



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN SUŠIČKY FILAMENTU

DESIGN OF FILAMENT DRYER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Alina Belevitskaia

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Eva Fridrichová, Ph.D.

BRNO 2025

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav konstruování
Studentka:	Alina Belevitskaia
Studijní program:	Průmyslový design ve strojírenství
Studijní obor:	bez specializace
Vedoucí práce:	Ing. Eva Fridrichová, Ph.D.
Akademický rok:	2024/25

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Design sušičky filamentu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Předehřátím a vysušením filamentu pro 3D tisk lze docílit kvalitnějšího tisku bez defektů výsledného modelu. Sušička odstraní přebytečnou vlhkost různých typů polymerů a je určena pro jednu nebo více cívek najednou. Displej umožňuje nastavit různou teplotu a dobu sušení v závislosti na materiálu, průměru vlákna a hmotnosti cívky.

Typ práce: vývojová - designérská

Cíle bakalářské práce:

Hlavním cílem je navrhnout design sušičky filamentu odpovídající technickým požadavkům. Dílčí cíle bakalářské práce:

- definovat důležité parametry (bezpečnost, životnost, materiály),
- vytvořit estetický a ergonomický design sušičky filamentu,
- navrhnout barevnost, ovládací a grafické prvky v souladu s funkcí přístroje,
- zahrnout příslušenství (například stojan, držák, čistič),
- usnadnit manipulaci a údržbu, sériová výroba.

Požadované výstupy: průvodní zpráva, sumarizační poster, fotografie modelu, fyzický model.

Rozsah práce: cca 27 000 znaků (15 – 20 stran textu bez obrázků).

Časový plán, struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

<https://www.ustavkonstruovani.cz/texty/bakalarske-studium-ukonceni/>

Seznam doporučené literatury:

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

THOMPSON, Rob. The materials sourcebook for design professionals. Thames & Hudson, 2017.

ISBN 978-0-500-51854-0.

DREYFUSS, Henry. Designing for people. New York: Allworth Press, 2012. ISBN 1-58115-312-0.

LIDWELL, William, Kritina HOLDEN a Jill BUTLER. Univerzální principy designu: 125 způsobů jak zvýšit použitelnost a přitažlivost a ovlivnit vnímání designu. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-3540-2.

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.

BECERRA, Liliana. CMF Design: The Fundamental Principles of Colour, Material and Finish Design. Frame Publishers, 2016. ISBN: 9491727796.

DANNHOFFEROVÁ, Jana. Velká kniha barev: kompletní průvodce pro grafiky, fotografy a designéry. Brno: Computer Press, 2012. ISBN 978-80-251-3785-7.

AIREY, David. Logo: nápad, návrh, realizace. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-2-1-3151-0.

AMBROSE, Gavin a Paul HARRIS, 2010. Grafický design: typografie. Brno: Computer Press. Základy designu. ISBN 978-80-251-2967-8.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2024/25

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Práce se zabývá návrhem designu sušičky filamentu pro 3D tisk. Hlavním cílem je vytvořit esteticky i funkčně propracovaný design sušičky, který odpovídá technickým požadavkům a nárokům na bezpečnost, životnost a ergonomii. Práce kombinuje technické a designérské přístupy s cílem vyvinout uživatelsky přívětivý produkt, který zlepší efektivitu a kvalitu procesu 3D tisku.

KLÍČOVÁ SLOVA

sušička filamentu, horkovzdušné sušení, dvoupolohové použití, design

ABSTRACT

Bachelor thesis focuses on designing a filament dryer for 3D printing. The main goal is to create an aesthetically and functionally refined design that meets technical requirements and standards for safety, durability, and ergonomics. Part of the thesis is technical and design approaches to develop a user-friendly product that enhances the efficiency and quality of the 3D printing process.

KEYWORDS

filament dryer, hot air drying, dual-position use, design

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

BELEVITSKAIA, Alina. *Design sušičky filamentu*. Online, bakalářská práce. Eva FRIDRICHOVÁ (vedoucí práce). Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2025. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/165505>. [cit. 2025-05-23].

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala své vedoucí bakalářské práce Ing. Evě Fridrichové, Ph.D. za odborné vedení, cenné připomínky a vstřícný přístup během celého zpracování práce. Mé poděkování patří také mé rodině a blízkým za jejich podporu, trpělivost a motivaci, kterou mi po celou dobu studia poskytovali.

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že diplomovou práci jsem vypracovala samostatně, pod odborným vedením Ing. Evy Fridrichové, Ph.D. Současně prohlašuji, že všechny zdroje obrazových a textových informací, ze kterých jsem čerpala, jsou řádně citovány v seznamu použitých zdrojů.

V Brně dne 23. 5. 2025

.....

Podpis autora

OBSAH

1. ÚVOD	13
2. PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	15
2.1. Designérská analýza	15
2.1.1. Přehled existujících produktů na trhu	15
2.1.2. Uživatelské modifikace jako zdroj inspirace pro designéry.....	24
2.1.3. Shrnutí designérské analýzy	24
2.2. Technická analýza	26
2.2.1. Hygroskopické vlastnosti polymerů.....	26
2.2.2. Jak sušit polymery	26
2.2.3. Teplota a doba sušení filamentů	27
2.2.4. Klasifikace sušiček filamentu	27
2.2.5. Popis konstrukce.....	28
2.2.6. Funkcionální části sušičky	29
2.2.7. Materiály.....	33
2.2.8. Další funkce	34
2.2.9. Údržba.....	35
2.2.10. Technické normy	35
2.2.11. Technické parametry existujících produktů	35
2.2.12. Rozměry cívek filamentu.....	36
3. ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	37
3.1. Analýza problému.....	37
3.2. Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše	38
3.3. Cíl práce.....	38
3.4. Cílová skupina	38
3.5. Základní parametry a legislativní omezení.....	39
3.6. Použité výrobní technologie, možný trh a cena.....	40
4. VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	41
4.1. Varianta I.....	42
4.2. Varianta II.....	44
4.3. Varianta III	46
5. TVAROVÉ ŘEŠENÍ	48
6. KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	57
6.1. Popis	57
6.1.1. Přehled komponent	57
6.1.2. Řešení přístupu a uzávěrů	57

6.1.3.	Optimalizace tepelné izolace a spotřeby energie	58
6.2.	Rozměrové řešení	59
6.3.	Vnitřní mechanismy a komponenty.....	60
6.3.1.	Uložení cívky.....	60
6.3.2.	Elektrické topné těleso	62
6.3.3.	Difuzor vzduchu	62
6.4.	Materiály a technologie výroby	62
6.5.	Technologie	63
6.6.	Ergonomie	63
6.6.1.	Manipulace se zařízením.....	63
6.6.2.	Ovládání.....	64
6.6.3.	Vkládání a vyjímání cívky	65
6.7.	Bezpečnost a hygiena	67
6.8.	Udržitelnost	67
7.	BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ.....	68
7.1.	Barevné řešení	68
7.1.1.	Barevná provedení	68
7.1.2.	LED podsvícení	70
7.2.	Grafické řešení.....	70
7.2.1.	Logo.....	70
7.2.2.	Uživatelské rozhraní	72
8.	DISKUZE.....	73
8.1.	Psychologická funkce	73
8.2.	Sociální funkce	73
8.3.	Ekonomická funkce	73
8.4.	Marketingová analýza.....	73
8.5.	Cílová skupina	74
8.6.	Cenová hladina	74
9.	ZÁVĚR.....	75
10.	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	76
11.	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN.....	81
12.	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ.....	82
13.	SEZNAM TABULEK	85
14.	SEZNAM PŘÍLOH	86

1. ÚVOD

V dnešní době se technologie spojené s 3D tiskem postupně stávají nedílnou součástí jak průmyslové výroby, tak malých firem, vzdělávacích institucí i jednotlivců. 3D tisk se využívá pro celou řadu účelů, od rychlého prototypování až po výrobu finálních produktů. Jednou z nejrozšířenějších metod aditivní výroby je „fused filament fabrication“ (FFF), která funguje na principu tavení a extrudování plastového filamentu, který je postupně nanášen vrstvu po vrstvě, čímž vzniká 3D objekt. [1]

Přestože je tato technologie stále dostupnější, kvalita výsledného tisku je závislá na mnoha faktorech, které může být pro uživatele náročné zvládnout. Nezkoušený uživatel snadno udělá chybu při nastavování 3D tisku, například volbou nevhodné teploty, rychlosti tisku, špatnou kalibrací tiskárny, neoptimální výškou vrstvy a dalšími nastaveními. Mnoho problémů lze snadno vyřešit správným nastavením samotné tiskárny nebo příslušného softwaru, jako jsou 3D slicery. Pokud se však během tisku objevují problémy, jako jsou bubliny ve výtisku, praskání, nerovnoměrný povrch, snížená pevnost výsledného tisku nebo vláknění mezi jednotlivými částmi tisku, může to být příznakem navlhnutí filamentu.

Předejít problémům pomůže správné skladování filamentů, například v uzavřených nádobách s vysoušedly nebo vakuově zabalených. Filament, který se už navlhčil, se dá zachránit pomocí sušení. Je to důležité především z hlediska zajištění vysoké kvality 3D tisku. Jakákoli závada nebo nekvalitní výtisk mohou vést k finančním ztrátám, zbytečné spotřebě materiálů a časovým ztrátám. Kromě toho může nekvalitní filament v extrémních případech poškodit mechaniku tiskárny, zejména extruder, což vede k nákladným opravám.

Lidé jsou velice kreativní v otázce řešení problému navlhčeného filamentu. Princip sušení je celkem jednoduchý a přímočarý, však metody, které napadají lidi jako první, nejsou vždycky nejlepší. Například někdo používá zahřívací podložku 3D tiskárny, na kterou se umístí cívka filamentu, což není optimální metoda kvůli nerovnoměrnému zahřívání filamentu. Další populární metodou je použití konvekční pece. Jednou z nevýhod je, že její vnitřní teplota je obvykle nekonzistentní a může překročit nastavení. Když je teplota příliš vysoká, mohlo by to způsobit deformaci cívky a samotného filamentu. Další volbou je sušička potravin, která vyhovuje asi nejlépe z předchozích variant, ale stejně tento přístroj není navržen na požadovaný účel a nemůže splnit všechno, co se očekává od skutečné sušičky na filament; sušička potravin nedosahuje potřebné teploty na sušení některých druhů filamentu a samotná konstrukce přístroje neumožňuje umístit cívku uvnitř bez složitých úprav.

Tyto důvody jsou největší motivací navrhnout a optimalizovat zařízení pro sušení filamentu, které zajistí jeho kvalitu. Správné sušení filamentu je třeba nejen pro zlepšení kvality tisku, ale také pro snížení nákladů a prodloužení životnosti 3D tiskáren. Uživatelé, zejména ti méně zkušení, často podceňují význam správného skladování filamentů, což vede k problémům během tisku, které by mohly být snadno eliminovány. Sušička filamentu poskytuje možnost regenerace již navlhlého

filamentu, čímž se předchází zbytečnému plýtvání materiálem a nákladům na nákup nového filamentu.

Navržené zařízení by mělo nabídnout uživatelům jednoduché a efektivní řešení pro domácí i průmyslové využití, což přispěje k celkovému rozvoji technologie 3D tisku a jejímu snadnějšímu a efektivnějšímu využití.

2. PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

Tato kapitola se věnuje analýze současného stavu na trhu sušiček filamentu, který je zatím relativně úzký, ale aktivně se rozvíjí. Většina produktů funguje na podobných principech, několik modelů se však vyznačuje nějakými specifickými řešeními.

Pomocí designérské analýzy získáme přehled existujících produktů ze strany designu a konstrukčních řešení a pomocí technické analýzy se dozvíme obecné informace o procesu sušení polymerů, funkčních částí sušičky a dalších technických informacích a identifikujeme klíčové aspekty pro návrh vlastní sušičky.

2.1. Designérská analýza

Designérská analýza představuje klíčový proces, při kterém se zkoumají a vyhodnocují různé aspekty designu s cílem identifikovat silné a slabé stránky a slouží jako základ pro další rozhodování a tvorbu designových řešení.

2.1.1. Přehled existujících produktů na trhu

Sovol SH02 Filament Dryer

Čínská firma Sovol uvedla na trh model Sovol SH02 Filament Dryer. [2] Tělo sušičky kopíruje kruhový tvar cívky filamentu a směrem dolů se rozšiřuje, což zlepšuje stabilitu konstrukce a snižuje riziko převržení. Víko z poloprůhledného plastu se otevírá pomocí výklopného mechanismu, přičemž rukojeť pro jeho otevření je vyrobena z měkkého gumového materiálu a nese logo společnosti. Design využívá princip členění a výrazných žeber, která zdůrazňují technický charakter produktu. Jemné vypoukliny na bočních stranách přispívají k optickému zmenšení celého objektu. Barevné provedení je v matně černých a šedých odstínech.

Konstrukce sušičky je opatřena třístupňovým těsněním, u výstupů pro filament, na víku a ve spodní části těla, které chrání již vysušený filament před vlhkostí. Tento model je vybaven zvukovou signalizací pro případ přehřátí nebo poruchy ventilátoru. [3]

Sušička je vybavena 3,9palcovým dotykovým displejem, který je umístěn v přední spodní části přístroje na nakloněné ploše. Toto ergonomické řešení usnadňuje ovládání, zejména když je sušička umístěna pod úroveň očí. Dva vývody pro filament se nacházejí v přední části víka, což nemusí být vždy nejpraktičtější řešení, protože uživatelé mohou mít potíže s vedením filamentu tímto směrem ke své tiskárně. V horní části víka je otvor pro odvod vlhkosti, který je možné hermeticky uzavřít. [3]



Obr. 2-1 Sovol SH02 Filament Dryer. [3]

SUNLU FilaDryer S2

Model Sunlu FilaDryer S2 čínské firmy Sunlu má netradiční design – tvar zařízení kopíruje kruhový tvar cívky a je vybaven malými nožkami zespodu. Tento design působí elegantně a kompaktně, i když má větší rozměry. Nožky vytvářejí buffer zónu mezi zařízením a povrchem, na kterém je umístěno, což by mělo podle výrobce snižovat riziko přehřívání povrchu. Nicméně tento prvek zvyšuje nestabilitu zařízení, protože těžká cívka filamentu může způsobit jeho naklonění nebo dokonce pád sušičky. Průhledné tónované víko se otevírá díky odklápěcímu mechanismu. [5]

Topné prvky jsou umístěny po celém obvodu sušičky, což přispívá k efektivitě sušení, ale zároveň přináší riziko popálení pro uživatele, jelikož topné elementy jsou ve volném přístupu. Původně model S2 nebyl vybaven ventilátorem, ale později byl přidán malý ventilátor umístěný uprostřed pod spodním topným elementem. [4] Tento ventilátor však neslouží k efektivnímu proudění vzduchu, spíše pomáhá chlazení elektroniky, která se nachází blízko topného tělesa. Navíc chybí promyšlený systém odvodu vlhkosti.

Dotykový displej o velikosti 4,6 palce je umístěn na boční straně přístroje a obklopují jej kruhová LED podsvícení v neonově zelené barvě. Tato podsvícení se během procesu sušení dynamicky rozsvěcují po obvodu. Napájecí port je umístěn na protilehlé straně. [4] I když jsou tato designová řešení neobvyklá a přinášejí do vzhledu sušičky prvek originality, jejich praktičnost z hlediska uživatelského pohodlí je sporná. Uživatelé pravděpodobně dají přednost otočení sušičky užší stranou k sobě, aby zařízení zabíralo méně místa. To však vede k nutnosti volby mezi dvěma kompromisy: buď ponechat sušičku v poloze, která umožňuje snadný přístup k displeji, ale zabírá více prostoru, nebo ji otočit a ušetřit místo, avšak na úkor pohodlného ovládání. Tento designový

přístup sice přináší estetickou inovaci, ale zároveň vyžaduje od uživatelů určité úpravy v uspořádání prostoru a přizpůsobení se méně intuitivnímu ovládání.



Obr. 2-2 SUNLU FilaDryer S2. [4]

SUNLU FilaDryer S4

Další model sušiček od výrobce Sunlu je navržen pro sušení až čtyř cívek filamentu současně. Tento model má čtyři porty pro vedení filamentu na horní části a dva na každé boční straně, což umožňuje vícebarevný tisk přímo ze sušičky. Zařízení má robustní konstrukci a masivní kvádrový tvar. Uvnitř se nachází jeden společný prostor, což znamená, že současně lze sušit pouze filameny ze stejného materiálu. [6]

Firma pokračuje v myšlence buffer zóny mezi přístrojem a povrchem, na kterém je umístěn. Dvě kovové trubkové nožky přinášejí větší stabilitu než u předchozího modelu. Design této sušičky je méně futuristický – má jednoduchý a funkční vzhled. Horní část zařízení je průhledná s efektem tónovaného skla, na bočních stranách jsou také dynamická členění s průhlednými vložkami. Novinkou tohoto modelu je nový systém otevírání. Sušička se otevírá shora, tam jsou dvě zrcadlově umístěná víka, která se otevírají směrem nahoru ke středu zařízení. [7] Na širší straně je umístěn displej pro nastavení parametrů sušení. Design doplňují zelené LED prvky.

Maximální teplota ohřevu je 70 °C. Integrovaný systém trojitých ventilátorů (dva oběhové ventilátory a spodní topný ventilátor) udržuje rovnoměrnou teplotu, systém však způsobuje zvýšenou hladinu hluku. Uvnitř, ve spodní části sušičky, jsou speciální prohlubně pokryté mřížkou, do kterých lze umístit sáčky se silikagelem pro efektivní odstranění vlhkosti. [8]



Obr. 2-3 SUNLU FilaDryer S4. [6]

SUNLU FilaDryer E2

Poslední model sušičky od firmy Sunlu představuje dosud nejvýkonnější zařízení této značky. Sušička byla vyvinuta na základě předchozího modelu, ale prošla zásadním přepracováním. Namísto důrazu na velkou kapacitu se vývojáři zaměřili na unikátní funkčnost a špičkový výkon. Díky PTC topnému tělesu o příkonu 500 W s integrovaným ventilátorem dosahuje zařízení rychlého zahřátí, maximální teplota může dosáhnout až 110 °C, což umožňuje nejen sušení filamentu, ale také žihání hotových 3D tištěných plastových dílů. Pro tento účel je součástí balení speciální podložka. [9]

Většina sušičky je vyrobena z dvouvrstvého poloprůsvitného plastu, což přináší řadu výhod. Mezi ně patří lepší tepelná izolace, která zajišťuje efektivnější udržování tepla uvnitř zařízení a zároveň chrání vnější části před přehřátím. Průsvitný plast navíc pokrývá i spodní technickou část sušičky a v kombinaci se silně zaoblenými hranami vytváří dojem vzdušnosti a lehkosti, i když základní tvar sušičky zůstává jednoduchý a robustní.

Víko sušičky je navrženo tak, že celá horní část tvoří jeden kus, který se otevírá směrem od displeje k zadní části zařízení. Toto řešení jasně definuje přední a zadní stranu sušičky, což uživateli usnadňuje orientaci a ovládání.

Jedním z největších praktických řešení je 8 vývodů pro filament. Toto řešení ukazuje, že zařízení se přizpůsobuje uživateli, nikoli naopak. Kromě toho jsou pro tuto značku typické zelené LED prvky, které přispívají k charakteristickému a rozpoznatelnému designu.



Obr. 2-4 SUNLU FilaDryer E2. [9]

Creality Filament Dry Box 2.0

Další čínskou firmou, která se specializuje na výrobu 3D tiskáren a příslušenství pro 3D tisk, je společnost Creality. Podobně jako firma Sunlu nabízí Creality vlastní produktovou řadu sušiček. Jedním z jejích produktů je Creality Filament Dry Box 2.0. Tato sušička byla vybrána jako reprezentativní příklad pro svou kategorii, protože podobně jednoduchý design určený pro jednu cívku nabízí mnoho různých výrobců. Tyto přístroje však mívají svá omezení. Zřídka dosahují vysokých teplot, jsou vyrobeny z levných materiálů a postrádají těsnění, což může ovlivnit jejich účinnost a životnost. I přes tato omezení jsou však oblíbené díky své dostupnosti a jednoduchosti, což je činí vhodnými pro nenáročné uživatele.

Design sušičky je minimalistický – má čtvercový tvar se zaoblenými horními rohy, texturované plastové bočnice v černé barvě a bílé logo umístěné nad displejem. Malý displej se nachází na přední úzké straně a ovládání probíhá pomocí otočného knoflíku. Uvnitř komory je umístěna tepelně izolační vata, která slouží jako ochrana uživatele před popálením během používání. [10]



Obr. 2-5 Creality Filament Dry Box 2.0. [10]

Creality Space Pi Filament Dryer

Tato sušička byla podle výrobce inspirována vesmírnými loděmi a futuristickým zobrazením vesmíru, jak jej známe z populární kultury. Její design kombinuje prvky členění a zkosených ploch, čímž vytváří dojem technické sofistikovanosti a moderního konstrukčního přístupu. Tělo sušičky je vyrobeno ze světle šedého plastu s chromovaným efektem.

Zadní část sušičky tvoří polokruhové průsvitné víko, které evokuje představu kokpitu vesmírné lodi. Vzhledem k tomu, že víko je poměrně masivní, aby podpořilo futuristický vzhled a usnadnilo vkládání filamentu, konstrukce vyžaduje těsnění mezi dvěma plastovými částmi krytu a tělem, které však chybí. Na horní straně je umístěn plastový výstupek, který slouží k pohodlnému otevírání odklápěcího víka. Přední část zařízení je mírně nakloněná a vyrobená z poloprůsvitného plastu se zkosenými hranami. V dolní části je bežešově integrován dotykový displej, který vizuálně prodlužuje a sjednocuje celkový vzhled zařízení. Toto řešení usnadňuje ovládání, zejména když je sušička umístěna pod úrovní očí. [11]

Vývod pro filament je umístěn v horní části zařízení, což může být pro uživatele poměrně omezující. Toto umístění nutí uživatele přizpůsobit své pracovní postupy a uspořádání prostoru tak, aby byl filament snadno dostupný. Toto řešení z hlediska ergonomie a flexibility použití představuje určitý kompromis.



