



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 STOLNÍ LASEROVÉ GRAVÍROVAČKY

DESIGN OF DESKTOP LASER ENGRAVER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jakub Charvát

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Dana Rubínová, Ph.D.

BRNO 2022

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav konstruování
Student:	Jakub Charvát
Studijní program:	Průmyslový design ve strojírenství
Studijní obor:	bez specializace
Vedoucí práce:	Ing. Dana Rubínová, Ph.D.
Akademický rok:	2021/22

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 stolní laserové gravírovačky

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Stanice pro gravírování využívající laserovou technologii je určená pro tvorbu ozdobného rytí na kovových i nekovových materiálech širokého spektra produktů. Stroje se liší velikostí pracovních ploch, technickými parametry i ovládacím softwarem a uplatňují se nejen v průmyslové, ale i reklamní sféře. Snahou výrobců je umožnit vysokou kvalitu gravírování při zajištění maximální bezpečnosti uživatele. Tvarování stávajících gravírovaček je podřízeno funkci, některé však postrádají kompaktní vzhled.

Typ práce: vývojová – designérská

Cíle bakalářské práce:

Hlavním cílem je návrh koncepčního designu laserové gravírovačky s pracovní plochou do 200 x 200 mm. Stanice bude vyráběna sériově s využitím nerezové oceli a hliníku.

Dílčí cíle bakalářské práce:

- studium procesu gravírování laserovou technologií s cílem identifikace problematických oblastí,
- návrh funkčního a inovativního tvarování s vykazujícího přiměřenou kompaktností,
- pozornost věnovaná ergonomii a provozní bezpečnosti,
- prokázání funkčnosti, ergonomičnosti a realizovatelnosti návrhu.

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:

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

Seznam doporučené literatury:

FIELL, Charlotte a Peter FIELL (eds.). Designing the 21st century: design des 21. Jahrhunderts Le design du 21 siècle. Köln: Taschen, c2001. ISBN 3-8228-5883-8.

KRÁL, Miroslav. Ergonomie a její využití v technické praxi II: Normativy lidského těla. Biomechanika a bioenergetika. Ostrava: Alexandr Vávra-Vava, 1998. ISBN 80-86168-04-2.

LIDWELL, William a Gerry MANACSA. Deconstructing product design: exploring the form, function, usability, sustainability, and commercial success of 100 amazing products. Beverly, Mass.: Rockport Publishers, c2009. ISBN 1592533450.

MICHÁLEK, Ondřej. Kapitoly z černého umění: přehled grafických technik a některých průmyslových technologií tisku. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014. ISBN 978-80-244-4185-6.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2021/22

V Brně, dne

L. S.

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

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá koncepčním designem stolní laserové gravírovačky. Hlavním cílem je návrh funkčního a inovativního tvarování, které vykazuje přiměřenou kompaktnost. Práce obsahuje průzkum existujících produktů a studium procesu laserového gravírování. Výsledné řešení je v souladu s funkčními, ergonomickými i bezpečnostními parametry.

KLÍČOVÁ SLOVA

Laserová gravírovačka, gravírování, laser, koncept, design

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the conceptual design of a desktop laser engraving machine. The main goal is to design functional and innovative shaping that shows appropriate compactness. The thesis includes a survey of existing products and a study of the laser engraving process. The resulting solution is in accordance with functional, ergonomic and safety parameters.

KEYWORDS

Laser engraving machine, engraving, laser, concept, design

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

CHARVÁT, Jakub. *Design stolní laserové gravírovačky* [online]. Brno, 2022 [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/139940>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav konstruování. Vedoucí práce Ing. Dana Rubínová, Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu této práce, paní Ing. Daně Rubínové, Ph.D., za její ochotu, trpělivost a přínosné rady v průběhu této bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval mé rodině a přátelům za jejich podporu během mého studia.

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že diplomovou práci jsem vypracoval samostatně, pod odborným vedením Ing. Dany Rubínové, Ph.D. Současně prohlašuji, že všechny zdroje obrazových a textových informací, ze kterých jsem čerpal, jsou řádně citovány v seznamu použitých zdrojů.

.....

