds-first-3d-printed-hotel.html	
<i>Obr. 24 Obvodové stěny</i>	22
http://www.3ders.org/articles/20150909-lewis-grand-hotel-andrey-rudenko-to-develop-worlds-first-3d-printed-hotel.html	
<i>Obr. 25 Kolo</i>	22
http://www.dezeen.com/2016/02/04/arc-bicycle-3d-printed-steel-frame-amsterdam-tu-delft-mx3d/	
<i>Obr. 26 Detail struktury</i>	22
http://www.dezeen.com/2016/02/04/arc-bicycle-3d-printed-steel-frame-amsterdam-tu-delft-mx3d/	
<i>Obr. 27 Barevnost filamentů</i>	25
http://3dprintingfromscratch.com/3dcategory/3dbasics/	
<i>Obr. 28 Model z PLA</i>	25
https://voovo.co/voovos-guide-to-3d-printing-materials/	
<i>Obr. 29 Cívky PLA</i>	25
http://3dprintersuperstore.com.au/products/dreamer-pla	
<i>Obr. 30 Model z ABS</i>	26
https://voovo.co/voovos-guide-to-3d-printing-materials/	
<i>Obr. 31 Cívka ABS</i>	26
http://www.aliexpress.com/store/product/Green-Filament-Large-Rolls-Spool-Dia-1-75mm-3-0mm-3D-Printing-Material-5KG-Roll-PLA/1940473_32499565834.html	
<i>Obr. 32 Model z ASA</i>	26
http://www.javelin-tech.com/3d-printer/materials/fdm-thermoplastic/asa/	
<i>Obr. 33 Cívka ASA</i>	26
http://eshop.svet-3d-tisku.cz/asa/tiskova-struna-asa-natural-fillamentum-asa-extrafill-1-75-mm-natural-3d-filament/	
<i>Obr. 34 Model z flexi</i>	27
http://blog.myminifactory.com/post/109591216134/a-guide-to-filament-for-desktop-3d-printers	
<i>Obr. 35 Cívka flexibilního materiálu</i>	27
http://eshop.svet-3d-tisku.cz/elastic/tiskova-struna-flexfill-zluta-fillamentum-flexfill-98-a-yellow-1-75-mm-3d-filament/	
<i>Obr. 36 Model z nylonu</i>	27
http://richrap.blogspot.cz/2013/04/3d-printing-with-nylon-618-filament-in.html	
<i>Obr. 37 Cívka nylonu</i>	27
http://www.top3dprinters.today/shop/filament/3d-printer-filament-nylon-1kg-2-2lb-supply-for-3-00mm-natural/	
<i>Obr. 38 Model z dřevokompozitu</i>	28
http://3dprintingforbeginners.com/3d-printing-materials-bendlay-laywood-laybrick/	
<i>Obr. 39 Cívka dřevokompozitu</i>	28
http://www.go3d.com.au/laywood-aka-wood-plastic-3d-printer-filament-natural/	
<i>Obr. 40 Model z měděného kompozitu</i>	28
http://www.3ders.org/articles/20140926-colorfabb-releases-new-pla-copperfill-filament-for-3d-printers.html	
<i>Obr. 41 Cívka měděného kompozitu</i>	28
http://www.sainsmart.com/sainsmart-red-copper-metal-1-75mm-filament-for-3d-printing-0-5kg-1-1lbs.html	

<i>Obr. 42 Model s PVA</i>	29
http://cz.wiki3dmodels.info/dodavky/pva-plast-pro-tisk/	
<i>Obr. 43 Model po rozpuštění PVA</i>	29
http://cz.wiki3dmodels.info/dodavky/pva-plast-pro-tisk/	
<i>Obr. 44 Sluchátka Bang a Olufsen</i>	31
http://www.interviewmagazine.com/fashion/first-dibs-bang-olufsen-h6-headphones/	
<i>Obr. 45 Sluchátka Nixon</i>	31
http://theswagger.co.uk/2011/12/09/nixon-trooper-headphones/	
<i>Obr. 46 Počáteční kresby 1</i>	32
<i>Obr. 47 Počáteční kresby 2</i>	32
<i>Obr. 48 Řešení hlavového mostu</i>	32
<i>Obr. 49 Finální kresby</i>	32
<i>Obr. 50 Prvotní tvarové řešení 1</i>	33
<i>Obr. 51 Prvotní tvarové řešení 2</i>	33
<i>Obr. 52 Prvotní vizualizace 1</i>	34
<i>Obr. 53 Prvotní vizualizace 2</i>	34
<i>Obr. 54 Prvotní vizualizace 3</i>	35
<i>Obr. 55 Prvotní vizualizace 4</i>	35
<i>Obr. 56 Anatomie hlavy</i>	36
https://cz.pinterest.com/pin/430586414346780555/	
<i>Obr. 57 Popis sluchátek</i>	36
<i>Obr. 58 Vrchní a spodní část ozvučnice</i>	37
<i>Obr. 59 Boční pohled ozvučnice</i>	37
<i>Obr. 60 Vrchní pohled náušníku</i>	38
<i>Obr. 61 Boční pohled náušníku</i>	38
<i>Obr. 62 Vrchní pohled hlavového mostu</i>	39
<i>Obr. 63 Boční pohled hlavového mostu</i>	39
<i>Obr. 64 První tisk</i>	39
<i>Obr. 65 Detail výtisků</i>	39
<i>Obr. 66 Hlavový most</i>	40

<i>Obr. 67 Detail hlavového mostu</i>	40
<i>Obr. 68 Zoubky hlavového mostu</i>	40
<i>Obr. 69 Drážka na drát.....</i>	40
<i>Obr. 70 Finální vizualizace 1.</i>	41
<i>Obr. 71 Finální vizualizace 2.</i>	41
<i>Obr. 72 Finální vizualizace 3.....</i>	42
<i>Obr. 73 Barevné varianty</i>	42s

SEZNAM PŘÍLOH

CD-ROM nosič