Obr. 2-6 Creality Space Pi Filament Dryer. [11]

EIBOS 3D Filament Dryer Series X: Easdry

Čínská společnost EIBOS přináší na trh vlastní řadu sušiček. Na první pohled se jejich sušičky nemusí výrazně odlišovat od konkurence, ale při bližším zkoumání je zřejmé, že nabízejí poměrně zajímavá konstrukční řešení, která výrazně ovlivňují design i celkový uživatelský zážitek použití.

Sušička má tvar černého kvádrů se zaoblenými hranami. Širší boční strana je průhledná a lze ji zcela sejmut z těla sušičky díky zajímavému mechanismu, kde je potřeba zatáhnout za gumičku nahoře. Uvnitř sušičky je zabudovaný topný element a ventilátor, jehož umístění je velmi neobvyklé – nachází se přesně uprostřed a vystupuje ze stěny sušičky. Při vkládání filamentu se cívka zavěsí na tento výstupek. Toto konstrukční řešení však přináší určitá omezení ohledně toho, jaké cívky lze v tomto zařízení sušit. Zatímco u jiných sušiček existují běžná omezení velikosti cívky, například průměru a šířky, zde je navíc nutné zkontrolovat i vnitřní průměr otvoru cívky. V rozích jsou určeny dva sloty pro umístění vysoušedel. Funkčnost zařízení je však poměrně omezená – chybí časovač a nelze nastavit přesnou teplotu, pouze otočit knoflíkem pro výběr typu filamentu, který se bude sušit. Zařízení je vybaveno nezávislým senzorem vlhkosti, hodnoty se zobrazují na malém LCD displeji. [12]



Obr. 2-7 EIBOS 3D Dryer Series X: Easydry. [12]

EIBOS 3D Filament Dryer Polyphemus

Horní část sušičky je vyrobena z průhledného plastu a je plně odnímatelná. Uživatel ji může zvětšit pomocí dalších panelů, což umožňuje sušit místo dvou jednokilogramových cívek jednu o hmotnosti do 3 kg. Pro vložení cívek je třeba zvednout celou průhlednou část pomocí velkého madla umístěného nahoře. Rozměry zařízení jsou poměrně velké, ale díky designu s průhlednými stěnami působí vzdušně a lehce.

Proudění horkého vzduchu a ventilační otvory jsou konstrukčně navrženy tak, aby horký vzduch nepůsobil přímo na filament, ale rovnoměrně zaplnil celou komoru. Sušička má přednastavené parametry pro 9 běžně používaných materiálů pro 3D tisk a nabízí také 3 vlastní sloty pro uživatelské materiály. Všechny parametry lze upravit, a systém si je zapamatuje pro rychlé použití. Nejvýraznější funkcí tohoto modelu jsou rotující válce poháněné malým motorem. Tyto válce otáčejí filament během sušení, čímž eliminují případné teplotní rozdíly v různých částech komory a zajišťují rovnoměrné vysoušení. [13]

V základně jsou také dva sloty pro vysoušedla, což umožňuje využít zařízení i jako úložný box. Všechny 8 vývodů pro filament i ventilační otvory lze v případě potřeby hermeticky uzavřít. Kromě toho lze aktivovat režim monitorování vlhkosti. Uživatel nastaví požadovanou úroveň vlhkosti a systém automaticky zapne ohřev, aby udržel požadovanou hodnotu. [13]

Bezpečnost je zde klíčovým prvkem. Materiály použité na konstrukci splňují kategorii V0 žáruvzdornosti. Software navíc monitoruje správnou funkci ventilátoru a v případě jeho zablokování (např. cizím předmětem) sušičku automaticky vypne, na displeji se zároveň zobrazí upozornění na poruchu ventilátoru. LCD displej poskytuje přehled o všech klíčových parametrech, jako je teplota, vlhkost a časovač. Ovládání probíhá pomocí šesti tlačítek – tři jsou umístěna vlevo a tři vpravo od displeje. [13]



Obr. 2-8 EIBOS 3D Filament Dryer Polyphemus. [13]

PolyDryer

Čínská firma PolyDryer vytvořila jedinečný modulární systém, který kombinuje funkce sušení a skladování filamentu. Design zařízení je maximálně jednoduchý a kompaktní. Hlavní sušicí jednotka je malý obdélníkový blok s topným tělesem a ventilátorem. Sušicí komora, která se umísťuje na základní blok, je navržena pro jednokilogramovou cívku a je zcela průhledná. Obsahuje válce pro otáčení cívky, dva vývody pro filament, hermeticky uzavíratelné víko, prostor pro vlhkoměr a průhledný box na vysoušedla. Díky tomuto designu lze vizuálně sledovat změnu barvy vysoušedla a včas jej vyměnit. Skladovací boxy lze dokoupit samostatně a snadno tak vytvořit modulární systém pro skladování většího množství cívek. Filament není nutné z boxu vyjmout – stačí umístit box přímo na sušicí jednotku. [14]



Obr. 2-9 PolyDryer. [14]

FlashForges Filament Drying Station

Dánská firma FlashFroges vyrábí industriální 3D tiskárny a příslušenství k 3D tisku. Tato sušička je určena pro průmyslové použití, a proto disponuje řadou unikátních prvků. Jejím výrazným rysem je možnost umístit na vrchol průmyslovou 3D tiskárnu od stejného výrobce, což vytváří kompaktní a efektivní pracovní jednotku. Design sušičky připomíná černou matnou skříň s vysouvacím polem, na jehož dno lze volně umístit několik cívek filamentu. Uvnitř však chybí oddělené zóny pro ohřev, což znamená, že lze sušit pouze jeden typ filamentu najednou.

Kapacita sušičky výrazně převyšuje možnosti domácích modelů, což ji činí ideální pro náročné výrobní podmínky. Kvůli své velikosti a hmotnosti je zařízení vybaveno kolečky, což usnadňuje jeho přesun v rámci výrobního prostoru.

Jednou z nejvýraznějších vlastností této sušičky je její inteligentní software, který umožňuje přesné nastavení parametrů sušení, jako je teplota a doba, pro různé typy filamentů. Kromě toho je sušička schopna dosáhnout velmi vysokých teplot, což umožňuje nejen sušení, ale také žihání plastových součástek. [15]



Obr. 2-10 FlashForges Filament Drying Station. [15]

2.1.2. Uživatelské modifikace jako zdroj inspirace pro designéry

Majitelé sušiček filamentu jsou zpravidla aktivní uživatelé 3D technologií, což znamená, že často kombinují kreativní myšlení s technickými dovednostmi. Právě tato kombinace často vede k tomu, že hledají způsoby, jak přizpůsobit zařízení svým potřebám. V 3D komunitě jsou takové úpravy známé jako „modifikace“ nebo „módy“ a často vznikají jako odpověď na konkrétní problémy či potřeby uživatelů. Jednotlivci sdílejí své návrhy a upravené díly s komunitou, což umožňuje ostatním uživatelům vylepšit své zařízení bez nutnosti složitého vývoje. Tyto úpravy nejen zlepšují funkčnost sušiček, ale také odrážejí skutečné zkušenosti a názory uživatelů.

Mezi nejpobulárnější platformy, kde uživatelé sdílejí své úpravy sušiček filamentu, patří [printables.com](https://www.printables.com) a [makerworld.com](https://www.makerworld.com). Zde nejen jednotliví uživatelé, ale občas i sami výrobci publikují své návrhy na vylepšení zařízení.

Při hledání na těchto webech lze najít širokou škálu modifikací, například: přidání ventilátoru, úpravu směru nebo koncentrace proudění vzduchu, instalaci nožiček k zamezení přehřívání povrchu pod sušičkou, přidání ventilačních otvorů nebo naopak jejich uzavření, vytvoření prostoru pro ukládání vysoušedel, výměna válců, na kterých rotují cívky, přidání dalších otvorů pro vedení filamentu, modifikace určené ke snížení hladiny hluku. [16, 17]

2.1.3. Shrnutí designérské analýzy

Přístroje pro sušení filamentu, zejména ty určené pro menší kapacity a primárně pro domácí použití, se vyznačují snahou o minimalizaci robustního vzhledu, i když jejich rozměry nemusí být vždy malé. Design často vychází z hlavního prvku – cívky filamentu, která je klíčovým elementem a slouží jako inspirace pro celkovou konstrukci zařízení. U modelů určených pro větší počet cívek se obvykle volí forma boxu, která poskytuje dostatek prostoru a usnadňuje manipulaci.

Materiálově se často využívá průhledný plast, někdy s tónovaným povrchem. Toto řešení umožňuje snadnou kontrolu zbývajícího filamentu a zároveň chrání materiál před slunečním zářením, které může negativně ovlivnit vlastnosti některých polymerů. Z hlediska konstrukce se nejčastěji setkáváme s odklápěcím víkem, které zajišťuje rychlý přístup k filamentu. Méně časté, ale stále populární jsou modely s plně otevíratelným prostorem, například pomocí odnímatelných bočnic nebo vysouvacích systémů, které usnadňují vkládání a výměnu cívek.

Celkově je design těchto zařízení spíše technického a funkčního charakteru. Často se používá černá, bílá nebo šedá chromovaná barva a doplňkové neonové osvětlení, které dodává přístrojům moderní a futuristický vzhled. Tyto prvky nejen zvyšují estetickou hodnotu, ale také zdůrazňují technologický pokrok a funkčnost zařízení.

2.2. Technická analýza

Tato kapitola se zaměřuje na technické principy sušení, klasifikaci sušiček a popis jejich funkční části a porovnání existujících sušiček mezi sebou z hlediska technických parametrů.

2.2.1. Hygroskopické vlastnosti polymerů

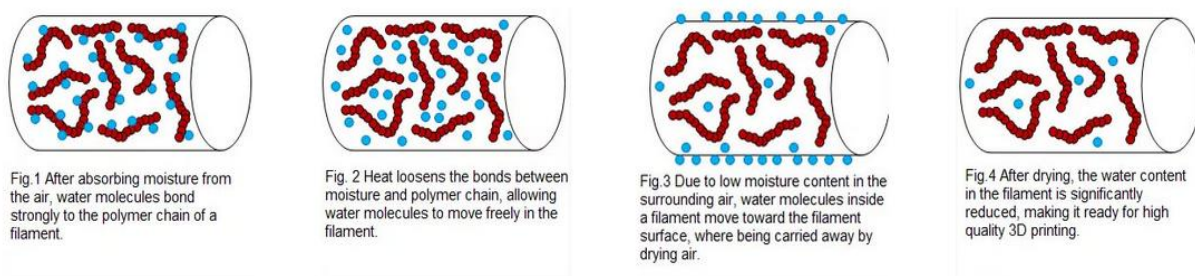
Na trhu pro použití v FFF jsou různé řady polymerních filamentů, nejběžnější materiály jsou ABS, PLA, PA, PP, PC, PE. [18] Tyhle materiály jsou relativně jednoduché a přímočaré v použití, ale zároveň nemají vynikající mechanické a fyzické vlastnosti a jsou citlivé vůči environmentálním faktorům. [19]

Polymery, které mohou absorbovat vlhkost z okolí a vzduchu, se nazývají hygroskopické. Když filament absorbuje vodní páru, molekuly vody pronikají do struktury polymeru a vážou se na polymerní řetězce. Tento proces zahrnuje tvorbu mezimolekulárních vazeb mezi molekulami vody a polymerem. Vlhkost se dostává dovnitř polymerů, což mění jejich mechanické a fyzikální vlastnosti. Během extrudování v tiskárně v navlhčeném filamentu začne expandovat voda pod vlivem zvýšených teplot v extruderu, což vede k tvarování bublin v plastu. Bubliny mohou mít významný vliv na kvalitu povrchu tisku, adhezi mezi vrstvami a na mechanické vlastnosti výsledného tisku. [20]

Klasifikace materiálů podle citlivosti na vlhkost mohou být rozděleny do tří kategorií. Nízká citlivost (2–4% pokles mechanických vlastností): Materiály jako PLA a PETG mají relativně nízkou absorpci vlhkosti a mírnou degradaci vlastností. Střední citlivost (5–9 %): Materiály jako ABS vykazují střední degradaci pevnosti a pružnosti při absorpci vlhkosti. Vysoká citlivost (více než 10 %): Například nylon absorbuje velké množství vody a podstupuje výraznou degradaci mechanických vlastností. [21]

2.2.2. Jak sušit polymery

Sušení je proces odstraňování molekul vody z polymerních řetězců. V průmyslu se polymery suší pomocí desikantů, vakua, ale jedna z nejstarších, nejjednodušších a nejlevnějších technik sušení je horkovzdušné. [22] Teploto způsobí excitaci molekul vody, které se vážou na polymer, což jim umožní volně se pohybovat a difundovat na povrch, proud vzduchu přenáší teplo do polymeru a také odvádí molekuly vody pryč. [23]



Obr. 2-11 Ilustrační popis mechanismu navlhčení a sušení filamentu. [23]

2.2.3. Teplota a doba sušení filamentů

Filamenty z různých polymerů vyžadují různé teploty a doby sušení. Každý výrobce doporučuje tyto parametry individuálně pro každý polymer. I v rámci jednoho typu polymeru mohou existovat rozdíly v doporučených teplotách a dobách sušení v závislosti na možných modifikacích základního polymeru, obvykle s rozdílem 5–10 °C.

Pro přibližnou představu, jaké teplotní nastavení je potřeba pro kvalitní sušení některých populárních filamentů pro 3D tisk, uvádím níže tabulku s údaji od výrobce PolyMaker a Prusa. Skutečné nastavení sušení však může být ovlivněno různými přísadami do filamentů, různými počátečními úrovněmi obsahu vody, okolní teplotou a vlhkostí. Proto je vždy nutné ověřit doporučení konkrétního výrobce pro daný filament.

Tab. 2-1 Doporučená teplota sušení pro navlhčený filament. [24, 25]

Materiál	Teplota [°C]	Doba sušení [hodiny]
PLA	45–55	6
PETG	55–65	6–8
ABS/ASA	75–80	4–6
PC	75–85	6–12
PA (nylon)	80–100	6–8
TPU	65–70	8
PVB	45–55	8–12

2.2.4. Klasifikace sušiček filamentu

Sušičky filamentu se liší podle různých faktorů. Mezi nejdůležitější kritéria patří jejich účel, počet cívek, které mohou sušit současně, a způsob jejich umístění uvnitř zařízení. Tato klasifikace pomáhá lepe pochopit, jaký typ sušičky je nejvhodnější pro konkrétní potřeby uživatele.

Podle účelu:

- Domácí – pro domácí uživatele a malé dílny, jednoduché ovládání, často s přednastavenými teplotními režimy, cenově dostupné.
- Profesionální – pro malé výrobní podniky, často větší kapacita a pokročilé nastavení.
- Průmyslové – pro velkovýrobu, mohou sušit desítky cívek najednou, přesná regulace teploty a vlhkosti, často s automatickým monitoringem a datovým výstupem.

Podle počtu cívek:

- Pro jednu cívku.
- Pro několik cívek (2–4).
- Pro hromadné sušení (5+ cívek).

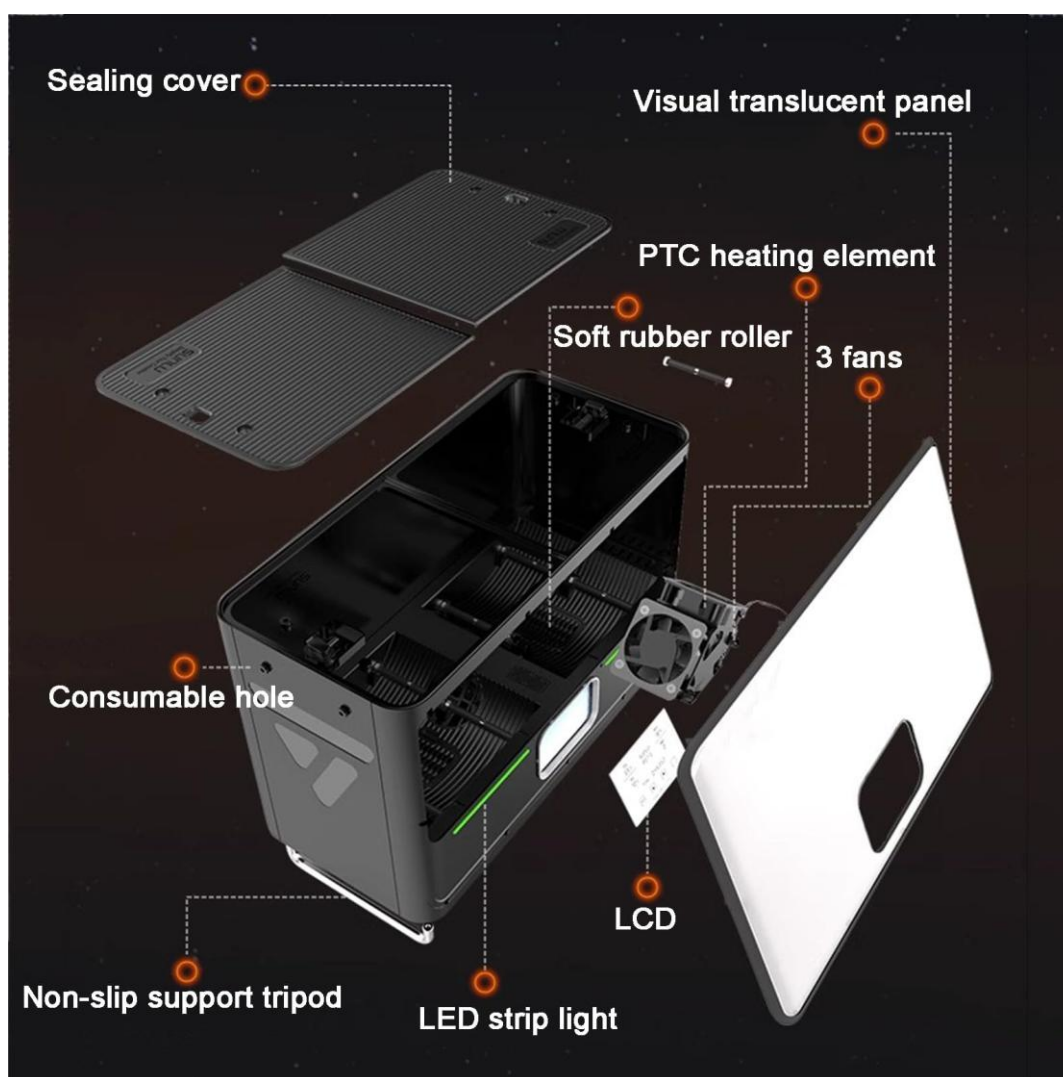
Podle umístění cívky:

- Na válcích – cívka je položena na válečky, které ji buď udržují v pevné poloze, nebo umožňují její otáčení.
- Zavěšená – cívka je zavěšena na horizontální tyči.
- Volně položená – cívka je jednoduše položena na dno sušicí komory. Typické ve velkokapacitních sušičkách nebo v jednodušších DIY řešeních.

2.2.5. Popis konstrukce

Sušička Creality Filament Dry Box 2.0 z levného segmentu slouží jako dobrý příklad pro pochopení základních komponentů a jejich uspořádání.

Schéma sušičky filamentu zahrnuje několik klíčových prvků: topný článek, který generuje teplo, ventilátor pro cirkulaci vzduchu, senzory teploty a vlhkosti a displej pro zobrazení informací. Uvnitř sušicí komory je prostor pro umístění filamentu, který je uzavřen víkem, aby se zabránilo úniku tepla a vlhkosti. Řídící jednotka umožňuje uživateli nastavit parametry sušení, jako je teplota a doba trvání procesu. Veškerou energii pro provoz zařízení zajišťuje napájecí zdroj.



Obr. 2-12 Rozložený pohled na sušičku SUNLU FilaDryer E2. [26]

2.2.6. Funkcionální části sušičky

Elektrické topné těleso

Aby sušička docílila výsledku, který se od ní požaduje, potřebuje se filament zahřívát na určitou teplotu a ideálně pak i odvádět vlhkost z boxu. Nejprve probereme možnosti zahřívání. Elektrická topná tělesa mají topné jádro, které se zahřívá při průchodu elektrického proudu. Jádra jsou obvykle vyrobená z keramiky. Keramická topná tělesa mají vynikající schopnost uchovávat teplo, což zvyšuje jejich účinnost. Vnější kryt topného tělesa bývá zpravidla vyroben z hliníku nebo oceli. [27]

Často v sušičkách lze najít PI topné folie (polyimid). Ohřívač z PI fólie se skládá z tenké vrstvy polyimidu, která obsahuje integrované topné prvky, které jsou vyrobeny z vodivých materiálů. Polyimidová fólie zajišťuje elektrickou izolaci a mechanickou podporu pro topné prvky. PI filmové ohřívače jsou flexibilní a mohou se přizpůsobit různým tvarům a povrchům, což je činí ideálními pro aplikace, kde je omezený prostor nebo je potřeba přizpůsobení na míru. Nabízejí rovnoměrné rozložení tepla a rychlou schopnost zahřívání. [28]

Nicméně pro podobné aplikace PTC topná tělesa (pozitivní teplotní koeficient) jsou nejoblíbenější volba, protože PTC články mají vysokou teplotní odolnost a při přehřátí se automaticky vypnou, což zajišťuje bezpečí, neboť topné těleso je schopné samoregulace. PTC články se rychle zahřívají, což umožňuje rychlé dosažení požadované teploty. Vyrábějí se v různých tvarech a velikostech, aby vyhovovaly pro konkrétní aplikace, a na trhu lze najít spoustu různých PTC ohřívačů dle různých požadavků. [29]

PTC topné prvky mají několik výhod oproti běžně používaným PI topným prvkům. Jsou energeticky účinnější, protože k udržení stabilní teploty vyžadují méně energie, mají delší životnost a jsou bezpečnější, protože jsou méně náchylné k přehřátí. [30]

Ventilátor

Jedním z nejdůležitějších komponentů každé sušičky je ventilátor, jehož úkolem je rovnoměrně rozprostřít ohřátý vzduch uvnitř komory sušičky i odvést vlhkost.