Podpis autora

OBSAH

1	ÚVOD	13
2	PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	14
2.1	Designérská analýza	14
2.1.1	Creality CV-01 Pro Engraving Machine	14
2.1.2	Vigotec VG-L7	16
2.1.3	Wainlux L1 laser engraving machine	17
2.1.4	Twotrees Compressed Laser Engraver TT-5.5S	18
2.1.5	Wainlux K6 laser engraving machine	19
2.1.6	NEJE KZ USB Laser Engraver	20
2.1.7	Rendyr Optic Portable Laser Cutter	21
2.1.8	RA Laser Z3	22
2.2	Technická analýza	23
2.2.1	Laser	25
2.2.2	Optická soustava	26
2.2.3	Lineární pohony	26
3	ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	27
3.1	Analýza problému	27
3.2	Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše	27
3.3	Cíle práce	28
3.4	Cílová skupina	28
3.5	Základní parametry a legislativní omezení	29
3.6	Použité výrobní technologie, možný trh a cena	29
4	VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	30
4.1	Varianta I	30
4.2	Varianta II	31
4.3	Varianta III	31
4.4	Zhodnocení variant	32
5	TVAROVÉ ŘEŠENÍ	33
6	KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	37
6.1	Popis	37

6.2	Rozměrové řešení	37
6.3	Vnitřní mechanismy a komponenty	38
6.4	Materiálové řešení	39
6.5	Technologie	39
6.6	Ergonomie	40
6.7	Bezpečnost a hygiena	41
6.8	Udržitelnost	41
7	BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ	42
7.1	Barevné řešení	42
7.2	Grafické řešení	43
7.2.1	Logotyp	43
7.2.2	Rozhraní obrazovky	44
8	DISKUZE	45
8.1	Psychologická funkce	45
8.2	Sociální funkce	45
8.3	Ekonomická funkce	45
9	ZÁVĚR	46
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	48
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN	51
12	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	52
13	SEZNAM TABULEK	54
14	SEZNAM PŘÍLOH	55

1 ÚVOD

Gravírování je technologie určená k odebrání materiálu za účelem vytvoření nápisu či ozdobného rytí. Nejmodernější gravírky využívají laseru, jelikož je velmi přesný, rychlý a dosahuje dlouhotrvajících výsledků. Dle výkonu laseru je možné gravírovat kovové, nekovové i organické materiály širokého spektra produktů. Díky tomu je laserové gravírování hojně využíváno v průmyslu, ale také v reklamní sféře. V poslední době zažívá rozmach také v hobby sféře a v menších firmách s ruční výrobou, které umisťují své logotypy na produkty i obaly právě pomocí gravírování.

Trh s laserovými gravírovacími stroji není příliš velký, ale nachází se zde poměrně rozmanité konstrukční i technologické řešení. Stroje se dále liší velikostí pracovních ploch, škálou gravírovatelných materiálů, ovládacím softwarem a konektivitou s ostatními zařízeními. Tvarování gravírek je čistě podřízeno jejich funkci a kvůli tomu postrádají kompaktní vzhled.

Tato práce je zaměřena na návrh koncepčního designu stolní laserové gravírovačky s funkčním inovativním tvarovým řešením, které bude vykazovat přiměřenou kompaktnost. Součástí práce je i studium procesu gravírování včetně seznámení se s přístrojem a jeho funkcemi a následně identifikace problematických oblastí. Neméně důležitým prvkem řešení je ergonomie a bezpečnost uživatele, která je v případě práce s laserem klíčová.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

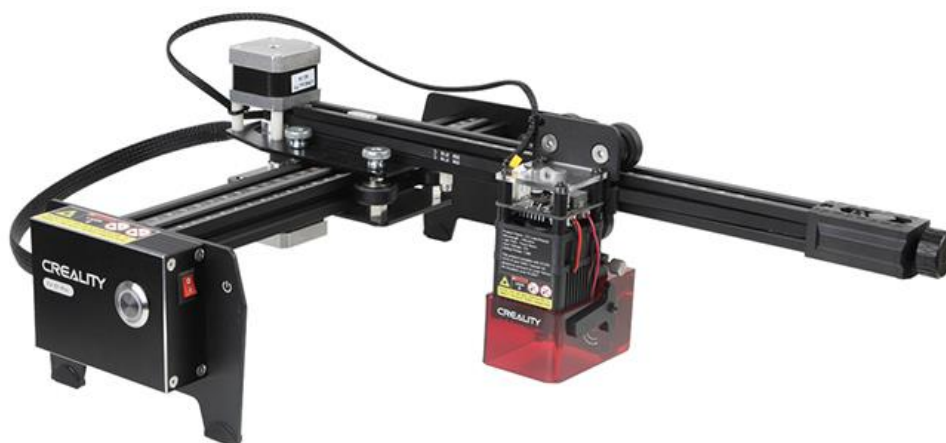
Analýza současného stavu poznání obsahuje pohled na stávající produkty. Jedná se o kritickou rešerši funkčních i tvarových řešení. Druhá část této analýzy se zaměřuje na studium procesu gravírování, prvky gravírovacího stroje a jeho technické parametry.