Ventilátory se dělí na AC ventilátory (střídavý proud) a DC ventilátory (stejnoseměrný proud). AC ventilátory jsou levnější a jednodušší na instalaci. DC ventilátory vyžadují AC-DC konvertor (externí nebo integrovaný), což zvyšuje jejich cenu. Nicméně jejich výhody převyšují nevýhody, protože spotřebovávají méně energie, jsou tišší, méně citlivé na vlhkost, umožňují regulaci rychlosti otáček. [31, 32]

Ventilátory lze dále rozdělit na axiální ventilátory a radiální ventilátory. Axiálními ventilátory proudí vzduch rovnoběžně se s jejich osou, což je ideální pro aplikace vyžadující vysoký průtok vzduchu při nízkém tlaku. Díky své kompaktnosti a účinnosti při cirkulaci vzduchu se často využívají v počítačích. Radiální ventilátory nasávají vzduch pod pravým úhlem a vyfukují jej při vyšším tlaku. Jsou vhodné pro aplikace s požadavky na vysoký tlak, jako jsou průmyslové procesy nebo ventilační systémy. [33]



Obr. 2-13 Ventilátor radiální (vlevo) a axiální (vpravo). [34]

Displej

Existuje několik technologií používaných při výrobě displejů, které se liší kvalitou zobrazení i energetickou náročností. Bez ohledu na zvolenou technologii hraje kvalitní displej zásadní roli při zvyšování efektivity i pohodlí při práci.

LCD displeje (liquid crystal display) jsou jednou z nejrozšířenějších technologií pro zobrazování informací. Tato technologie využívá kapalné krystaly umístěné mezi dvěma průhlednými elektrodami. Působením elektrického proudu se molekuly kapalných krystalů uspořádají tak, aby selektivně blokovaly světlo, čímž se vytvářejí obrazy. [36]

LCD displeje představují spolehlivou a ekonomickou volbu pro většinu běžných aplikací. I přes určité nevýhody, jako jsou omezené pozorovací úhly zhoršující kvalitu obrazu při pohledu z ostrých úhlů a nižší kontrastní poměr oproti pokročilejším technologiím, zůstávají populární díky své dostupnosti, energetické efektivitě a schopnosti pokrýt široké spektrum potřeb uživatelů. [35]



Obr. 2-14 LCD displeje. [37]

LED displeje (light-emitting diode) jsou tvořeny tisíci drobnými světelnými diodami uspořádanými do mřížky. Každá dioda může být individuálně ovládána, což umožňuje vytvářet obrazy s vysokým jasnem a věrným podáním barev. LED displeje se vyznačují širokými pozorovacími úhly a vysokým jasnem, díky čemuž jsou ideální pro venkovní použití a zařízení, která potřebují být čitelná za denního světla. Jejich životnost a odolnost je velkým benefitem, což z nich dělá dlouhodobě spolehlivou volbu. I přes vyšší cenu jsou díky své všestrannosti a výkonnosti stále oblíbenější v různých oblastech použití. [35, 36]



Obr. 2-15 LED displej. [38]

OLED (organic light-emitting diode) displeje využívají organické sloučeniny, které při průchodu elektrického proudu vyzařují světlo. Každý pixel displeje obsahuje samostatné červené, zelené a modré OLED diody, které vytvářejí barvy nezávisle na sobě. Díky tomu, že každý pixel emituje světlo samostatně, OLED displeje nepotřebují podsvícení, což umožňuje dosažení dokonalých černých odstínů, širokých pozorovacích úhlů až 180°, rychlé odezvy a vysokého kontrastu. OLED displeje také otvírají dveře inovativním designům, jako jsou ohebné a zakřivené obrazovky. I přes své nevýhody, jako je vyšší cena, nižší jas a vypálení statických obrazů, což může ovlivnit životnost displeje, jsou díky svým jedinečným vlastnostem stále častěji využívány v prémiových zařízeních. [35, 36]



Obr. 2-16 OLED displej. [39]

Senzory teploty a vlhkosti

Senzory teploty a vlhkosti hrají klíčovou roli v sušičkách filamentu, protože umožňují přesné monitorování a řízení podmínek sušení.

Teplotní senzory převádějí teplotu na elektrický signál. Existuje několik typů teplotních sensorů, včetně termistorů (NTC), odporových teploměrů (RTD), termočlánků a polovodičových sensorů. [40]

Tab. 2-2 Porovnání různých typů teplotních sensorů [40, 41]

Typ senzoru	Výhody	Nevýhody	Teplotní rozsah [°C]	Cena
NTC	rychlá odezva, vysoká citlivost	nízká stabilita při dlouhodobém používání, omezený teplotní rozsah	-50 až +150	nízká
RTD	vysoká přesnost, stabilita a dlouhá životnost	vyšší cena, delší odezva než u termistorů	-200 až +600	střední až vysoká
Termočlánek	široký teplotní rozsah, nízké náklady na jednotku	nižší přesnost, vyžaduje kalibraci	-200 až +1800	nízká
Polovodičové senzory	nízké náklady, kompaktní velikost, snadná integrace s elektronikou	omezený teplotní rozsah, nižší přesnost ve srovnání s RTD nebo termistory	-40 až +125	nízká

Senzory vlhkosti měří množství vodní páry ve vzduchu. Nejběžnějším typem je kapacitní senzor, který využívá dvě elektrody oddělené hygrokopickým dielektrikem. Když dielektrikum absorbuje vlhkost, mění se jeho permitivita, což ovlivňuje kapacitu mezi elektrodami. Tato změna je převedena na elektrický signál, který reprezentuje relativní vlhkost prostředí. [42]

Ovládací prvky

Dotyková obrazovka (touchscreen) jako ovládací prvek nabízí několik výhod, včetně intuitivního a snadného ovládání, moderního vzhledu, přizpůsobitelnosti funkcí a jednoduché aktualizace softwaru. Na druhou stranu mohou být dotykové obrazovky náchylné k poškrábání a poškození, což může ovlivnit jejich funkčnost a vzhled. Další nevýhodou je vyšší cena.

Tlačítka jako ovládací prvek jsou tradičním a široce používaným řešením pro různá zařízení. Mají několik výhod, mezi které patří jednoduchost použití, spolehlivost a dlouhá životnost. Tlačítka poskytují jasnou zpětnou vazbu, uživatel okamžitě ví, že stiskl správné tlačítko. Nevýhodou

tlačítek je, že pro složitější nastavení může být třeba více tlačítek, což může ztížit orientaci v ovládacím panelu.

Otočný knoflík umožňuje přesné a pohodlné nastavení hodnot. Kromě otáčení může být knoflík také stisknutelný, což kombinuje dvě funkce – otáčení pro nastavení hodnot a stisknutí pro potvrzení volby. Tato kombinace je běžná u 3D tiskáren, kde slouží k ovládání menu. Uživatel může snadno a rychle měnit nastavení, aniž by se musel zdržovat hledáním konkrétního tlačítka.

Napájecí zdroj

Výběr adaptéru závisí přímo na výkonu topného tělesa a ventilátoru. Je lepší zvolit adaptér s malou přídavnou kapacitou, aby adaptér nepracoval na hranici svých možností, což prodlouží jeho životnost. Doporučuje se vybrat adaptér s výkonem o 20–30 % vyšším, než je celkový požadovaný výkon zařízení, což umožní bezpečný a efektivní provoz. Při výběru adaptéru je rovněž důležité zohlednit napětí, které musí odpovídat specifikacím zařízení. Například, pokud topné těleso vyžaduje 300 W při napětí 12 V, měl by mít adaptér schopnost poskytnout minimálně 25 A. [43] Vždy je také nutné zajistit, aby adaptér měl odpovídající certifikace pro bezpečný provoz a splňoval normy pro elektrická zařízení.

2.2.7. Materiály

Pro podmínky, ve kterých sušičky fungují, je klíčový rozumný a bezpečný výběr materiálů pro konstrukci zařízení. Plast je tradičně preferovaným materiálem, protože je lehký, cenově dostupný a snadno se zpracovává, což usnadňuje výrobu a snižuje náklady. Dále je plast odolný vůči korozi a má dobré izolační vlastnosti, což z něj činí ideální volbu pro mnoho typů zařízení. Nicméně je nutné brát v úvahu, že sušička bude fungovat při vyšších teplotách. Pro takové podmínky existují normy, které pomáhají zaručit bezpečnost a spolehlivost materiálů při dlouhodobém vystavení teple. [44]

Norma UL 94

UL 94 je norma pro hodnocení nehořlavosti plastových materiálů, která byla vyvinuta organizací Underwriters Laboratories (UL). Tato norma slouží k určení, jak materiály reagují na oheň a jak rychle se samy uhasí. Testování podle UL 94 pomáhá zjistit, zda je plast vhodný pro použití v určitém prostředí, kde by mohl být vystaven otevřenému ohni nebo vysokým teplotám.

Klasifikace UL 94 zahrnuje různé třídy, které popisují, jak plast reaguje na plamen. Klasifikace ukazuje, jak rychle materiál shoří a zda pokračuje v hoření po odstranění plamene. Čím nižší číslo, tím lepší výsledky. Například V-0 znamená, že materiál se sám uhasí během 10 sekund a nekape hořící materiál. UL klasifikace od nejvíce po nejméně hořlavé jsou: HB, 5V, V-2, V-1 a V-0. Pokud plast neprojde testem a nezíská žádnou z kvalifikací, považuje se za hořlavý. [45]

Transparentní části

Transparentní část sušičky, která umožňuje vizuální kontrolu filamentu, se obvykle vyrábí z polykarbonátu (PC). Tento materiál je průhledný, vysoce odolný vůči nárazu a teplotám (dlouhodobě až 120 °C, krátkodobě až 135 °C). Díky těmto vlastnostem je ideální volbou. Pro

ochranu proti slunci a UV záření, které může způsobit ztrátu vlastností filamentu uvnitř zařízení, lze polykarbonát opatřit barevným provedením nebo povlakem s UV ochranou. Polykarbonátové části se vyrábí nejčastěji vstřikováním. [46]

Neprůhledné části

Neprůhledné části těla sušičky vyžadují materiály s vysokou tepelnou stabilitou a mechanickou pevností. Směs PC/ABS nebo PPS patří mezi vhodné možnosti.

PC/ABS je směs, která kombinuje houževnatost a pevnost polykarbonátu s dobrou zpracovatelností ABS. Tento materiál je teplotně stabilní až do 120 °C. Jeho hlavní výhodou je relativně nízká cena. Díky své mechanické pevnosti, houževnatosti a odolnosti vůči nárazu je vhodnou volbou pro vnější kryt sušičky, který není v přímém kontaktu s topnými tělesy, protože při dlouhodobém vystavení vyšším teplotám může dojít ke snížení životnosti materiálu. [47]

Na druhé straně je PPS vysoce odolný materiál s tepelnou stabilitou až do 260 °C, což z něj činí ideální volbu pro komponenty umístěné v blízkosti topného tělesa nebo elektroniky, navíc nabízí vynikající chemickou a tepelnou odolnost, což zajišťuje dlouhou životnost i v náročných podmínkách. Nevýhodou PPS je jeho vysoká cena a složitější zpracování při výrobě, což může zvýšit celkové náklady na výrobu. Tento materiál by byl proto vhodný spíše pro kritické části, kde jsou teplotní nároky nejvyšší. [48]

Těsnění

EPDM je pružný materiál, který je schopen odolat teplotám do 150 °C, často se používá v aplikacích, kde je vyžadována dlouhá životnost. Těsnění z EPDM je cenově dostupné. [49]

2.2.8. Další funkce

Integrace funkce žihání do sušičky filamentu by umožnila nejen udržovat filamenty suché, ale také zlepšovat mechanické vlastnosti hotových 3D výtisků. Žihání, tedy zahřátí výtisku na specifickou teplotu, umožňuje restrukturalizaci molekulárních řetězců v plastu, čímž se zvyšuje pevnost, tažnost a tepelná odolnost objektu. Teplota, na kterou je potřeba model zahřát, se nazývá teplota skelného přechodu. V této fázi objekt stále drží svůj tvar, ale materiál změkne natolik, že uvnitř dochází k molekulárním změnám, které zvyšují jeho pevnost a stabilitu. [50]

Možnost uchovávat historii sušení jednotlivých filamentů a sledovat změny v nastavení umožňuje optimalizovat proces pro další použití a přizpůsobit jej specifickým potřebám.

Sušička filamentu by mohla být vybavena vestavěnou váhou, která by měřila zbývající množství filamentu na cívce. Tato funkce by uživatelům pomáhala plánovat tisk a zajistila, že mají dostatek materiálu pro dokončení projektu ještě před jeho zahájením.

Díky chytrým funkcím, jako je Bluetooth nebo Wi-Fi, mohou uživatelé ovládat sušičku na dálku prostřednictvím mobilní aplikace.

2.2.9. Údržba

Sušičky filamentu nevyžadují složitou údržbu. Vnitřní prostor zařízení stačí očistit od zbytků filamentu a prachu. Průhledné části lze otřít měkkým hadříkem, aby si zachovaly svou čírost. Doporučuje se kontrolovat těsnění a ventilační otvory a v případě znečištění je jemně vyčistit.

2.2.10. Technické normy

Legislativní omezení pro sušičky filamentu nejsou přímo stanovena, protože se jedná o zařízení používaná primárně v domácnostech nebo průmyslu, která nespádají pod specifickou regulaci. Přesto existují obecné předpisy pro jakákoliv jiná elektrická a elektronická zařízení prodávaná v Evropské unii.

Směrnice o nízkém napětí (2014/35/EU): Tato směrnice stanovuje požadavky na bezpečnost elektrických zařízení s napětím mezi 50 V a 1000 V pro střídavý proud a mezi 75 V a 1500 V pro stejnosměrný proud. [51]

Směrnice o elektromagnetické kompatibilitě (2014/30/EU): Zajišťuje, že elektrická a elektronická zařízení nebudou způsobovat elektromagnetické rušení a budou odolná vůči takovému rušení z jiných zdrojů. [52]

Směrnice o omezení používání některých nebezpečných látek v elektrických a elektronických zařízeních (RoHS) (2011/65/EU), (2015/863/EU). [53, 54]

2.2.11. Technické parametry existujících produktů

Tab. 2-3 Vybrané technické parametry sušiček. [2, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16]

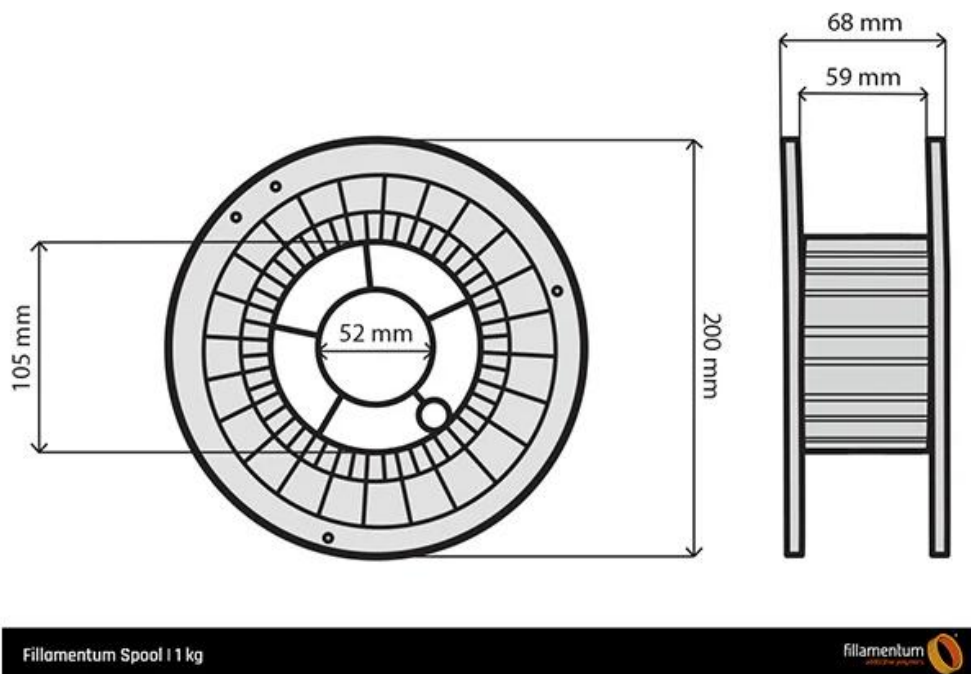
Typ produktu	Kapacita [množství cívek]	Průměr filamentu [mm]	Rozměry [mm]	Typ topného tělesa	Teplotní rozsah [°C]
Sovol SH02 Filament Dryer	2x 1 kg / 1x 2 kg	1,75 / 2,85	249 × 175 × 283.5	PCT 150 W	40–70
SUNLU FilaDryer S2	1	1,75 / 2,85 / 3	265 × 274 × 118	PI	35–70
SUNLU FilaDryer S4	4x 1 kg / 2x 2 kg / 1x 3 kg	1,75 / 2,85 / 3	516 × 278 × 350	PCT 330 W	50–70
SUNLU FilaDryer E2	2x 1 kg / 1x 3 kg	1,75 / 2,85 / 3	400 × 220 × 307	PCT 500 W	50–110
Creality Filament Dry Box 2.0	1	1,75 / 2,85	237 × 266 × 99	PI	45–65
Creality Space Pi Filament Dryer	1	1,75 / 2,85	125 × 315 × 300	PCT 80 W	45–70

EIBOS 3D Filament Dryer Series X: Easdry	1	1,75 / 2,85 / 3	225 × 225 × 103	PTC 45 W	40–65
EIBOS 3D Filament Dryer Polyphemus	2x 1 kg / 1x 2 kg / 1x 3 kg	1,75	275 × 205 × 317	PTC 130 W	<70
PolyDryer	1	1,75 / 2,85 / 3	295 × 235 × 120	PTC 68 W	<70
FlashForge Filament Drying Station	6x 1 kg / 2x 2,5 kg	–	840 × 675 × 600	PCT 500 W	<120

2.2.12. Rozměry cívek filamentu

Kromě metod sušení a technických vlastností sušiček je klíčové věnovat pozornost také cívkám filamentu. Jejich velikost a rozdíly v rozměrech mezi jednotlivými výrobci přímo ovlivňují konstrukci a design sušiček. Rozdíly ve velikostech cívek různé hmotnosti jsou značné.

V online obchodech jsou nejčastěji dostupné cívky určené pro 1 kilogram filamentu, což je standardní velikost. Proto je logické primárně se zaměřit na tuto kategorii. Nicméně na trhu existují i univerzálnější řešení, která umožňují použití různých typů cívek nestandardních rozměrů. Tato flexibilita je důležitá zejména pro uživatele, kteří pracují s různými typy filamentů od různých výrobců.



Obr. 2-17 Rozměry cívek filamentu 1 kg. [55]

3. ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

3.1. Analýza problému

V této kapitole budou identifikovány, analyzovány a strukturovány hlavní problémy současného trhu se sušičkami filamentu. Cílem je pochopit klíčové nedostatky existujících řešení a vytvořit pevný základ pro návrh inovativního zařízení, které tyto problémy efektivně eliminuje.

Funkční problémy

Jedním z častých problémů je nerovnoměrné rozložení tepla uvnitř sušicí komory, což může vytvářet horké a studené zóny, což vede k tomu, že filament není rovnoměrně vysušen. Tento jev může negativně ovlivnit kvalitu tisku. Další častou komplikací jsou tepelné ztráty přes stěny zařízení, které vznikají kvůli nedostatečné izolaci nebo použití nevhodných materiálů. Tyto ztráty zvyšují spotřebu energie a snižují účinnost sušení. Důležitým faktorem je také těsnost sušičky. Nedostatečně přiléhající víko nebo absence kvalitního těsnicího materiálu může způsobit pronikání vlhkosti do komory, čímž se efekt sušení výrazně snižuje.

Designové problémy

Důležitou součástí této kategorie je ergonomie a intuitivnost ovládání, přehlednost potřebných informací na displeji. Problematická může být také omezená kompatibilita sušiček, kdy komora není přizpůsobena pro nestandardní velikosti cívek. U průhledných částí těla sušičky může docházet k zhoršení průhlednosti v důsledku působení tepla a UV záření. Tyto části mohou časem zmatnět nebo zežloutnout, což snižuje viditelnost obsahu a estetiku zařízení.

Technické problémy

Spotřeba energie je dalším faktorem, který může být problémem. Sušičky s výkonnými topnými tělesy a ventilátory mohou mít vysoké energetické nároky, což zvyšuje provozní náklady. V neposlední řadě je zde riziko přehřátí. Pokud není zařízení vybaveno kvalitní elektronikou a tepelnou ochranou, může dojít k nebezpečnému zvýšení teploty, což ohrožuje bezpečnost uživatele. Taky může být pro uživatele rušivý hluk ventilátorů, který je často způsoben nekvalitními součástmi nebo jejich špatnou instalací.

Konkurenceschopnost

Mnoho společností vyrábí cenově dostupná zařízení, která splňují základní požadavky na funkčnost sušičky. Aby byl produkt atraktivní pro zákazníka, je důležité, aby měl nejen praktické vlastnosti, ale také estetickou hodnotu. Uživatelé si mohou podobné zařízení vyrobit i sami, což znamená, že sušička musí nabídnout něco navíc – buď unikátní funkčnost, nebo zajímavý design, který bude příjemným doplňkem interiéru a estetickým prvkem pracovního prostoru.

3.2. Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše

Funkčně je sušička velmi jednoduché zařízení, kde většinu prostoru zabírá místo pro cívku filamentu, nikoli elektronika, což klade určitá omezení na minimální rozměry zařízení – sušička nemůže být menší než samotná cívka filamentu. Většina dostupných modelů je navržena pro jednu až dvě kilové cívky, což je standardní velikost, nicméně je vždy vhodné zvážit, zda sušička dokáže pojmout i jiné typy cívek, což zvyšuje její univerzálnost.

Globální trend v designu sušiček směřuje k vertikálnímu uspořádání, které se stalo standardem díky své praktičnosti a úspoře prostoru. I když je vertikální design dominantní, právě tato koncentrace na jedno řešení otevírá prostor pro výzkum a inovace v oblasti horizontálního uspořádání. Horizontální sušičky by mohly nabídnout nové možnosti, jako je snadnější přístup k cívkám, zvýšená stabilita zařízení, alternativní způsoby umístění zařízení v pracovním prostoru, unikátní vizuální řešení nebo dokonce lepší distribuce tepla a vlhkosti během procesu sušení.

3.3. Cíl práce

Hlavním cílem této práce je navrhnout design sušičky filamentu, který bude efektivní z hlediska sušení, splní všechny technické požadavky a zároveň bude praktický, snadno ovladatelný a vizuálně atraktivní. Zařízení by mělo být ergonomické, vhodné pro běžné uživatele a esteticky hodnotné.

Součástí práce je také záměr prozkoumat méně tradiční designová řešení, která mohou nabídnout nové možnosti nejen po stránce vizuální, ale i funkční. Důraz bude kladen na hledání inovativních přístupů, které posunou design sušičky mimo běžně zažitá řešení.

Dílčí cíle bakalářské práce:

- definovat důležité parametry (bezpečnost, životnost, materiály),
- vytvořit estetický a ergonomický design sušičky filamentu,
- navrhnout barevnost, ovládací a grafické prvky v souladu s funkcí přístroje,
- zahrnout příslušenství (například stojan, držák, čistič),
- usnadnit manipulaci a údržbu, sériová výroba.

3.4. Cílová skupina

Sušičky filamentu oslovují širokou škálu uživatelů, kteří se zabývají 3D tiskem na různých úrovních, od hobby až po profesionální průmyslové aplikace. Každá z těchto skupin má své specifické potřeby. Společným požadavkem však zůstává efektivní sušení filamentu

Individuální uživatelé hledají dostupná, kompaktní a snadno použitelná zařízení. Pro ně jsou důležité parametry jako jednoduché ovládání, nízká hlučnost, nízká cena, atraktivní design a univerzálnost zařízení. Firmy a průmyslové podniky potřebují spolehlivé produkty s větší kapacitou a pokročilými funkcemi. Vzdělávací instituce zavádějí 3D tisk do vzdělávacích programů, hledají zařízení kombinující jednoduchost a bezpečnost. Taky jsou speciální 3D obchody s příslušenstvím, kde je kromě funkčnosti důležitá estetická přitažlivost.

3.5. Základní parametry a legislativní omezení

Při návrhu a výrobě sušiček filamentu je nezbytné zohlednit technické požadavky na zařízení i platná legislativní omezení. Tato zařízení musí splňovat standardy týkající se bezpečnosti, kvality a ochrany životního prostředí.

Základní parametry

Sušičky filamentu by měly mít kapacitu přizpůsobenou potřebám uživatelů. Pro domácí použití postačuje kapacita na jednu až dvě cívky filamentu, zatímco pro profesionální a průmyslové aplikace je výhodná kapacita pro více cívek najednou. Zařízení by mělo být kompatibilní s různými druhy a průměry filamentů.

Teplotní rozsah je jedním z klíčových parametrů. Kvalitní sušičky by měly umožnit ohřev až na 70–80 °C, což je dostatečné pro většinu typů filamentů.

Intuitivní ovládání umožňuje uživatelům snadno nastavit teplotu i dobu sušení podle typu filamentu. Automatické režimy pro různé materiály jsou výhodou. Sušičky mají displej, který zobrazuje informace o aktuální teplotě a zbývajícím čase sušení a případná upozornění, jako je dosažení požadované teploty nebo dokončení cyklu.

Sušičky by měly být vybaveny ochranou proti přehřátí a automatickým vypnutím v případě dlouhodobé nečinnosti. Materiály, které se nachází v přímém kontaktu s topným tělesem, musí být odolné vůči vysokým teplotám.

Legislativní omezení

Přestože pro sušičky filamentu nejsou stanovena specifická omezení, vztahují se na ně obecné předpisy Evropské unie pro elektrická a elektronická zařízení.

Směrnice o nízkém napětí (2014/35/EU) zajišťuje bezpečnost elektrických zařízení s provozním napětím v definovaném rozsahu. Výrobci musí zajistit ochranu proti přetížení, zkratům a jiným rizikům spojeným s provozem zařízení. [50]

Směrnice o elektromagnetické kompatibilitě (2014/30/EU) se zaměřuje na prevenci elektromagnetického rušení a požaduje, aby zařízení byla kompatibilní s ostatními přístroji v okolí. [51]

Směrnice RoHS (2011/65/EU, 2015/863/EU) omezuje používání nebezpečných látek, jako je olovo, rtuť nebo kadmium, v elektrických a elektronických zařízeních. [52, 53]

Environmentální ohledy

V souladu s rostoucími požadavky na udržitelnost je důležité využití recyklovatelných materiálů, optimalizace energetické účinnosti a zajištění dlouhé životnosti zařízení.

3.6. Použité výrobní technologie, možný trh a cena

Výrobní technologie

Při výrobě jakéhokoli produktu má být kladen důraz na účinnost, trvanlivost a energetickou úspornost zařízení. Konstrukce sušiček často využívá tepelně odolné plasty, které jsou obvykle vyráběny metodou vstřikování plastů, což umožňuje hromadnou produkci s vysokou přesností. Vnitřní topné prvky jsou vyrobeny z materiálů s vysokou tepelnou vodivostí, jako je hliník nebo keramika. Ventilační systémy, které zabraňují přehřátí, obsahují prvky z odolných plastů nebo kovů, které jsou schopny odolat vysokým teplotám.

Trh

3D tisk se využívá pro celou řadu účelů a tento rostoucí trend vytváří poptávku po příslušenství, jako jsou sušičky filamentu, které hrají klíčovou roli v zajištění kvality tištěných objektů. O sušičky je zájem nejen mezi domácími uživateli, ale i ve větších provozech. Klíčovými faktory při rozhodování zákazníků jsou estetika, funkčnost a cenová dostupnost. Navíc narůstající důraz na udržitelnost a energetickou účinnost přináší na trh modely, které minimalizují spotřebu energie a využívají ekologické materiály.

Cena

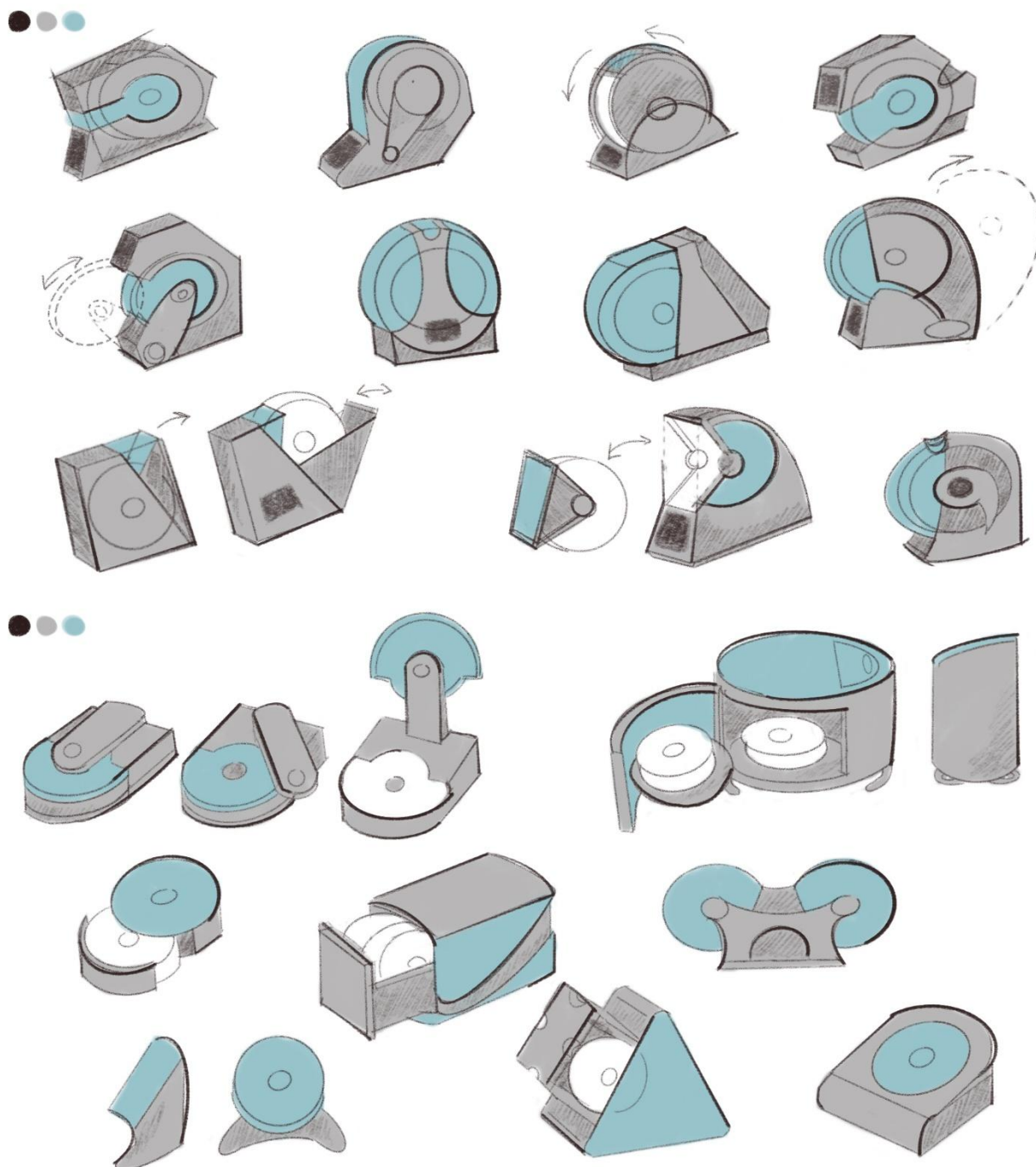
Cenové rozpětí sušiček filamentu se liší v závislosti na jejich vlastnostech, funkčnosti a designu. Základní modely s minimálními funkcemi mají cenu od 999 Kč. Prémiové modely vybavené funkcemi monitorování vlhkosti, s větší kapacitou a pokročilými programy sušení pro různé druhy filamentu stojí až 10 000 Kč. Cena průmyslových sušiček dosahuje desítek tisíc korun.

Tab. 3-1 Cena sušiček filamentu. [2, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16]

Firma	Typ produktu	Cena [Kč]
Sovol	Sovol SH02 Filament Dryer	1 414
SUNLU	SUNLU FilaDryer S2	1 993
	SUNLU FilaDryer S4	3 488
	SUNLU FilaDryer E2	10 000
Creality	Creality Filament Dry Box 2.0	999
	Creality Space Pi Filament Dryer	1 735
EIBOS	EIBOS 3D Filament Dryer Series X: Easdry	1 371
	EIBOS 3D Filament Dryer Polyphemus	3 489
PolyMaker	PolyDryer	1 951
FlashForge	Filament Drying Station	60 000

4. VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

Pro určení variantních návrhů designu jakéhokoli produktu je klíčové začít s jednoduchými skicami, které nejsou zatíženy detailním plánováním každého prvku. Tento přístup umožňuje zachytit celkový charakter produktu a základní logiku vzhledu. Tento přístup umožňuje pružně reagovat na nové nápady a zároveň udržet zaměření na hlavní cíle práce. Až poté, co je jasný základní koncept, lze přistoupit k detailnějšímu zpracování jednotlivých prvků.

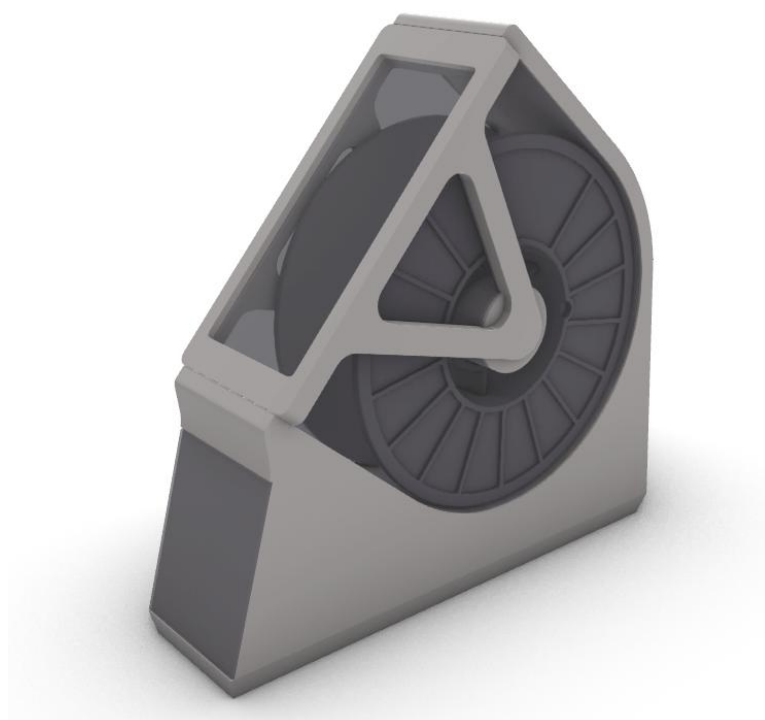


Obr. 4-1 Skici.

4.1. Varianta I

První varianta designu vychází z klasického pojetí vertikálních sušiček filamentu, určených pro jednu cívku. Design využívá kontrastu mezi geometricky přesnou základnou a otevřeným, lehce industriálně laděným rámem držáku cívky. Ostřejší linie víka se harmonicky doplňují s měkčími křivkami těla sušičky. Díky jednoduché, ale výrazné siluete je produkt snadno rozpoznatelný a vizuálně zapamatovatelný, což může být výhodou i při komerčním nasazení.

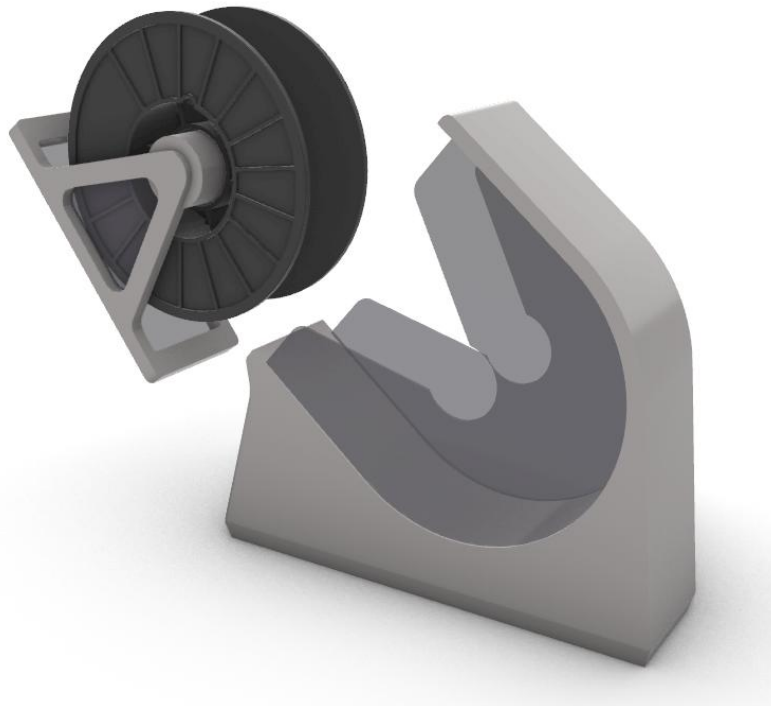
Zaoblené hrany základny přispívají k celkovému uhlazenému vizuálnímu dojmu. Kombinace ostrých a měkkých přechodů vytváří příjemný kontrast a podtrhuje technický charakter zařízení, aniž by působilo robustně. Kompaktní rozměry umožňují umístění do různých částí pracovního prostoru, aniž by narušovaly ergonomii.



Obr. 4-2 Varianta I – perspektivní pohled.

Klíčovým prvkem tohoto návrhu je odnímatelné víko, které zároveň slouží jako samostatný podstavec pro zavěšení cívky. Toto řešení nabízí flexibilitu zejména v situacích, kdy není nutné tisknout přímo ze sušičky. Například u méně hygroskopických materiálů, jako je PLA, stačí filament vysušit před tiskem a během samotného tisku již není nutné udržovat specifickou vlhkost, protože materiál nestihne absorbovat vlhkost z okolí.

Tato funkce umožňuje umístit sušičku na libovolné místo v pracovním prostoru, aniž by musela být umístěna přímo u tiskárny. Podstavec na cívku navíc přispívá k lepší organizaci pracovního prostoru, zejména u tiskáren, které nemají vestavěný držák na cívku nebo mají držák umístěn na nepraktickém místě. Toto řešení uživatelům umožňuje vytvořit více personalizovaný a efektivní pracovní prostor, který odpovídá jejich individuálním potřebám.

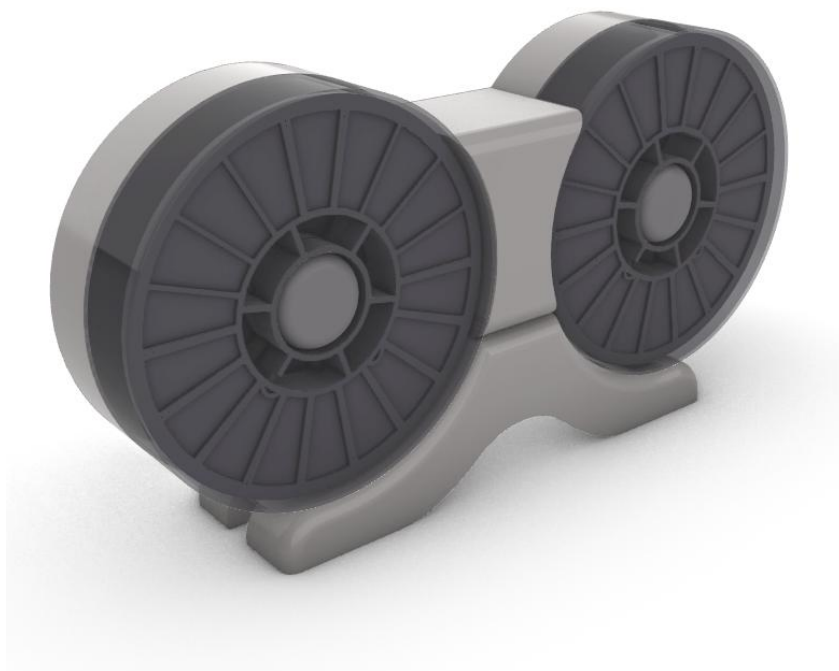


Obr. 4-3 Varianta I – rozložený pohled.

Na druhou stranu s sebou tato otevřenost a oddělitelnost prvků nese i určité nevýhody. Prvním potenciálním slabým místem může být stabilita spojení mezi víkem a tělem sušičky – časté vyjímání a vkládání může časem vést k opotřebení, což by mohlo ovlivnit pevnost a přesnost usazení. Tvar víka, který zajišťuje jeho stabilitu jako podstavce, může být v některých prostorově omezených podmínkách považován za příliš objemný. Uživatelé s malou pracovní plochou by mohli preferovat kompaktnější řešení, kde jsou všechny funkce integrovány do jednoho celistvého těla bez potřeby dalšího prostoru pro samostatný stojan. Nakonec je třeba také zvážit, zda bude uživatel využívat tuto flexibilitu v praxi, nebo zda se modulární charakter zařízení stane nevyužitou vlastností.

4.2. Varianta II

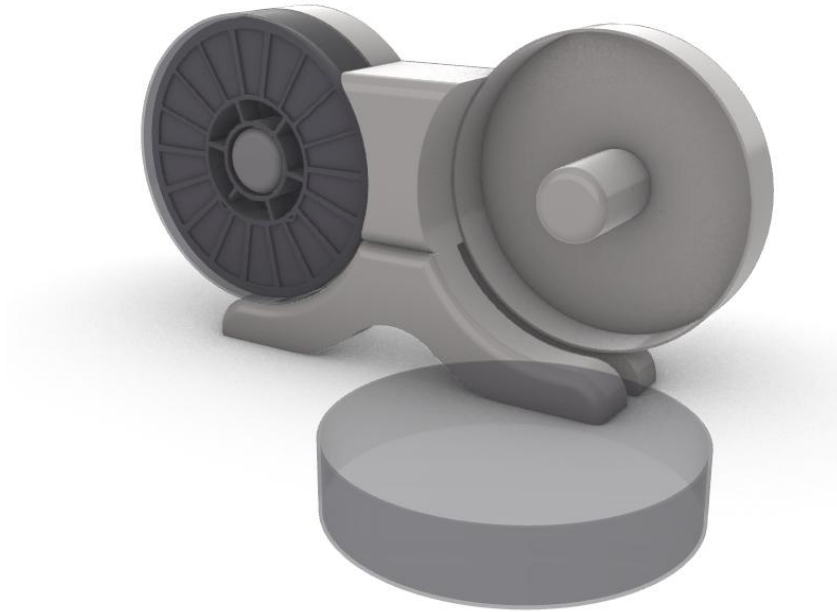
Druhá varianta sušičky je navržena pro dvě cívky filamentu, které jsou symetricky umístěny po obou stranách centrálního těla zařízení. Tento přístup nejen zvyšuje kapacitu zařízení, ale zároveň podporuje efektivnější práci s více materiály nebo při kontinuálním tisku. Ačkoli je tento design o něco objemnější než tradiční modely, přináší výraznou estetickou hodnotu a silnou vizuální identitu. Díky svému téměř sochařskému futuristickému vzhledu se sušička stává neobvyklým a stylovým doplňkem pracovního prostředí, který přitahuje pozornost.