2.1 Designérská analýza

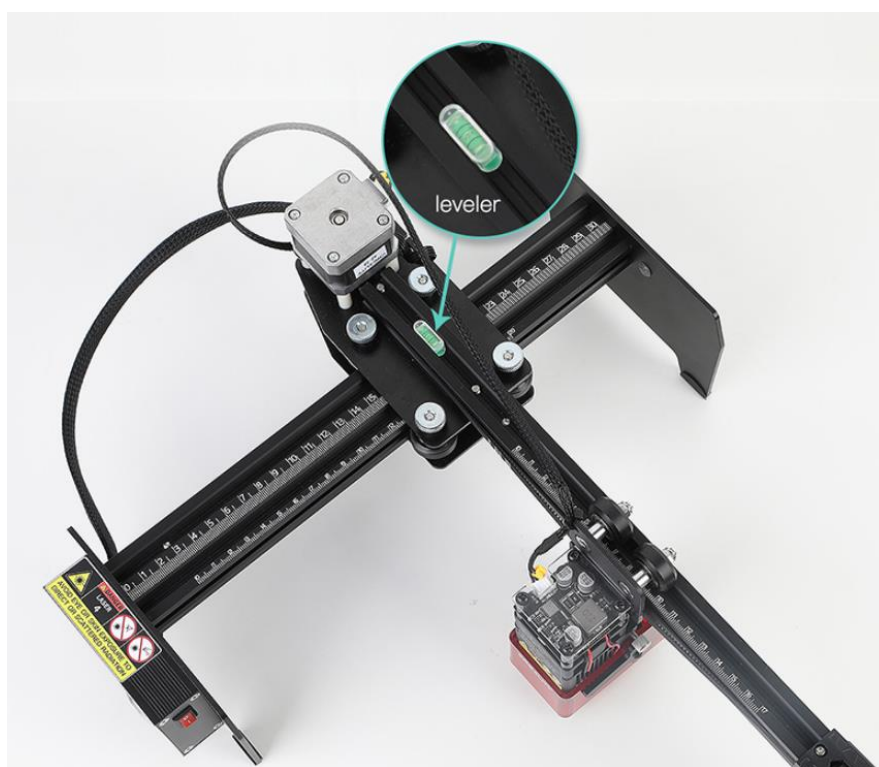
2.1.1 Creality CV-01 Pro Engraving Machine

Čínská firma Creality nabízí své produkty na trhu od roku 2014 a známá je především díky produkci 3D tiskáren. Cílovou skupinou této firmy jsou zejména hobby kutilové, čemuž odpovídá cena produktů. To platí i v případě laserové gravírovacího stroje CV-01 Pro. Plocha gravírování je o rozměrech (170 × 200) mm, nicméně lze gravírovat i větší objekty vzhledem k absentujícímu dnu přístroje. S výkonem laseru 1,6 W nelze gravírovat do kovových materiálů, zároveň tento výkon neumožňuje ani řezání materiálů, jako je např. kůže či lepenka. Přívětivá je však hmotnost 1,8 kg, celkové rozměry jsou (416 × 363 × 138) mm. Přenos dat gravírovaného obrazce lze pomocí micro SD karty, USB typu C nebo přes WiFi. [1]

Produkt se vyznačuje jednoduchou obsluhou, obsahuje pouze dvě tlačítka – napájení a start/pozastavení gravírování. Velmi kladně je hodnocena bezpečnost uživatele, kdy štít kolem laseru chrání před přímým pohledem do laseru a eliminuje odražený paprsek. Firma Creality také zakomponovala praktické prvky v podobě integrovaných měrek na obou ramenech a vodováhy pro zajištění perfektní roviny. Naopak mezi nedostatky patří konstrukce gravírovacího stroje. Vizually působí nestabilně. Kontakt s podložkou je pouze na 4 nohách, které jsou tvořeny silným ocelovým plechem. Celkový tvar není kompaktní, a kromě převážení hrozí i ohnutí jedné z kolejnic. Barevnost ve stupních šedi je podřízená funkci, pouze ovládací prvek napájení a ochranný štít jsou zbarveny do poutavější červené.