Obr. 4-4 Varianta II – perspektivní pohled.

Symetrie zde hraje zásadní roli – vytváří vizuální rovnováhu a zároveň podporuje praktickou logiku ovládání a manipulace. Cívky se nasazují na dvojici výstupků, které jsou uchyceny v centrální části těla. Každá strana je zakončena odnímatelným víkem. Díky hladkým přechodům, oblým hranám a horizontální symetrii působí zařízení čistě, soudržně a promyšleně. Je to produkt, který se nesnaží skrýt svou technickou funkci, ale naopak ji zvýrazňuje jako estetický prvek.

Co se týče praktických výhod, tento návrh především nabízí vyšší kapacitu, což je vhodné řešení pro uživatele, kteří často střídají materiály nebo potřebují tisknout z více cívek během jednoho výrobního cyklu. Díky řešení s individuálními sušicími komorami pro každou cívku je možné současně sušit různé typy materiálů, což je funkce, která dosud nebyla realizována u žádné sušičky dostupné na trhu. V případě potřeby je možné používat sušičku i s jednou cívkou bez ztráty stability díky robustnímu a stabilnímu základu.

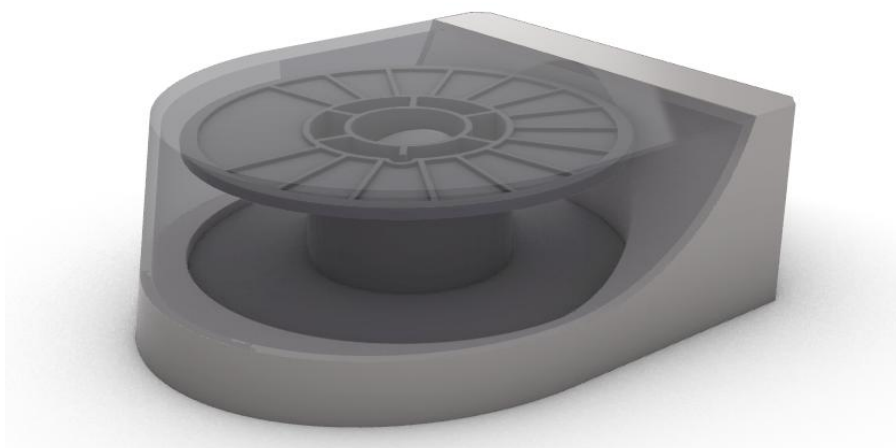


Obr. 4-5 Varianta II – rozložený pohled.

Na druhou stranu má tento design i svá omezení. Jeho větší objem může být překážkou v menších pracovních prostorech. Základna musí být dostatečně pevná, aby unesla váhu obou cívek, což může zvýšit nároky na materiál a konstrukční řešení. Také přístup k jednotlivým částem může být o něco méně intuitivní než u jednodušších jednocívkových modelů.

4.3. Varianta III

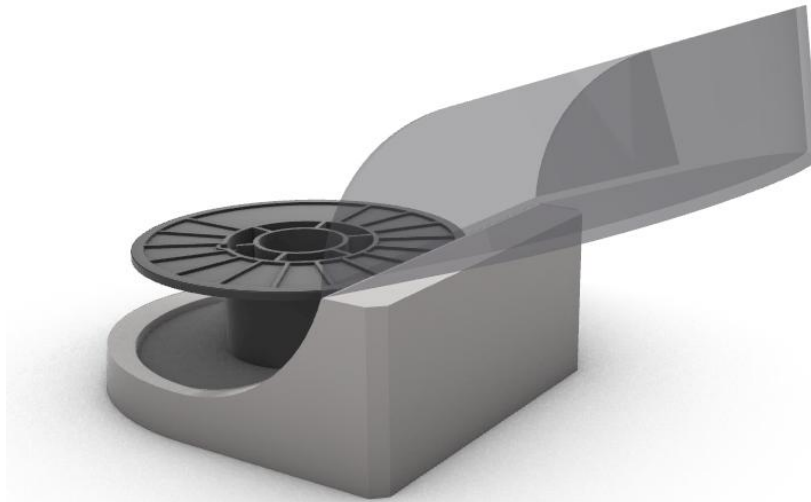
Třetí varianta designu vychází z konceptu horizontálních sušiček, které jsou v porovnání s běžnějšími vertikálními modely méně časté, ale nabízejí specifické výhody z hlediska ergonomie a funkčnosti. I když může působit objemněji, horizontální uspořádání zajišťuje vysokou stabilitu a pohodlnou obsluhu. Cívku není třeba zavěšovat – jednoduše se vloží do připraveného lůžka, čímž se minimalizuje fyzická náročnost manipulace.



Obr. 4-6 Varianta III – perspektivní pohled.

Z hlediska tvarového řešení dominuje této variantě elegantně zakřivené víko, které plynule přechází z horizontální roviny směrem vzhůru. Tento jemně asymetrický tvar působí moderně a organicky a současně podporuje dojem plynulého proudění vzduchu nebo energie. Těleso samotné je kompaktní a monolitické s jemně zaoblenými hranami, které přispívají k bezpečné manipulaci a zároveň působí opticky méně masivně, než by odpovídalo jeho reálnému objemu.

Jedním z technických přínosů horizontální orientace je rovnoměrnější distribuce tepla. V této konfiguraci je prostor sušičky lépe využitý, což přispívá k efektivnějšímu a konzistentnějšímu sušení celého objemu filamentu. Průhledné víko poskytuje vizuální kontrolu nad filamentem, aniž by bylo nutné zařízení otevírat, a zároveň zachovává ochranu před vlhkostí a nečistotami.



Obr. 4-7 Varianta II – rozložený pohled.

Tento koncept má však i své limity. Jedním z nich je větší půdorysný rozměr – zařízení zabírá více místa na pracovní ploše, což může být nevýhodné v omezeném prostoru. Dále kvůli nižší poloze cívky může být komplikovanější přímý tisk ze sušičky, pokud není dobře navržen vývod filamentu. Také samotné víko může být konstrukčně náročnější na výrobu – například kvůli potřebě zajištění přesného dosednutí a kvalitního utěsnění. Přístup k filamentu je sice ergonomický, ale neumožňuje příliš vysokou variabilitu velikostí cívek, protože lůžko je pevně definováno a uzpůsobeno konkrétní geometrii.

5. TVAROVÉ ŘEŠENÍ

Na základě srovnání předchozích návrhových variant byla pro další vývoj zvolena třetí varianta sušičky. Tato verze nejlépe odpovídá stanoveným cílům práce a zároveň nabízí největší potenciál pro technické i estetické zpracování. V této kapitole je podrobně rozpracováno tvarové řešení, přičemž důraz je kladen na odstranění identifikovaných problémů a optimalizaci funkčnosti, ergonomie i celkového uživatelského komfortu.

Tvarové řešení bylo zpočátku inspirováno kompaktními přenosnými zařízeními (například audio technikou nebo malou laboratorní technikou), kde důležitou roli hraje vyváženost proporcí, srozumitelnost objemu a jednoduchost manipulace. Návrh se vyhýbá ostrým přechodům nebo zbytečné členitosti a sází na plynulé napojení jednotlivých částí, čímž posiluje celkový elegantní a soudržný vizuální jazyk.



Obr. 5-1 Perspektivní pohled – horizontální uspořádání.

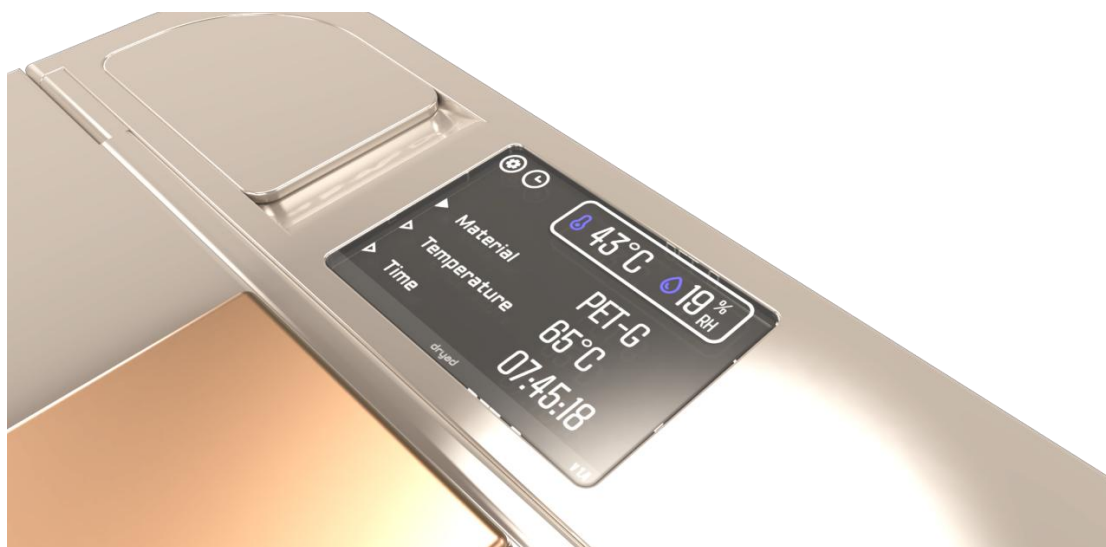
Design sušičky vychází z úvahy o formě, která přímo reflektuje její funkci. Tvarové řešení kombinuje dva základní objemy – kruh a čtverec se zaoblenými rohy, přičemž každý z těchto tvarů odpovídá konkrétní funkční oblasti zařízení.

Kruhová část kopíruje tvar standardní kilové cívky s filamentem a slouží jako její zásobník. Transparentní části umožňují snadnou vizuální kontrolu stavu a množství filamentu. Čtvercová část, jemně zaoblená pro změkčení celkové siluety, ukrývá technické komponenty včetně topného tělesa, ventilátoru a elektroniky. V zadní části sušičky se nachází tlačítko hlavního napájení, které slouží k úplnému odpojení nebo připojení zařízení k elektrické síti, a ventilační otvor.



Obr. 5-2 Perspektivní pohled shora – horizontální uspořádání.

V horní části zezadu sušičky je integrován dotykový displej.



Obr. 5-3 Displej – detail.

Celkové uspořádání prvků vytváří pomocí různých tvarových a materiálových kontrastů vizuální linii, která se táhne od středu horního víka a displeje až k zadní části zařízení k ventilačním otvorům, nad nimiž je umístěna odnímatelná krytka, jejíž tvar a povrchové provedení vizuálně

odkazují na design horní části sušičky. Celý systém linií a forem tak podporuje vnímání zařízení jako uceleného logicky uspořádaného celku, kde všechny prvky směřují ke společné funkční a vizuální myšlence.



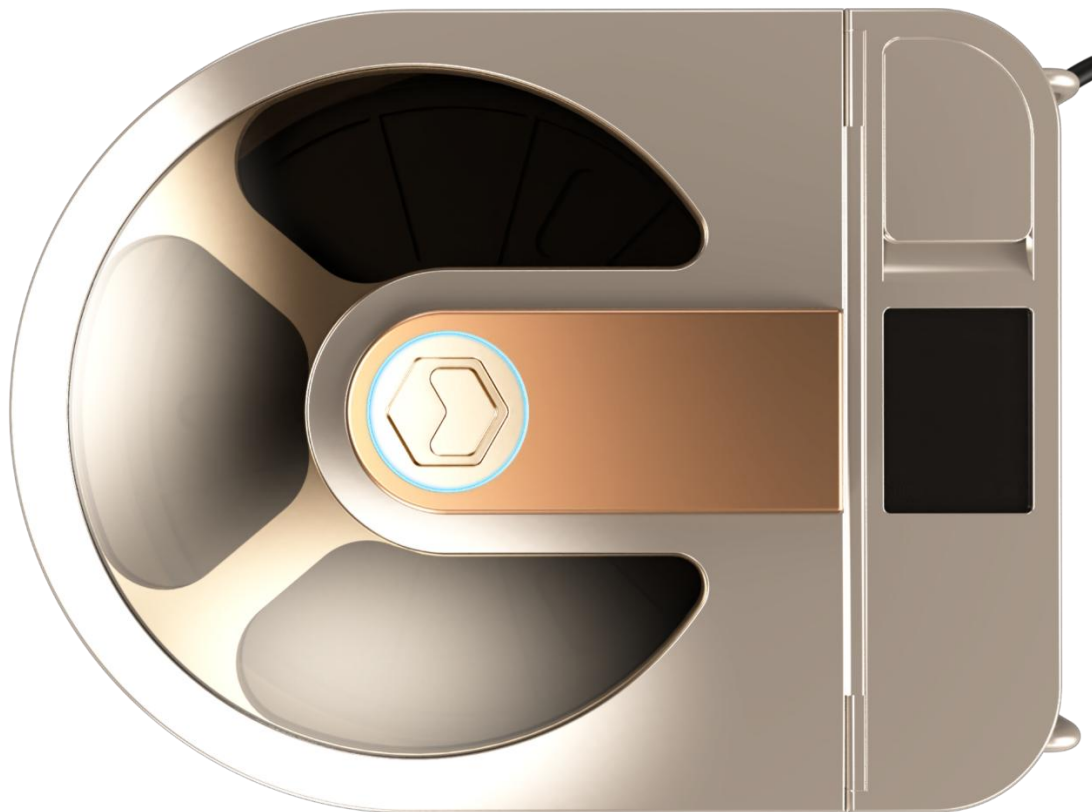
Obr. 5-4 Perspektivní pohled zezadu – horizontální uspořádání.

Jedním z nejvýraznějších prvků sušičky je kovová trubka, která probíhá podél její spodní hrany a plynule přechází na zadní část těla. Tento konstrukční prvek přitahuje pozornost a výrazně se podílí na vizuálním charakteru produktu. Zároveň však plní hned několik praktických funkcí: vytváří mezeru mezi sušičkou a povrchem, na kterém je umístěna, a chrání spodní část zařízení před přehřátím. Trubka brání tomu, aby bylo zařízení přitlačeno příliš těsně ke zdi, a ventilace tak zůstává plně funkční.



Obr. 5-5 Perspektivní pohled zespu – horizontální uspořádání.

Víko opticky sjednocuje horní část zařízení. Jeho povrch je členěn třemi otvory – dvěma většími po stranách a jedním menším uprostřed – jejichž tvar vychází z geometrie cívky. Toto uspořádání vytváří pravidelný vizuální rytmus a podtrhuje technický charakter produktu. Uprostřed víka je umístěno velké kruhové tlačítko s podsvícením, které umožňuje zapnutí a vypnutí sušičky po přivedení napájení kabelem. Na jeho povrchu je vyraženo logo značky.



Obr. 5-6 Půdorys – horizontální uspořádání.

Transparentní boční plocha je tvarována jako plynulá dynamická křivka, která směřuje zdola nahoru a navazuje na průhlednou část víka. Toto řešení umožňuje vizuálně propojit průhledné prvky v obou rovinách do jednoho celku.



Obr. 5-7 Boční pohled – horizontální uspořádání.

Jednou z hlavních výhod horizontálního uspořádání sušičky filamentu je vysoká stabilita při provozu. Díky nízko položenému těžišti a široké základně je minimalizováno riziko převrácení zařízení.



Obr. 5-8 Otevřená sušička – horizontální uspořádání.

Další výhodou horizontální konstrukce je pohodlný přístup k vkládání a vyjímání filamentové cívky. Uživatel nemusí cívku zdvihát do výšky nebo ji zasouvat do složitého držáku.



Obr. 5-9 Otevřená sušička zezadu – horizontální uspořádání.

Přestože horizontální uspořádání přináší řadu ergonomických a technických výhod, může v některých situacích představovat omezení, zejména pokud jde o prostorové nároky. Sušička ve vodorovné poloze zabírá více místa na pracovní ploše, což může být problém v menších dílnách nebo domácích provozech. Aby bylo možné tyto prostorové nevýhody překonat, byla do konstrukce zařízení integrována možnost jednoduchého převrácení sušičky z horizontální do vertikální polohy. Tento přechod nevyžaduje žádné přídatné prvky ani složité úpravy.



Obr. 5-10 Perspektivní pohled – vertikální uspořádání.

Sušička je navržena tak, aby ji bylo možné bezpečně postavit na zadní část rámovanou kovovými trubkami, které tvoří stabilní opěrné body a podporují sušičku ve vzpřímené poloze.

Vertikální umístění zařízení přináší nové možnosti využití. Výrazně snižuje půdorysnou plochu, kterou sušička zabírá, a zachovává plnou funkčnost jak při sušení, tak při dlouhodobém skladování filamentů. Při vertikální orientaci zůstává cívka ve správné poloze díky konstrukci vodicí osy a válečků, takže nehrozí její posunutí nebo zablokování.



Obr. 5-11 Otevřená sušička – vertikální uspořádání.

Možnost flexibilně měnit polohu zařízení podle aktuálních potřeb tak kombinuje výhody obou přístupů: stabilitu a komfort horizontálního uspořádání s prostorovou úsporností a variabilitou vertikálního řešení. Tento hybridní přístup je v segmentu sušiček filamentu unikátní a poskytuje uživatelům svobodu přizpůsobit uspořádání svého pracovního prostoru.

Součástí návrhu je také sada příslušenství, která zvyšuje funkčnost zařízení a komfort při jeho používání. V balení jsou zahrnuty dvojice otočných válečků a trojdílný držák cívky, který umožňuje bezpečné upevnění a snadné vkládání různých typů filamentových cívek. Dále je součástí napájecí kabel o délce 1,5 metru. Tvar konektoru a vedení kabelu byly navrženy s ohledem na univerzální použití sušičky, proto umožňují pohodlné připojení napájení jak v horizontální, tak i ve vertikální poloze zařízení. Pro zajištění čistoty a správné údržby zařízení je přiložen také jemný kartáček pro čištění těžko dostupných míst, zejména větracích otvorů. V sadě je dále 15 cm teflonové hadičky pro vedení filamentu k tiskárně, opakovaně použitelná kapsle na silikagel a malý šroubovák, který slouží k úpravám zařízení při přepnutí do režimu žihání hotových výtisků.



Obr. 5-12 Vybrané komponenty a doplňky zařízení.

Režim žihání v sušičce je určen pro tepelnou úpravu hotových výtisků z materiálů, které po tisku vyžadují dodatečné tepelné zpracování pro zvýšení pevnosti, rozměrové stability nebo odstranění vnitřního pnutí. Horizontální uspořádání sušičky umožňuje pohodlné a bezpečné umístění výtisků do sušicí komory. Tato možnost představuje zásadní inovaci na trhu, neboť běžné sušičky určené pro jednu cívku tuto funkci technicky neumožňují.



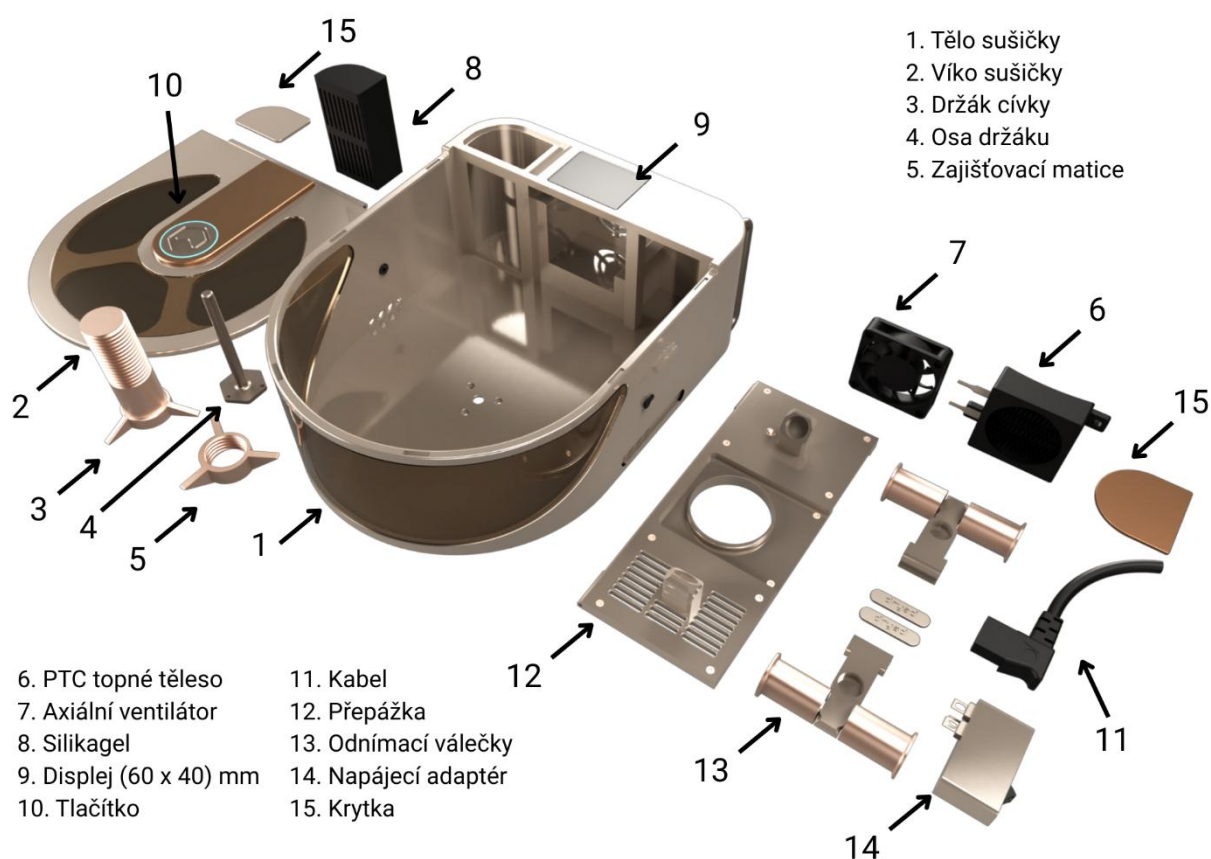
Obr. 5-13 Režim žihání – sušení hotových výtisků.

6. KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

U sušičky filamentu jsou klíčovými prvky tělo sušičky, topný systém, ventilátor pro cirkulaci vzduchu, zásobník sušícího média a systém pro uložení filamentové cívky. Důraz byl kladen na jednoduchou obsluhu, bezpečný provoz a efektivní rozložení komponent.

6.1. Popis

6.1.1. Přehled komponent



Obr. 6-1 Schéma komponent sušičky.

6.1.2. Řešení přístupu a uzávěrů

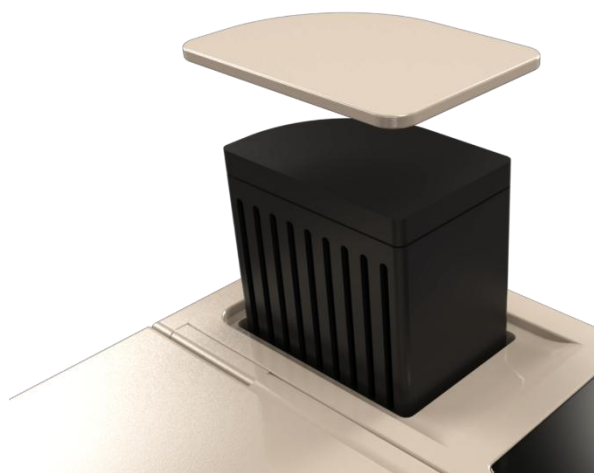
Všechny krytky a víka zařízení jsou připevněny pomocí neviditelně integrovaných magnetů. Toto řešení je dnes běžně používané u podobných produktů, protože zajišťuje rychlý přístup bez nutnosti mechanických západek nebo složité manipulace. Magnetické uchycení navíc podporuje čistý vizuální dojem a snadnou údržbu zařízení.

6.1.3. Optimalizace tepelné izolace a spotřeby energie

Pro minimalizaci tepelných ztrát a zvýšení energetické efektivity byla do konstrukce sušičky začleněna řada opatření zaměřených na izolaci, optimalizaci proudění vzduchu a ochranu vnitřního mikroklimatu. Následující tabulka shrnuje jednotlivá konstrukční řešení, jejich přímé technické efekty a výhody.

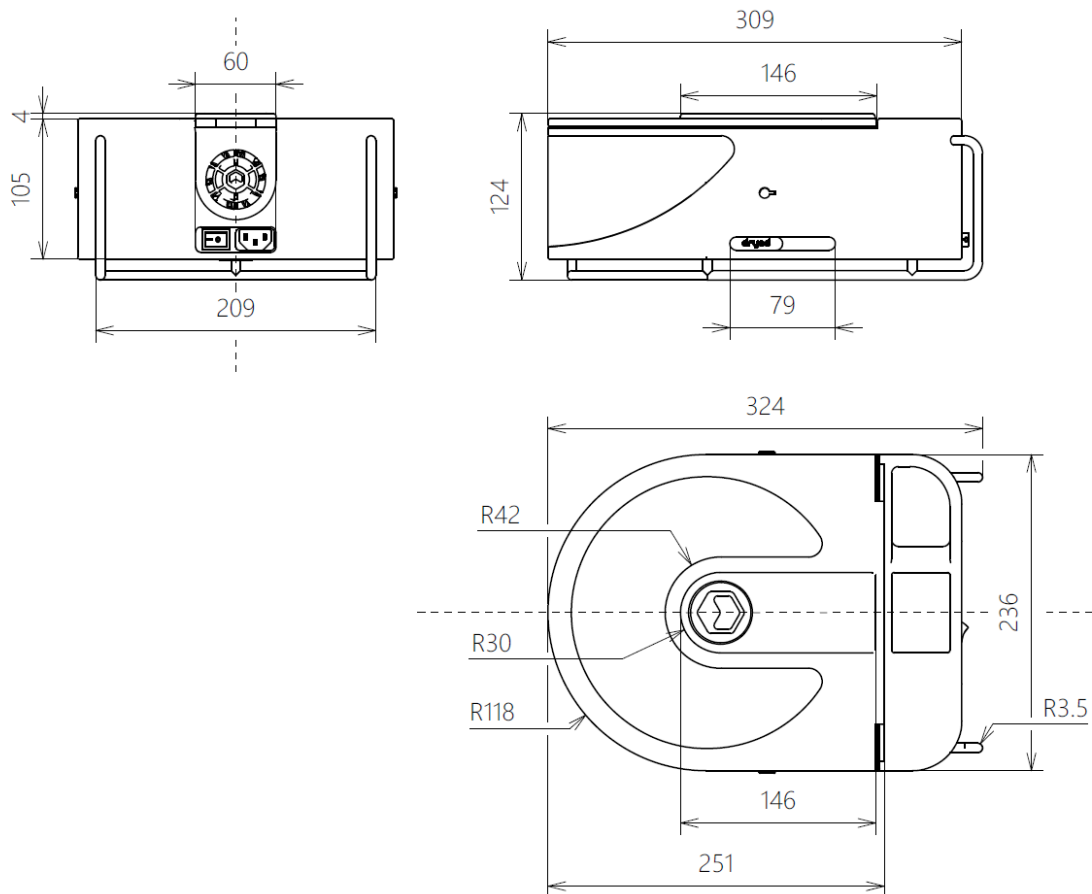
Tab. 6-1 Konstrukční opatření pro minimalizaci tepelných ztrát.

Opatření	Efekt	Výhoda
dvouvrstvé stěny s mezerou	snížení tepelné vodivosti konstrukce	stabilnější teplota, nižší spotřeba energie
těsnění na kritických místech	omezení úniku teplého vzduchu a vnikání vlhkosti	efektivnější sušení, ochrana proti okolním podmínkám
ochranné trubky vzadu	optimalizace proudění vzduchu k ventilátoru	lepší chlazení systému, stabilní provoz
větrací otvory po stranách	odvod vlhkosti z komory	snížení vnitřní vlhkosti
kapsle na silikagel	snížování vlhkosti	ochrana filamentu bez nutnosti stálého ohřevu

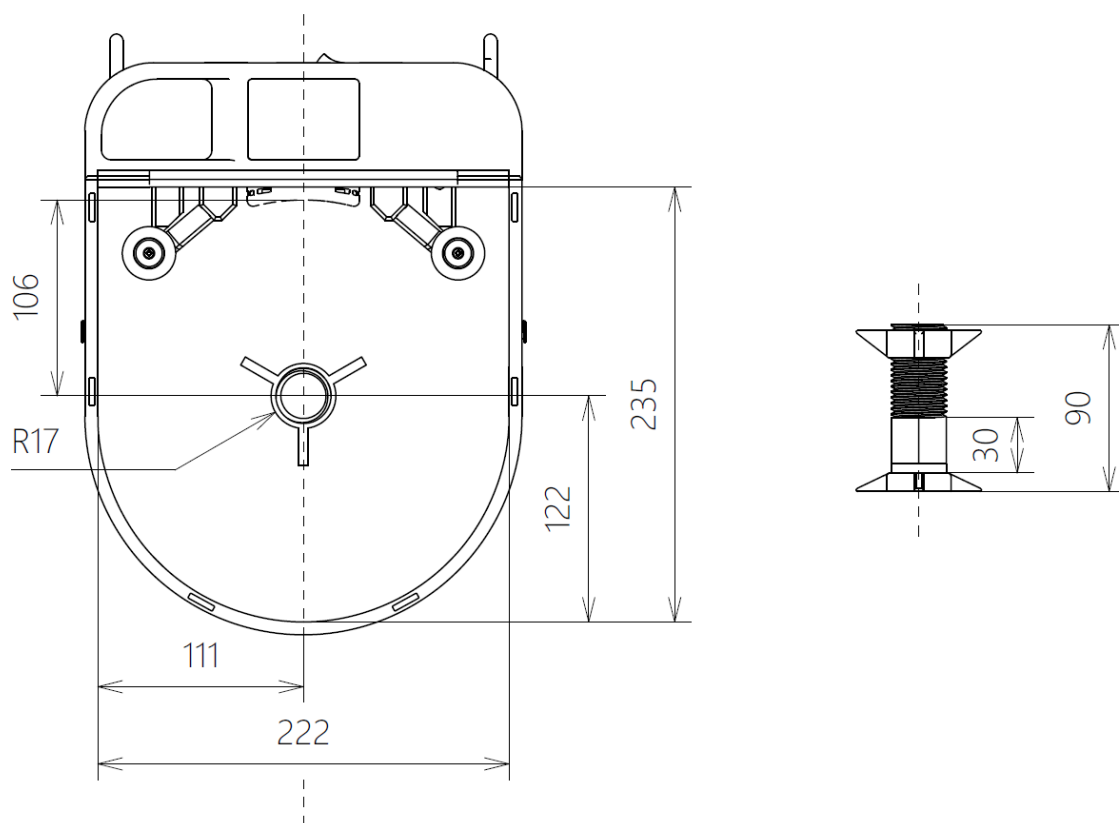


Obr. 6-2 Ventilace a kapsle pro regulaci vlhkosti.

6.2. Rozměrové řešení



Obr. 6-3 Základní rozměry.

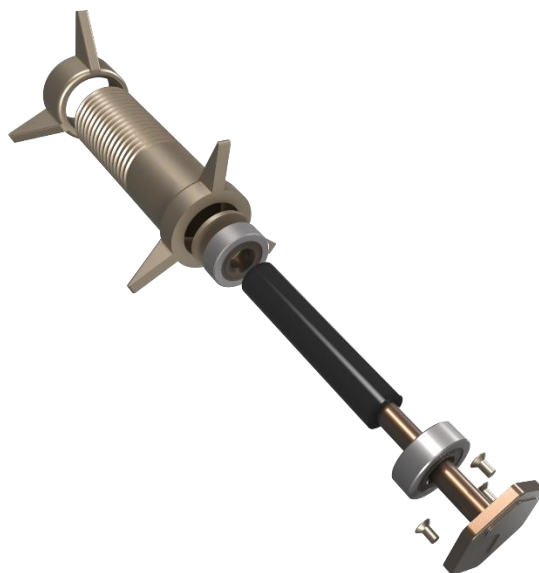


Obr. 6-4 Základní rozměry – uvnitř.

6.3. Vnitřní mechanismy a komponenty

6.3.1. Uložení cívky

Uvnitř sušicí komory byl navržen systém pro stabilní uložení filamentové cívky. Základem je otočná osa, na kterou se cívka nasadí a následně upevní pomocí šroubovací hlavy. Pro zajištění plynulého otáčení a minimalizaci tření je osa uložena ve dvojici ložisek, která jsou skrytě umístěna uvnitř držáku.



Obr. 6-5 Rozebraný pohled na otočnou osu držáku cívky.

Na dělicí stěně mezi sušicí částí a technickým modulem jsou integrovány dva odnímatelné pružné válečky, které se v rozsahu několika milimetrů přizpůsobují drobným rozměrovým odchylkám mezi cívkami od různých výrobců.



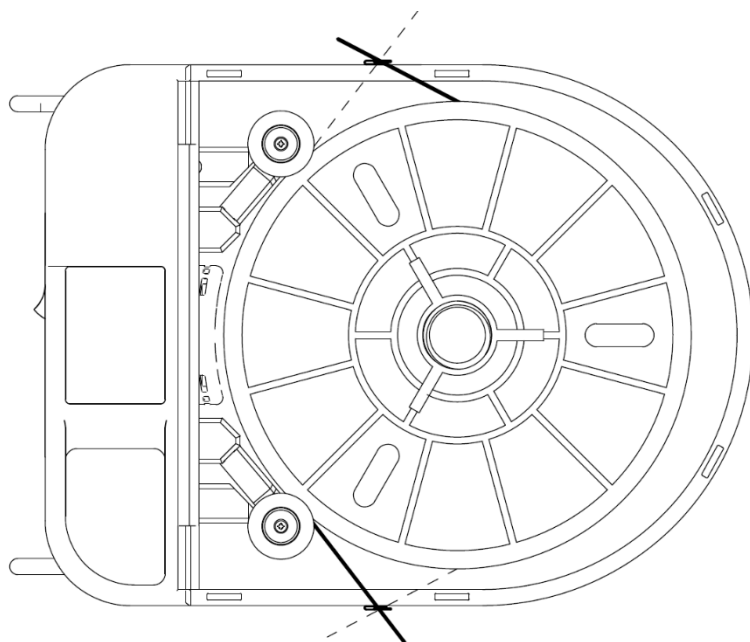
Obr. 6-6 Technická přepážka.

Jak hlavní osa, tak válečky jsou demontovatelné, což umožňuje jejich snadné odstranění například v případě, že je sušička využívána pro sušení hotových výtisků. Při standardním použití sušičky tyto prvky zajišťují stabilní polohu cívky uvnitř zařízení, a to i při změně orientace z horizontální na vertikální.



Obr. 6-7 Rozebraná sušička bez osy a válečků.

Výstupy pro filament jsou umístěny po stranách sušičky tak, aby tečně navazovaly na cívku. Pro delší vzdálenost mezi sušičkou a tiskárnou se doporučuje použití teflonových vodicích trubiček, které zajišťují stabilní pohyb až k extruderu.



Obr. 6-8 Schéma vedení filamentu.

6.3.2. Elektrické topné těleso

Pro ohřev vzduchu uvnitř sušičky je použit PTC topný prvek s výkonem 120 W s vestavným ventilátorem. Tento typ ohřevu je samoregulační, při dosažení určité teploty se zvýší jeho odpor a tím se sníží příkon, což přirozeně omezuje přehřátí. Povrchová teplota topného tělesa může dosahovat přibližně 150–200 °C, zatímco teplota proudícího vzduchu za ventilátorem se pohybuje v rozmezí 50–110 °C, čímž pokrývá nejen běžné sušení filamentů, ale také speciální režim žihání výtisků, kdy jsou požadovány vyšší teploty pro zlepšení mechanických vlastností materiálů.

6.3.3. Difuzor vzduchu

Pro optimalizaci vnitřního proudění vzduchu byl před výstupem teplého vzduchu do sušicí komory integrován speciální nástavec. Tento prvek rozděluje proud vzduchu rovnoměrně po celém prostoru komory a zabraňuje tomu, aby horký vzduch směřoval přímo na filament. Tím je minimalizováno riziko lokálního přehřátí nebo deformace filamentu, což je zvláště důležité při vyšších provozních teplotách.



Obr. 6-9 Difuzor vzduchu.

6.4. Materiály a technologie výroby

Trubky jsou vyrobeny z taženého hliníkového profilu slitiny EN AW-6060. Tento materiál byl zvolen pro svou nízkou hmotnost, dobrou tvarovatelnost a vysokou korozní odolnost. Po tvarování do požadovaného zakřivení jsou trubky povrchově upraveny eloxováním, které zvyšuje jejich mechanickou odolnost a zároveň dotváří technický vzhled celého zařízení.

Hlavní objem těla sušičky je vyroben z PC/ABS, který byl zvolen s ohledem na optimální poměr mezi pevností, odolností a cenovou dostupností. Tato směs umožňuje kvalitní zpracování pomocí vstřikování plastů, což je ideální technologie pro výrobu tvarově přesných a vizuálně čistých dílů ve středně velkých i větších sériích. Pro vnitřní části v blízkosti zdroje tepla byl zvolen materiál PPS, jehož vysoká tepelná a chemická odolnost zaručuje bezpečný provoz i při dlouhodobém vystavení zvýšeným teplotám. Díly z PPS jsou vyrobeny rovněž metodou vstřikování.

Průhledné části sušičky jsou vyrobeny z polykarbonátu. Tento materiál zajišťuje vysokou mechanickou i tepelnou odolnost. Díky možnosti povrchové úpravy s UV filtrem navíc chrání uložený filament před degradací vlivem světla. Výroba těchto dílů probíhá vstřikováním.

6.5. Technologie

Byl zvolen dotykový IPS-LCD displej díky své vysoké čitelnosti z různých úhlů, stabilnímu kontrastu a dobré viditelnosti i při slabém osvětlení. Tento typ displeje zároveň umožňuje jednoduchou integraci do čistého designu zařízení bez výrazného rámečku. Displej je orientován tak, aby byl čitelný jak v horizontální, tak i ve vertikální poloze. Tuto flexibilitu zajišťuje automatická funkce převrácení zobrazení, díky které se obsah displeje při změně polohy zařízení automaticky otočí.

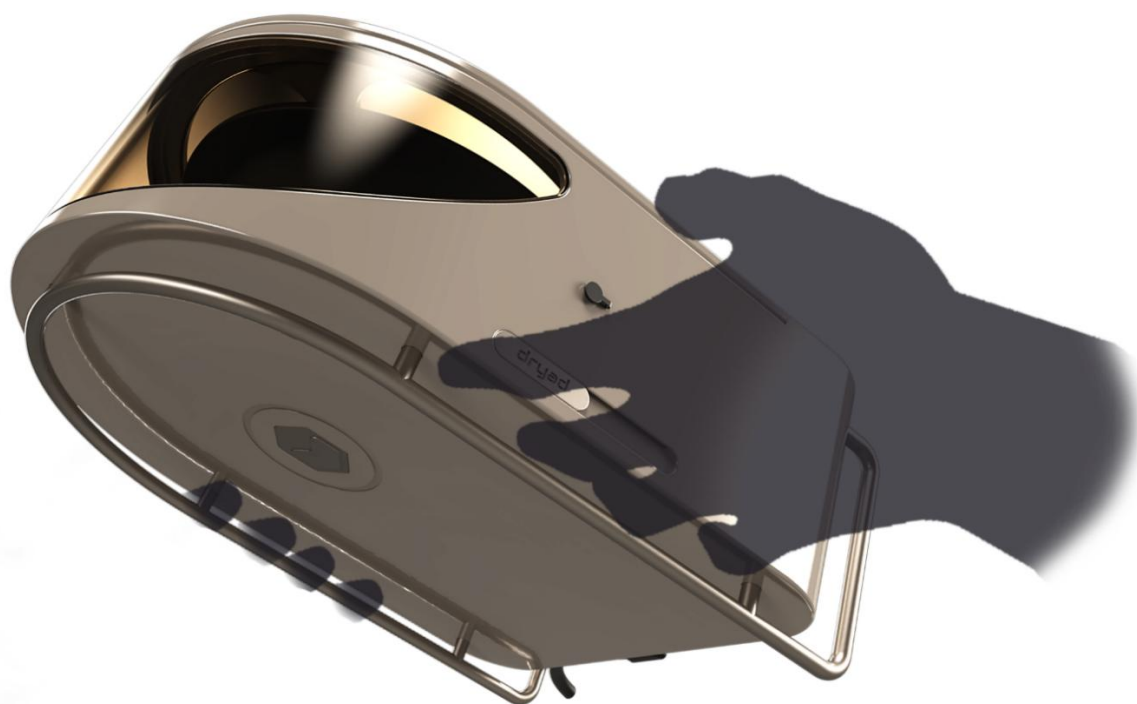
Součástí ovládacího panelu je také LED signalizace integrovaná do hlavního tlačítka, která informuje uživatele o provozních stavech zařízení: zapnutí, sušení nebo varování při chybě.

Pro měření teploty a vlhkosti uvnitř sušicí komory byl zvolen digitální polovodičový senzor typu SHT, který kombinuje vysokou přesnost, kompaktní rozměry a rychlou odezvu. Tento typ senzoru umožňuje současně sledovat relativní vlhkost i aktuální teplotu v reálném čase.

6.6. Ergonomie

6.6.1. Manipulace se zařízením

Zařízení lze uchopit mezi tělem sušičky a trubkou, kde je prostor pro čtyři prsty, zatímco palec přirozeně dosedá zvenku. Trubka zároveň funguje jako opěrný bod při změně polohy – umožňuje naklonění a stabilní postavení sušičky do vertikální polohy bez nutnosti držení. Tvar konektoru napájecího kabelu je ergonomicky přizpůsoben pro snadnější manipulaci.



Obr. 6-10 Ergonomie přetočení zařízení.

6.6.2. Ovládání

Ovládací prvky sušičky byly navrženy s důrazem na intuitivní a pohodlné používání v různých polohách zařízení – jak ve vodorovné, tak svislé orientaci. Rozhraní sestává ze dvou zřetelně oddělených částí. První z nich je hlavní kulaté tlačítko umístěné ve středu horní části víka. Toto tlačítko slouží k zapnutí nebo vypnutí sušičky a je podsvícené jemnou LED linkou, která signalizuje aktuální stav zařízení. Díky většímu průměru, odlišnému barevnému provedení a výraznému reliéfnímu logu je snadno rozpoznatelné hmatem i zrakem.



Obr. 6-11 Ergonomie ovládacího panelu – horizontální uspořádání.

Druhou částí ovládacího rozhraní je dotykový displej. Displej typu IPS-LCD umožňuje snadné čtení hodnot pod jakýmkoli úhlem a zobrazuje teplotu, vlhkost, zvolený materiál a zbývající čas sušení. Displej je umístěn na přímé nezakřivené ploše a není nakloněn, aby byl dobře čitelný a snadno použitelný v obou orientacích zařízení – horizontální i vertikální. Vestavěná funkce automatického přetočení obrazu navíc usnadňuje změnu polohy sušičky bez omezení komfortu při ovládání.



Obr. 6-12 Ergonomie ovládacího panelu – vertikální uspořádání.

Celý systém ovládání je vizuálně propojen linií, která se táhne od hlavního tlačítka přes horní panel až ke spodnímu ovládacímu bloku, čímž uživateli napovídá přirozený směr interakce se zařízením.