Obr. 2-1 Creality CV-01 Pro Engraving Machine [1].



Obr. 2-2 Creality CV-01 Pro Engraving Machine – detailní pohled [1].

2.1.2 Vigotec VG-L7

Laserová gravírovačka od firmy Vigotec patří mezi ty rozměrnější na trhu, celkové rozměry jsou (445 × 401 × 128) mm, což se pozitivně promítá i ve velikosti gravírovací plochy – (330 × 190) mm. Výkon laseru 20 W je vhodný i pro gravírování kovových materiálů. Přenos dat lze uskutečnit pouze přes komunikační port mini USB. [2]

Přístroj velice připomíná gravírovačku Creality CV-01 Pro (viz kap. 2.1.1). Tvar není kompaktní, konstrukce je nestabilní a elektrický kabel se volně pohybuje v prostoru, může tedy dojít k nechtěnému porušení. Bezpečnost uživatele byla zajištěna ochrannými brýlemi, což není praktické v případě více lidí pohybujících se v okolí gravírovačky. Černé zbarvení přístroje plně odpovídá funkci.



Obr. 2-3 Vigotec VG-L7 [2].

2.1.3 Wainlux L1 laser engraving machine

Gravírovací stroj čínské firmy Wainlux příliš nezaujme velikostí gravírovací plochy, pouhých (140 × 130) mm, což není ani vykompenzováno hmotností – 4,05 kg. Gravírovačka nemá dno, takže se plocha dá uměle rozšířit, gravírovaný obraz však nebude nikdy přesně navazovat. Výkon laseru je až 7 W, což sice stačí na řezání některých materiálů, ale na gravírování kovových materiálů je výkon nedostatečný. Sází však na konektivitu přes mobilní aplikaci a ovládání přes dotykový displej se stylusem v offline módu. Přenos dat lze uskutečnit i přes USB 3.0. [3]

Konstrukce je poměrně stabilní, při pohledu na horní rameno však uživatel nabývá pocitu, že je rameno ohnuté. Gravírovačka postrádá kompaktní vzhled i jednotné tvarosloví. Bezpečnost uživatele zde není nijak rozvinutá, i přes to, že může způsobit vážné a nevratné poškození zraku, či jiné úrazy. Zvolená bílá barva není příliš praktická do dílen apod.



Obr. 2-4 Wainlux L1 [3].

2.1.4 Twotrees Compressed Laser Engraver TT-5.5S

Laserová gravírovačka čínského výrobce TwoTrees nabízí štědrá gravírovací plochu – (300 × 300) mm. Celkové rozměry činí (570 × 485 × 170) mm. Výkon laseru 5,5 W neumožňuje gravírování kovů, ale řezání např. kůže ano. Data lze přenést pouze přes USB typu C. [4] [5]

Přístroji sice chybí větší tvarová kompaktnost, nicméně konstrukce je stabilní. Fotky výrobce jsou pořízeny bez elektrické kabeláže, které následně kazí estetický dojem. Uživatel pak ocení ochranný štít před laserovým paprskem. Ten však svou červenou barvou narušuje jinak příjemnou černo-modrou kombinaci. Atraktivními prvky jsou umístěná loga, gravírovaná kresba je však navíc.



Obr. 2-5 Twotrees Compressed Laser Engraver TT-5.5S [4].

2.1.5 Wainlux K6 laser engraving machine

Gravírovací box K6 je druhý zástupce firmy Wainlux, jehož gravírovací prostor je jen (80 × 80) mm. Rozměry boxu jsou však kompaktní – (172 × 172 × 160) mm. Hmotnost se pohybuje okolo 0,9 kg. Výkon laseru 10 W není vhodný pro gravírování kovů. Stejně jako u L1 laser engraving machine (viz kap. 2.1.3) výrobce Wainlux láká na konektivitu přes mobilní aplikaci, zde však místo displeje jsou pouze fyzické ovládací prvky. [6]

Tvar této gravírovačky je celistvý, zároveň box je vyráběn bez dna, takže gravírovací plocha lze, ač nepřesně, rozšířit. Boxová konstrukce je přívětivá k bezpečnosti uživatele, kdy stěny tvoří ochranné sklo. Teplo vzniklé gravírováním je odváděno větrákem v zadní části boxu. Neutrální barevnost je pak doplněna o výše zmíněné zelené ochranné sklo.