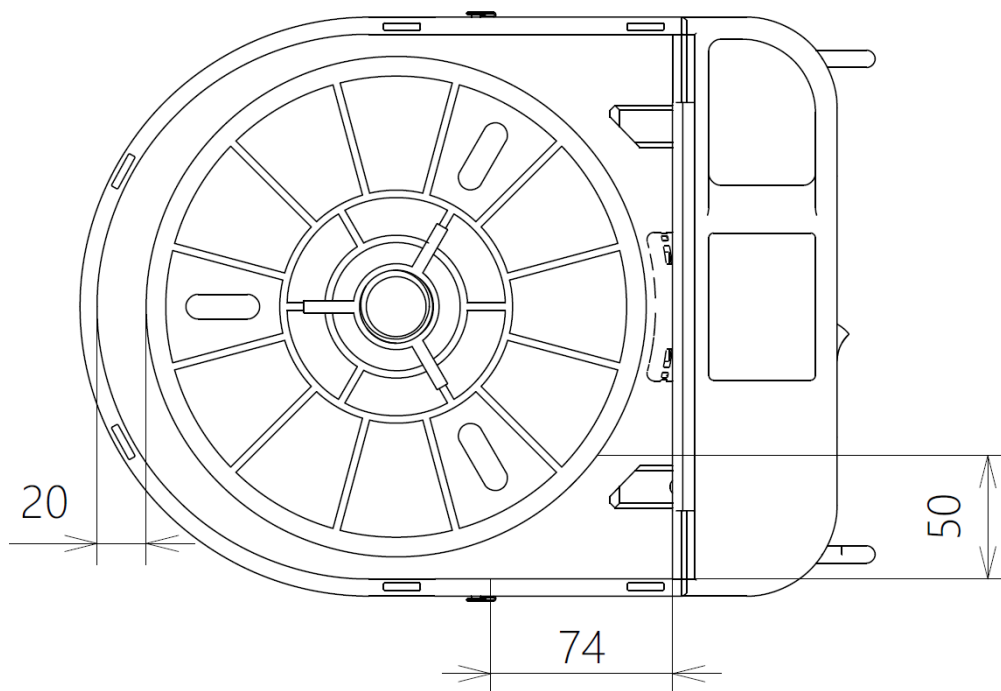
6.6.3. Vkládání a vyjímání cívky

Cívka s filamentem se vkládá do zařízení shora, uživatel ji navede na osu pomocí dvou až tří prstů (palec, ukazováček, prostředníček). Po nasazení se cívka fixuje šroubovací hlavicí. Hlavice má zvětšený průměr a vroubkovaný okraj, což zvyšuje jistotu úchopu.



Obr. 6-13 Ergonomie vkládání a vyjímání cívky.

Níže je uvedeno schéma s pevně upevněnou cívkou, které znázorňuje mezery kolem ní. Pokud však cívka ještě není zajištěna hlavicí, může být její poloha posunuta až o 5 mm v každém směru, čímž se celkový volný prostor kolem ní zvětší a usnadní tak manipulaci při vkládání.



Obr. 6-14 Ergonomie – prostor kolem cívky.

6.7. Bezpečnost a hygiena

Hlavním prvkem zajišťujícím bezpečný provoz je použití PTC topného tělesa, které má samoregulační vlastnosti. V oblasti přímého kontaktu s topným prvkem byl použit speciální materiál, který zabraňuje degradaci konstrukce při vystavení vysokým teplotám. Pro rychlou vizuální kontrolu byla integrována LED signalizace, v případě přehřátí systému nebo zablokování ventilátoru se rozsvítí červené světlo. Díky vzduchové mezeře mezi vnitřní a vnější vrstvou konstrukce zůstávají vnější plochy zařízení výrazně chladnější, než by tomu bylo při použití jednovrstvého řešení. Trubky u ventilace zabraňují tomu, aby zařízení bylo umístěno příliš blízko ke stěně, čímž je minimalizováno riziko přehřátí.

Z hlediska hygieny a dlouhodobé funkčnosti zařízení je doporučeno pravidelně provádět základní údržbu. Ventilací otvory by měly být očištěny od prachu. Těsnění na víku a dalších kritických místech by mělo být rovněž pravidelně otíráno vlhkým hadříkem, aby nedocházelo k usazování prachu a nečistot, které by mohly zhoršit těsnost komory a efektivitu sušení.

6.8. Udržitelnost

Zařízení využívá energeticky úsporné topné technologie a bylo navrženo tak, aby vyžadovalo minimální údržbu a mělo snadno recyklovatelné konstrukční části. Díky možnosti pasivního skladování filamentu bez potřeby stálého ohřevu je výrazně snížena celková energetická náročnost provozu. Konstrukční řešení podporuje dlouhodobé používání zařízení bez nutnosti častých oprav nebo výměn.

7. BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

Vizuální styl zařízení kombinuje prvky současného minimalistického designu s jemnou inspirací v estetikách luxusních prvků art deca. Zaoblené hrany, plynulé přechody objemů a čisté geometrické členění působí moderně a nadčasově. Barevná kombinace metalických odstínů s neutrální světlou plochou vyvolává dojem elegance a preciznosti. Centrální tlačítko se světelným prstencem evokuje technologickou preciznost a zároveň vizuálně sjednocuje horní plochu. Zároveň je zde patrný důraz na kontrast mezi funkčními zónami zařízení.

7.1. Barevné řešení

7.1.1. Barevná provedení

Barevné varianty vycházejí z neutrálních teplých tónů jako základního prvku vizuální identity. Tyto tóny podporují univerzální estetickou přijatelnost a zároveň působí příjemně a nenápadně v různých prostředích. K nim jsou přidány kontrastní akcenty, které usnadňují orientaci a komunikují funkční zóny zařízení.



Obr. 7-1 Varianty barevného provedení – teplé barvy.

Jedna z variant využívá sytě červený odstín jako silný kontrastní prvek, který zvyšuje viditelnost a vytváří dynamický charakter. Varianta v šedých metalických tónech působí technicky a decentně, čímž zdůrazňuje precizní konstrukci a profesionální využití zařízení.



Obr. 7-2 Varianty barevného provedení – technický styl.

Použití kontrastu v jednotlivých verzích není pouze vizuální volbou, ale vědomým ergonomickým a psychologickým rozhodnutím. Teplé tóny podporují emocionalitu a přitažlivost, zatímco neutrální tóny a kovové odstíny vyvolávají dojem přesnosti, důvěry a stability.



Obr. 7-3 RAL kódy barevných provedení.

7.1.2. LED podsvícení

Součástí ovládacího systému sušičky je integrovaná LED signalizace umístěná v hlavním kruhovém tlačítku na horní části víka. Světelný prstenec slouží jako jednoduchý, ale účinný prvek pro okamžité rozpoznání stavu zařízení. Barevná komunikace vychází z osvědčených vizuálních standardů, které jsou intuitivně srozumitelné široké skupině uživatelů bez nutnosti dalšího vysvětlení.



Obr. 7-4 LED podsvícení.

Byly zvoleny tři hlavní barvy signalizace:

- Modrá – značí, že zařízení je v běžném provozu a funguje správně. Během sušení je LED světlo stálé, mírně tlumené, aby nerušilo při dlouhodobém použití. Tento odstín působí klidně, neutrálně a podporuje pocit kontroly.
- Žlutá – upozorňuje na méně závažnou odchylku nebo potřebu uživatelského zásahu. Může indikovat například konec nastaveného sušicího cyklu nebo neaktivní ventilátor. Žlutá je tradičně vnímána jako barva pozornosti a očekávání akce.
- Červená – varovný stav, který signalizuje vážnější problém, jako je přehřátí nebo zablokování větracího otvoru. Červené blikání je výrazné a doplněné zvukovým upozorněním, aby bylo včas zachyceno.

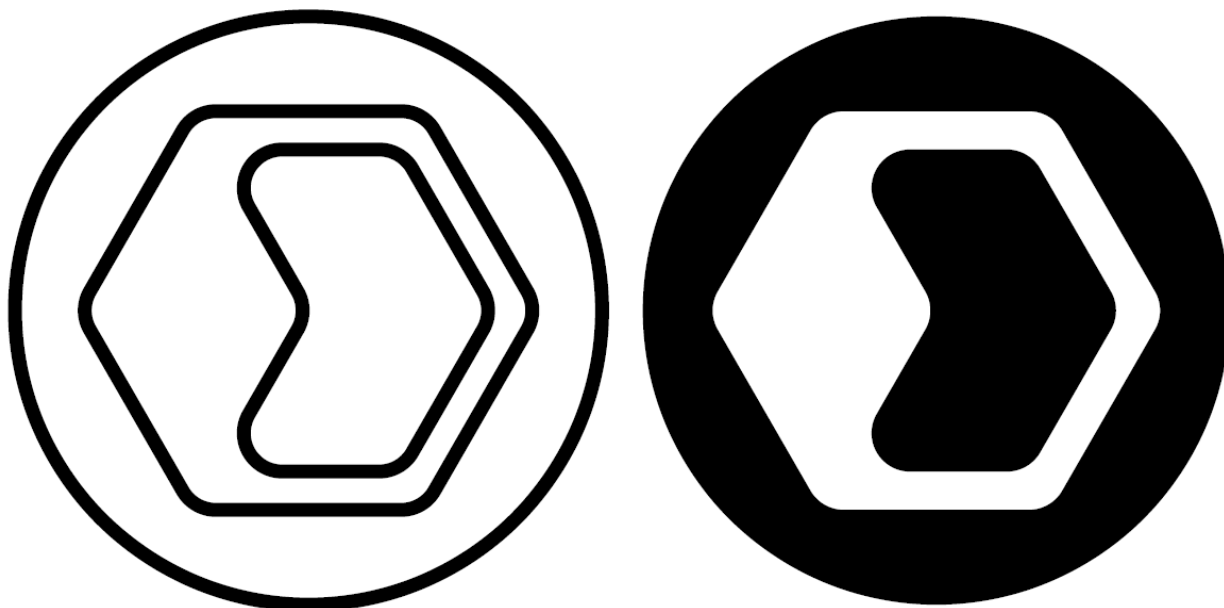
7.2. Grafické řešení

7.2.1. Logo

Logo sušičky Dryad je založeno na jednoduché geometrické formě, která kombinuje více významových rovin do jediného znaku. Hlavní tvar vychází z písmene „D“, stylizovaného do podoby organického šestiúhelníku s měkkými hranami, čímž evokuje list nebo rostoucí výhonek – motiv, který přirozeně odkazuje na dryády a přírodní mytologii, s nímž je jméno Dryad neodmyslitelně spjata.

Zároveň tento tvar připomíná symbol rozvíjejícího se života, tedy metaforu pro obnovu, což krásně koresponduje s funkcí sušičky – vrací filament do jeho původního, použitelně „živého“ stavu.

Přítomnost „D“ navíc odkazuje jak na název Dryad, tak i na slovo „dry“ – tedy sušit – čímž se logo stává nejen estetickým, ale i funkčně pojmenovávajícím prvkem značky. Celkové ztvárnění působí čistě, stabilně a harmonicky.



Obr. 7-5 Logo.

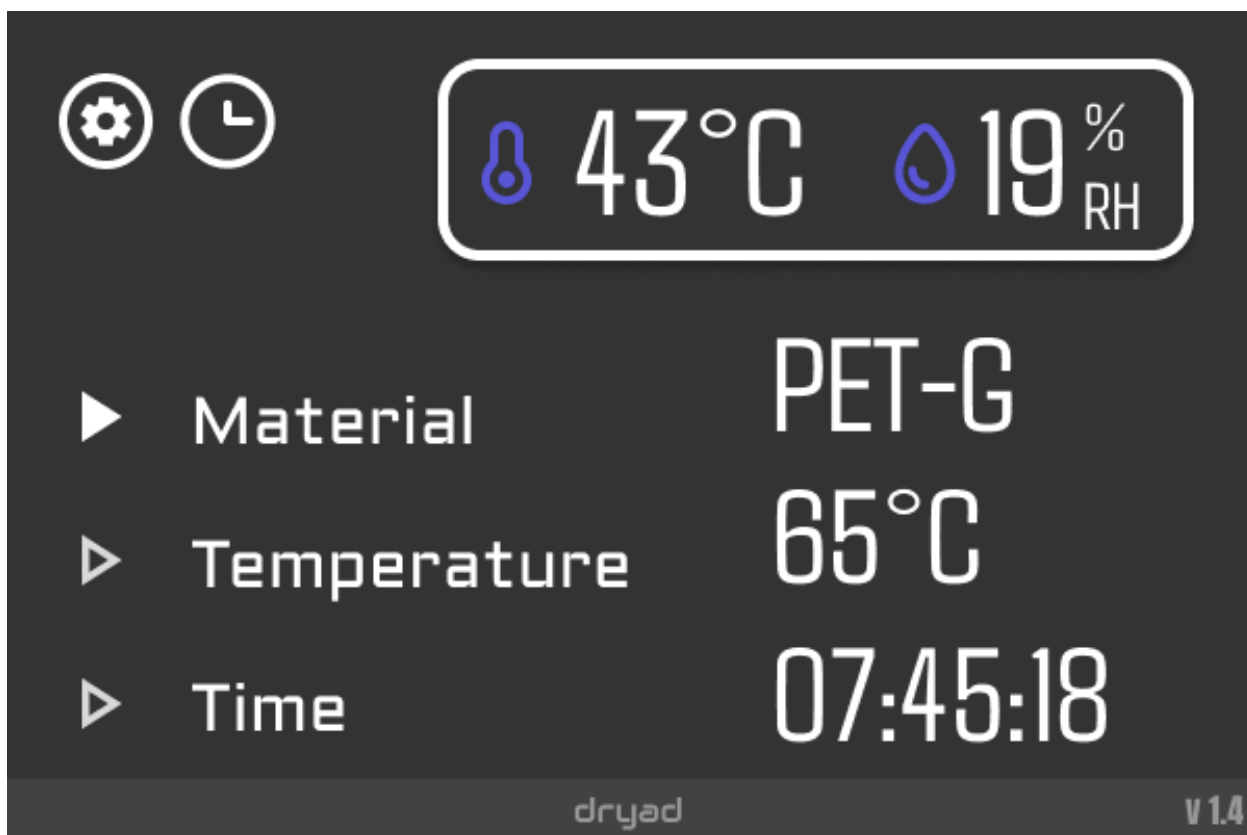
Pro návrh logotypu byl zvolen font Audiowide, geometrické sans-serif písmo s moderním a technologickým charakterem, které vyniká zaoblenými rohy a precizní kresbou. Díky svému futuristickému vzhledu a dobré čitelnosti působí přívětivě i technicky zároveň, což odpovídá charakteru zařízení – funkčního, inovativního a určeného pro moderní pracovní prostředí. Font podporuje zapamatovatelnost značky, vizuálně ji odlišuje a přispívá k jednotné vizuální identitě produktu.

dryad

Obr. 7-6 Logotyp.

7.2.2. Uživatelské rozhraní

Zvolen byl IPS LCD displej, který kombinuje výborné pozorovací úhly, dobrou čitelnost a nízkou spotřebu energie. Rozhraní je strukturované do tří základních částí – aktuální hodnoty (teplota a vlhkost), nastavení sušení (materiál, cílová teplota, čas) a doplňkové ikonické menu (nastavení, časovač). Typografie vychází z technického charakteru produktu a využívá dobře čitelné písmo, které koresponduje s vizuální identitou značky.



Obr. 7-7 Uživatelské rozhraní.

Displej poskytuje uživateli aktuální informace o průběhu procesu sušení – například: aktuální teplota vzduchu, relativní vlhkost, typ zvoleného materiálu, cílová teplota a zbývající čas do konce procesu. Tyto údaje jsou prezentovány v kontrastní grafice, což usnadňuje rychlou orientaci i v různých světelných podmínkách.

8. DISKUZE

8.1. Psychologická funkce

Design sušičky působí vyváženě, technicky pokročile a zároveň přívětivě. Zaoblené hrany a kompaktní proporce zařízení navozují dojem stability, pořádku a funkční jednoduchosti, aniž by působily rušivě. Vizuální jazyk zařízení propojuje moderní minimalismus s jemnou inspirací art decem, čímž v uživateli vyvolává důvěru a vnímání kvality. Možnost umístění zařízení ve vertikální i horizontální poloze zvyšuje dojem adaptability a svobody volby, což může mít pozitivní vliv na vnímání ergonomie a kontroly nad pracovním prostředím. Příjemná povrchová teplota navozuje psychologický komfort při dotyku. Magnetické uzávěry namísto mechanických zámků působí elegantně a beznámahově.

8.2. Sociální funkce

Sušička filamentu přispívá k efektivnějšímu a udržitelnějšímu využívání 3D tisku, podporuje kulturu oprav a vědomé výroby. Umožňuje opakované použití materiálu a snižuje množství odpadu, což má pozitivní dopad nejen na ekonomiku provozu, ale i na životní prostředí.

8.3. Ekonomická funkce

Díky robustní konstrukci a kvalitnímu technickému řešení lze očekávat bezproblémové využívání po dobu několika let bez nutnosti oprav a výměn. Sušička uchovává filament v použitelném stavu, čímž snižuje nároky na materiály a minimalizuje ztráty způsobené znehodnocením vlhkostí.

8.4. Marketingová analýza



Obr. 8-1 SWOT analýza.

8.5. Cílová skupina

Navržená sušička filamentu je určena především pro koncové uživatele působící v oblasti 3D tisku, kteří pravidelně pracují s citlivými materiály a usilují o vysokou kvalitu výtisků. Typickým uživatelem je technicky zdatný jednatel, profesionál, malý výrobní tým nebo vzdělávací instituce, kde je potřeba udržovat filament ve stabilních podmínkách, a zároveň mít zařízení snadno dostupné a srozumitelné pro běžnou obsluhu.

Kromě technických požadavků byla zohledněna i estetická očekávání této skupiny. Vizualní řešení zařízení využívá čisté linie, kontrast materiálů a přehledné ovládací prvky, což jej činí vhodným nejen pro technické dílny, ale i pro moderní ateliéry nebo laboratorní prostředí.

8.6. Cenová hladina

Zařízení spadá do vyšší střední cenové kategorie, přibližně 3500–5000 Kč, v závislosti na výrobních nákladech a sériovosti. Oproti levným modelům nabízí kvalitní materiály, dvouvrstvou izolaci, vysokou bezpečnost a estetické zpracování. Vyšší cenu vyvažuje odolná konstrukce, dlouhá životnost a jednoduchá úsporná elektronika. Cena může být navíc ospravedlněna tím, že se jedná o jediné zařízení na trhu, určené pro jednu cívkou, které bez nutnosti složitých úprav umožňuje kromě sušení filamentu také žihání hotových výtisků díky možnosti horizontální orientace při provozu.

9. ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývala návrhem sušičky filamentu s důrazem na komplexní propojení technických, ergonomických a estetických požadavků. Vznik zařízení vycházel z potřeby zajistit konzistentní kvalitu 3D tisku a zároveň nabídnout uživatelsky vstřícné řešení, které reflektuje současné nároky jak na funkci, tak na vzhled.

Navržená sušička přináší několik inovativních prvků, které ji odlišují od běžně dostupných produktů. Klíčovým přínosem je možnost dvupolohového použití, umožňující provoz zařízení jak ve vodorovné, tak ve svislé orientaci. Tento konstrukční prvek rozšiřuje možnosti využití, například o žihání hotových výtisků, čímž se výrazně zvyšuje funkční hodnota zařízení oproti konkurenčním výrobkům.

Technické řešení je založeno na dvouvrstvé konstrukci s izolační vzduchovou mezerou, která pomáhá minimalizovat tepelné ztráty a zvyšuje energetickou účinnost. V oblastech blízko topného tělesa byly použity materiály s vysokou tepelnou odolností, jako například PPS plast. Kromě aktivního horkovzdušného sušení zařízení nabízí také možnost pasivního sušení pomocí silikagelu, který je uložen v samostatné vyměnitelné komoře. Tento režim je vhodný zejména pro dlouhodobé skladování filamentu bez trvalého napájení, kdy je cílem udržet nízkou vlhkost bez tepelného zatížení materiálu. Kombinací principů aktivního ohřevu a pasivní absorpce je dosaženo vyšší flexibility při použití a optimálních podmínek pro různé typy filamentů i potřeby uživatelů.

Ergonomické aspekty byly řešeny s ohledem na jednoduchost ovládání, bezpečnou manipulaci a snadnou údržbu. Displej s funkcí automatického přetočení obrazu zajišťuje dobrou čitelnost v obou polohách zařízení, přičemž LED signalizace tří barev poskytuje uživateli přehledný vizuální feedback bez nutnosti sledování detailních údajů. Vizuální řešení vychází z kombinace neutrálních teplých tónů a kontrastních akcentů, které podporují intuitivní orientaci i estetickou kvalitu.

Výsledný návrh splňuje všechny stanovené cíle práce. Jedná se o produkt, který spojuje technickou preciznost, funkční inovaci a vysokou uživatelskou přidanou hodnotu. Sušička představuje plně realizovatelný koncept s potenciálem pro uvedení na trh v segmentu prémiových zařízení pro 3D tisk.

10. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] HAMROL, Adam; GÓRALSKI, Błażej; WICHNIAREK, Radosław a KUCZKO, Wiesław. The Natural Moisture of ABS Filament and Its Influence on the Quality of FFF Products. Online. *Materials*. © 2024, 19 January 2023, roč. 16, č. 3, article 938. Dostupné z: MDPI, <https://doi.org/10.3390/ma16030938>. [cit. 2024-10-15].
- [2] SOVOL. *Sovol SH02 Filament Dryer*. Online. © 2025. Dostupné z: <https://www.sovol3d.com/products/sovol-sh02-3d-printing-filament-dryer-box?variant=49858839052597>. [cit. 2025-02-22].
- [3] 3DJAKE. *SH02 Filament box. Pro inteligentní sušení filamentů*. Online. © 2010-2025. Dostupné z: <https://www.3djake.cz/sovol/sh02-filament-box>. [cit. 2025-02-22].
- [4] SUNLU. *SUNLU S2 Filament Dryer, 360° Surround Heating During 3D Printing*. Online. © 2024. Dostupné z: <https://www.sunlu.com/en-cz/products/new-version-sunlu-filadryer-s2>. [cit. 2024-10-21].
- [5] SUNLU [@SUNLU]. *SUNLU FilaDryer S2 Instruction*. Online, video. 03. 11. 2021. Dostupné z: YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=MqJG5snUUok>. [cit. 2024-10-21].
- [6] SUNLU. *SUNLU FilaDryer S4, Temperature Balance and High Efficiency*. Online. © 2024. Dostupné z: <https://www.sunlu.com/en-cz/products/sunlu-filadryer-s4>. [cit. 2024-11-01].
- [7] SUNLU [@SUNLU]. *SUNLU FilaDryer S4 Operation Instruction Video*. Online, video. 01. 12. 2023. Dostupné z: YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=TPQYGq94XVE>. [cit. 2024-11-01].
- [8] 3D PRIMA. *SUNLU FilaDryer S4*. Online. © 2024. Dostupné z: https://www.3dprima.com/spare-parts-accessories/others/filament-storage/sunlu-filadryer-s4_30436_13475. [cit. 2024-11-01].
- [9] SUNLU. *SUNLU FilaDryer E2, Up to 110°C, Professional Drying and Annealing, Born for Engineering 3D Printing Filaments*. Online. © 2024. Dostupné z: <https://www.sunlu.com/en-cz/products/sunlu-filadryer-e2-up-to-110-professional-drying-and-annealing-born-for-engineering-3d-printing-filaments>. [cit. 2024-12-26].
- [10] CREALITY. *Creality Filament Dry Box 2.0*. Online. © 2024. Dostupné z: <https://www.crealitystore.cz/produkt/creality-filament-dry-box-2-0/>. [cit. 2024-11-05].
- [11] CREALITY. *Creality Space Pi Filament Dryer*. Online. © 2024. Dostupné z: https://store.creality.com/eu/products/creality-filament-dryer?spm=..page_11464405.header_1.1. [cit. 2024-11-11].
- [12] EIBOS3D. *EIBOS 3D Filament Dryer Series X: Easdry*. Online. © 2024. Dostupné z: <https://shop.eibos3d.com/products/eibos-series-x-easdry>. [cit. 2024-11-11].

- [13] EIBOS3D. *EIBOS 3D Filament Dryer Polyphemus*. Online. © 2024. Dostupné z: <https://shop.eibos3d.com/products/pre-order-eibos-3d-filament-dryer-polyphemus?variant=42740222492851>. [cit. 2024-11-15].
- [14] POLYMAKER. *PolyDryer*. Online. © 2024. Dostupné z: <https://us.polymaker.com/products/polydryer?srsId=AfmBOopcxczKp8wd9rO2bNEETJQMt03a9jWKXuI0bEGmMHPIeHYjiOAs>. [cit. 2024-12-02].
- [15] FLASHFORGEDENMARK. *Filament Drying Station*. Online. Dostupné z: <https://www.flashforge.dk/item/filament-drying-station>. [cit. 2025-03-02].
- [16] PRINTABLES. *Search results: filament dryer mod*. Online. © 2024. Dostupné z: Prusa Research a.s, <https://www.printables.com/search/models?ctx=models&q=filament+dryer+mod>. [cit. 2024-12-10].
- [17] MAKERWORLD. *Search results: filament dryer mod*. Online. © 2024. Dostupné z: <https://makerworld.com/en/search/models?keyword=filament+dryer+mod>. [cit. 2024-12-10].
- [18] KUMAR, Sudhir; SINGH, Rupinder; SINGH, Tejinder Pal a BATISH, Ajay. Fused filament fabrication: A comprehensive review. Online. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*. © 2024, 6 November 2020, vol. 36, iss. 2, s. 794-814. Dostupné z: SAGE Publications, <https://doi.org/10.1177/0892705720970629>. [cit. 2024-11-10].
- [19] VALEGRA, Ana Pilar; BATISTA, Moisés; SALGUERO, Jorge a GIROT, Frank. Influence of PLA Filament Conditions on Characteristics of FDM Parts. Online. *Materials*. © 2024, 31 July 2018, roč. 11, č. 8, article 1322. Dostupné z: MDPI, <https://doi.org/10.3390/ma11081322>. [cit. 2024-11-10].
- [20] LIMPADAPUN, Khompee a SUKMANEE, Jenjira. A Study of an Effect on Moisture from 3D Printer Filament Drying Processes. Online. *Key Engineering Materials*. Trans Tech Publications Ltd. © 2024, 29 October 2021, vol. 902, s. 101–106. Dostupné z: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.902.101>. [cit. 2024-11-10].
- [21] ANISKEVICH, Andrey; BULDERBERGA, Olga a STANKEVICS, Leons. Moisture Sorption and Degradation of Polymer Filaments Used in 3D Printing. Online. *Polymers*. © 2024, 7 June 2023, roč. 15, č. 12, article 2600. Dostupné z: MDPI, <https://doi.org/10.3390/polym15122600>. [cit. 2024-11-10].
- [22] STAN, Daniel V. Considerations on the Drying of the Raw Material and Consequences on the Quality of the Injected Products. Online. *Materiale Plastice*. 17.04.2020, vol. 57, iss. 1, s. 46-56. ISSN 2668-8220. Dostupné z: <https://doi.org/10.37358/MP.20.1.5311>. [cit. 2024-11-10].
- [23] PRINTDRY. *The Science Behind It*. Online. © 2024. Dostupné z: <https://www.printdry.com/the-science-behind-it/>. [cit. 2024-12-25].
- [24] POLYMAKER. *Filaments*. Online. Dostupné z: <https://polymaker.com/>. [cit. 2024-12-25].

- [25] PRUSA RESEARCH. *Sušení filamentu*. Online. Dostupné z: https://help.prusa3d.com/cs/article/suseni-filamentu_332086. [cit. 2025-02-22].
- [26] AMAZON.CO.UK. *Filament Drying Storage Box*. Online. © 2025. Dostupné z: <https://www.amazon.co.uk/MiBoce-Filament-Storage-Printer-Humidity/dp/B0D8FQVWKR> [cit. 2025-03-02].
- [27] IQS DIRECTORY. *Electric Heaters: Components, Types, Designs and Benefits*. Online. © 2024. Dostupné z: <https://www.iqsdirectory.com/articles/electric-heater.html>. [cit. 2024-12-25].
- [28] SHENZHEN EXCELLENT HENGXIN TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD. *12 V industrial Pi heater*. Online. © 2002. Dostupné z: <https://piheaters.com/12v-industrial-pi-heater/>. [cit. 2024-12-25].
- [29] TERKO-CZ. *Co jsou to PTC vyhřívací články?* Online. Dostupné z: <https://www.terko.cz/co-je-to-ptc-vyhrevaci-clanky>. [cit. 2024-12-25].
- [30] FIXDRY. *The Introduction of PTC Heater*. Online. © 2024, 26 June 2023. Dostupné z: <https://fixdryofficial.com/blogs/news/the-introduction-of-ptc-heater?srsltid=AfmBOoqsBZRrsKNZR1r-Gp94CNiN9zu8XC0vgS6WCPY6f3V8FGes11tX>. [cit. 2024-12-25].
- [31] PELONIS, Sam. *The Difference Between AC Fans & DC Fans*. Online. Pelonis Technologies, Inc. © 2024, 29 May 2019, 10:33:14 AM. Dostupné z: <https://www.pelonistechnologies.com/blog/advantages-and-disadvantages-of-ac-fans-and-dc-fans#comments-listing>. [cit. 2024-12-26].
- [32] HOBBYGROW.CZ. *AC nebo EC motor?* Online. © 2024, 22.11.2021. Dostupné z: https://www.hobbygrow.cz/blog-2/ac-nebo-ec-motor/?srsltid=AfmBOoo770Zaz4fFPNxScjPwBtNx1BsTqDWkQZVRf_mQbId3t6PU0xUA. [cit. 2024-12-26].
- [33] HONAMI, Osawa. *Fan Basics and Selection Criteria (How to Use)*. Online. SANYO DENKI CO., LTD. Technical Report No.40. November 2015. Dostupné z: https://www.mouser.com/pdfDocs/sanyo-denki-tr40e_p03_cdiv_3rd.pdf?srsltid=AfmBOor8kxpqzThWEMZLtv41sXk2g4c0QuO4srBm9fi2CtkmfEumGcQr. [cit. 2024-12-26].
- [34] VYVOJ.HW.CZ. PROFESIONÁLNÍ ELEKTRONIKA. *DC ventilátory CUI pro aplikace s řízením průtoku vzduchu*. Online. HW server s.r.o. © 2022. 18. červenec 2023, 8:30. Dostupné z: <https://vyvoj.hw.cz/dc-ventilatory-cui-pro-aplikace-s-rizenim-prutoku-vzduchu.html>. [cit. 2024-12-29].
- [35] RIVERDI. *Digital Screen Types: A Comprehensive Guide*. Online. © 2025. Dostupné z: https://riverdi.com/blog/digital-screen-types-a-comprehensive-guide?srsltid=AfmBOooBb3M-stu5A9UAvinp3Zn37c3DfdV7Z_WnmShGnRhZ_kqEXV6n#_LCD_Displays. [cit. 2025-01-03].

- [36] 21ST CENTURY. *What are the Six Display Technologies?* Online. © 2024, 24.07.2023. Dostupné z: <https://21stcenturyav.com/what-are-the-six-display-technologies/>. [cit. 2025-01-03].
- [37] THEPIHUT. *RGB 16x2 LCD Display (I2C, 3.3V/5V)*. Online. © 2025. Dostupné z: <https://thepihut.com/products/rgb-16x2-i2c-lcd-display-3-3v-5v>. [cit. 2025-01-03].
- [38] AMAZON. *64 x 64 RGB LED Matrix Full Color Panel for Raspberry Pi/Ardui 192 x 192 mm 3 mm Pitch 4096 LED Brightness Adjustable*. Online. © 2025. Dostupné z: <https://www.amazon.it/Raspberry-192x192-millimetri-Luminosit%C3%A0-Regolabile/dp/B0BYJHMFSQ>. [cit. 2025-01-03].
- [39] HICENDA. *OLED COLOR Display 1.77" 160128*. Online. © 2022. Dostupné z: <https://www.hicenda.com/product/OLED-COLOR-Display-177-.html>. [cit. 2025-01-03].
- [40] AMETHERM. *4 Most Common Types of Temperature Sensor*. Online. © 2013. Dostupné z: <https://www.ametherm.com/blog/thermistors/temperature-sensor-types>. [cit. 2025-01-03].
- [41] IQS DIRECTORY. *Temperature Sensors*. Online. © 2025. Dostupné z: <https://www.iqsdirectory.com/articles/thermocouple/temperature-sensors.html>. [cit. 2025-01-03].
- [42] IFM ELECTRONIC. *Přednosti a technický princip senzoru vlhkosti vzduchu*. Online. © 2025. Dostupné z: <https://www.ifm.com/cz/cs/shared/landingpages/ldh/prednosti-a-technicku-princip-senzoru-vlhkosti-vzduchu>. [cit. 2025-01-03].
- [43] KABELMÁNIE. *Výstupní výkon*. Online. © 2025. Dostupné z: https://www.kabelmanie.cz/slovník/vystupni-vykon?srsId=AfmBOorp8P7ObAphNtpKvrv0clJm5PKO1Z53ZCWL_dI6N7H1O4miPU8m. [cit. 2025-01-04].
- [44] TITAN – MULTIPLAST. *Rozdělení a charakteristika plastů*. Online. © 2025. Dostupné z: https://www.titan-multiplast.cz/produkty/rozdeleni-a-charakteristika-plastu-163?_gl=1*1260i56*_gcl_au*NzUyMTY3MjAwLjE3MzYwMjY4ODE.*_ga*MTk4NTQyMzUzNy4xNzZM2MDI2ODgx*_ga_47XMY0BH8X*MTczNjAzMTEyNy4yLjAuMTczNjAzMTEyNy42MC4wLjE2Njg3MTQwNDg. [cit. 2025-01-04].
- [45] HEYMAN. *Norma hořlavosti UL 94*. Online. © 2025. Dostupné z: <https://www.heyman.cz/norma-horlavosti-ul-94>. [cit. 2025-01-04].
- [46] PLASTICEXPRESS. *Polykarbonát: Vlastnosti*. Online. © 2025, 04.10.2022. Dostupné z: <https://plasticexpress.cz/n-200/polykarbonat-vlastnosti>. [cit. 2025-01-04].
- [47] SABIC. *CYCOLOY™ FR Resins*. Online. © 2025. Dostupné z: <https://www.sabic.com/en/products/polymers/polycarbonate-pc-acrylonitrile-butadiene-styrene-abs/cycoloy-fr-resins>. [cit. 2025-01-04].
- [48] AIKOLON. *HPMs – High-performance materials – PPS*. Online. © 2019. Dostupné z: <https://www.aikolon.fi/en/products/high-performance-plastics/pps>. [cit. 2025-01-04].

- [49] ESSENTRA COMPONENTS. *What is EPDM rubber?* Online. © 2025. Dostupné z: <https://www.essentracomponents.com/en-us/news/solutions/general-protection/what-is-epdm-rubber?srsId=AfmBOoq3wUW11JErr168nPdqYim-hvx2tquNVYtp48YvDPkARQgdmVHX>. [cit. 2025-01-04].
- [50] KOČÍ, Jakub. *Jak zesílit svůj výtisk žiháním*. Online. Prusa Research by Josef Průša. 6. prosince 2019. https://blog.prusa3d.com/cs/jak-zesilit-svuj-vytisk-zihanim_31088/. [cit. 2024-12-18].
- [51] EUR-LEX. *Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/35/EU...* Online. 26.02.2014. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX:32014L0035>. [cit. 2024-11-25].
- [52] EUR-LEX. *Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/30/EU...* Online. 26.02.2014. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/cs/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0030>. [cit. 2024-11-25].
- [53] EUR-LEX. *Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2011/65/EU...* Online. 08.06.2011. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:32011L0065>. [cit. 2024-11-25].
- [54] EUR-LEX. *Směrnice Komise v přenesené pravomoci (EU) 2015/863...* Online. 31.03.2015. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32015L0863>. [cit. 2024-11-25].
- [55] FILLAMENTUM. *Rozměry Cívek*. Online. © 2025. Dostupné z: <https://fillamentum.cz/vzdelavani/rozmary-civek/>. [2025-03-05]
- [56] RUBÍNOVÁ, Dana. *Ergonomie*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-214-3313-2.
- [57] CHORÝ, Tomáš. *Barva a design*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014. ISBN 978-80-244-4299-0.
- [58] RALLCOLOURS. *All RAL colours*. Dostupné z: <https://www.ral-farben.de/en/all-ral-colours>.

11. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

°C	stupně Celsia
kg	kilogram
mm	milimetr
A	ampér
V	volt
W	watt
ABS	akrylonitrilbutadienstyren
PC	polykarbonát
PPS	polyfenylsulfid
PETG	polyethyltereftalát-glykol
PLA	kyselina polymléčná (polylaktid)
PA	polyamid
PP	polypropylen
PE	polyethylen
EPDM	etylen-propylen-dienový monomer

12. SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 2-1 Sovol SH02 Filament Dryer. [3]	16
Obr. 2-2 SUNLU FilaDryer S2. [4]	17
Obr. 2-3 SUNLU FilaDryer S4. [6]	18
Obr. 2-4 SUNLU FilaDryer E2. [9]	19
Obr. 2-5 Creality Filament Dry Box 2.0. [10]	19
Obr. 2-6 Creality Space Pi Filament Dryer. [11]	20
Obr. 2-7 EIBOS 3D Dryer Series X: Easydry. [12]	21
Obr. 2-8 EIBOS 3D Filament Dryer Polyphemus. [13]	22
Obr. 2-9 PolyDryer. [14]	23
Obr. 2-10 FlashForges Filament Drying Station. [15]	24
Obr. 2-11 Ilustrační popis mechanismu navlhčení a sušení filamentu. [23]	26
Obr. 2-12 Rozložený pohled na sušičku SUNLU FilaDryer E2. [26]	28
Obr. 2-13 Ventilátor radiální (vlevo) a axiální (vpravo). [34]	30
Obr. 2-14 LCD displeje. [37]	30
Obr. 2-15 LED displej. [38]	31
Obr. 2-16 OLED displej. [39]	31
Obr. 2-17 Rozměry cívek filamentu 1 kg. [55]	36
Obr. 4-1 Skici.	41
Obr. 4-2 Varianta I – perspektivní pohled.	42
Obr. 4-3 Varianta I – rozložený pohled.	43
Obr. 4-4 Varianta II – perspektivní pohled.	44
Obr. 4-5 Varianta II – rozložený pohled.	45
Obr. 4-6 Varianta III – perspektivní pohled	46
Obr. 4-7 Varianta III – rozložený pohled.	47
Obr. 5-1 Perspektivní pohled – horizontální uspořádání.	48

Obr. 5-2 Perspektivní pohled shora – horizontální uspořádání.	49
Obr. 5-3 Tlačítka a displej – detail.	49
Obr. 5-4 Perspektivní pohled zezadu – horizontální uspořádání.	50
Obr. 5-5 Perspektivní pohled zespodu – horizontální uspořádání.	50
Obr. 5-6 Půdorys – horizontální uspořádání.	51
Obr. 5-7 Boční pohled – horizontální uspořádání.	51
Obr. 5-8 Otevřená sušička – horizontální uspořádání.	52
Obr. 5-9 Otevřená sušička zezadu – horizontální uspořádání.	53
Obr. 5-10 Perspektivní pohled – vertikální uspořádání.	54
Obr. 5-11 Otevřená sušička – vertikální uspořádání.	55
Obr. 5-12 Vybrané komponenty a doplňky zařízení.	56
Obr. 5-13 Režim žihání – sušení hotových výtisků.	56
Obr. 6-1 Schéma komponent sušičky.	57
Obr. 6-2 Ventilace a kapsle pro regulaci vlhkosti.	58
Obr. 6-3 Základní rozměry.	59
Obr. 6-4 Základní rozměry – uvnitř.	59
Obr. 6-5 Rozebraný pohled na otočnou osu držáku cívky.	60
Obr. 6-6 Technická přepážka.	60
Obr. 6-7 Rozebraná sušička bez osy a válečků.	61
Obr. 6-8 Schéma vedení filamentu.	61
Obr. 6-9 Difuzor vzduchu.	62
Obr. 6-10 Ergonomie přetočení zařízení.	63
Obr. 6-11 Ergonomie ovládacího panelu – horizontální uspořádání.	64
Obr. 6-12 Ergonomie ovládacího panelu – vertikální uspořádání.	65
Obr. 6-13 Ergonomie vkládání a vyjímání cívky.	66
Obr. 6-14 Ergonomie – prostor kolem cívky.	66
Obr. 7-1 Varianty barevného provedení – teplé barvy.	68

Obr. 7-2 Varianty barevného provedení – technický styl.....	69
Obr. 7-3 RAL kódy barevných provedení.	69
Obr. 7-4 LED podsvícení.	70
Obr. 7-5 Logo.	71
Obr. 7-6 Logotyp.	71
Obr. 7-7 Uživatelské rozhraní.	72
Obr. 8-1 SWOT analýza.	73

13. SEZNAM TABULEK

Tab. 2-1 Doporučená teplota sušení pro navlhčený filament. [24, 25]	27
Tab. 2-2 Porovnání různých typů teplotních senzorů [40, 41]	32
Tab. 2-3 Vybrané technické parametry sušiček. [2, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16]	35
Tab. 3-1 Cena sušiček filamentu. [2, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16]	40
Tab. 6-1 Konstrukční opatření pro minimalizaci tepelných ztrát.	57

14. SEZNAM PŘÍLOH

Zmenšený poster (A4)

Video modelu

Sumarizační poster (A1)

Model (M 1:1)

ZMENŠENÝ SUMARIZAČNÍ POSTER



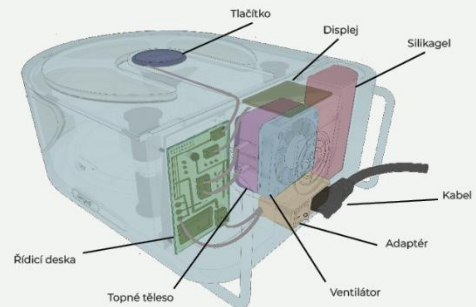
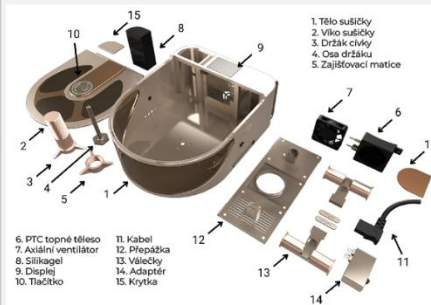
dryad

sušička filamentu

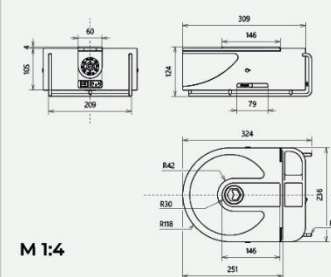
ERGONOMIE



SCHÉMA KOMPONENT



ROZMĚROVÉ ŘEŠENÍ



FUNKCE ŽIHÁNÍ VÝTISKŮ



UŽIVATELSKÉ ROZHRANÍ



Dryad je kompaktní a vizuálně výrazné zařízení určené pro sušení filamentu. Jeho tvarové a funkčně vyvážený design kombinuje estetiku s maximální praktičností a uživatelským komfortem. Dvoupolohové použití – horizontální i vertikální – umožňuje přizpůsobení různým prostorovým podmínkám. Otočný displej s automatickým překlápním obrazu, barevná LED signalizace a přehledné fyzické ovládací prvky zajišťují snadnou manipulaci v každé pracovní situaci. Zvolená konstrukce, díky horizontální poloze umožňuje také režim žhání výtisků – funkci, kterou běžné kompaktní sušičky nenabízí.

DESIGN SUŠIČKY FILAMENTU / BAKALÁRSKÁ PRÁCE / Autorka: Alina Belevitskaia / Vedoucí práce: Ing. Eva Fridrichová, Ph.D. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2024/25

VYSOKÉ UČENÍ FAKULTA STROJNÍHO
TECHNICKÉ INŽENÝRSTVÍ
V BRNĚ

ÚSTAV
KONSTRUOVÁNÍ

odbor
průmyslového
designu