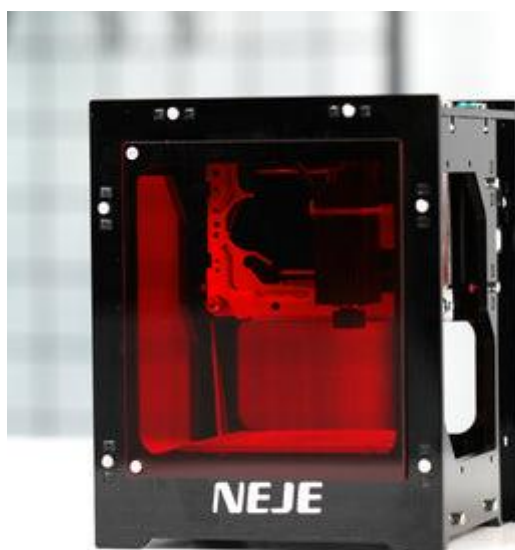


Obr. 2-6 Wainlux K6 laser engraving machine [6].

2.1.6 NEJE KZ USB Laser Engraver

Zástupce gravírovaček se dnem od firmy NEJE nezaujme rozměrem gravírovací plochy, jedná se pouze o (38×38) mm. Vzhledem ke své boxové konstrukci se dnem nelze tato plocha ani uměle rozšířit. Gravírovačka Wainlux K6 (kap. 2.1.5) při podobných celkových rozměrech jako NEJE KZ ($160 \times 145 \times 190$ mm) nabízí více jak dvojnásobnou gravírovací plochu. Výkon laseru je pouhých 2,5 W, čili nedostatečné pro gravírování kovů. Přenos dat je zajištěn přes USB 3.0. [7]

Tvar gravírovacího boxu je přímo podřízen funkci, přiznané jsou i šroubové spoje. Pozitivním prvkem boxové konstrukce je ochranné sklo. Neutrální barvy gravírovačky doplňuje červený ochranný štít.



Obr. 2-7 NEJE KZ USB Laser Engraver [7].

2.1.7 Rendyr Optic Portable Laser Cutter

Skládací laserová gravírovačka od startupu Rendyr nabízí gravírovací plochu o velikosti (457 × 310) mm a bez odnímatelného dna neomezenou gravírovací plochu. Ve složeném stavu zabírá přístroj 551 × 110 × 160 mm, při používání pak (551 × 624 × 116) mm. Výkon laseru 15 W je dostatečný pro gravírování kovů. Konektivita je zaručena portem USB typu C. [8]

Design je kompaktní, ovšem bez konkrétního tvarosloví, jedná se pouze o kvádry. Zajímavým prvkem je integrované ochranné sklo. Přístroj také nabízí nadstandardní bezpečnost v podobě odvětrávání a filtraci zplodin vzniklých gravírováním. Neutrální barevnost příjemně rozbíjí oranžové ochranné sklo, které zároveň schovává tvarově složité komponenty.



Obr. 2-8 Rendyr Optic Portable Laser Cutter [9].



Obr. 2-9 Rendyr Optic Portable Laser Cutter – složený stav [8].

2.1.8 RA Laser Z3

Koncept RA Laser Z3 je ukázkou kompaktního řešení laserových gravírovaček. Sympatické skládání přístroje do menšího celku je sice komplikované, vzhledově se však jedná o povedený produkt. Neutrální barevnost je v tomto případě elegantní a nerozptyluje uživatele od práce, jako by se mohlo stát v případě gravírovačky Twotrees (kap. 2.1.4). Bezpečnost zaručuje zbytečně velkorysé ochranné sklo, které však není kompaktní, shora je velká mezera kolem přístroje, takže není ani příliš účinné. Nedostatečná je však gravírovací plocha kvůli nepohyblivému laseru (pouze výškově stavitelný), což je daň za rozložitelnost gravírovačky.



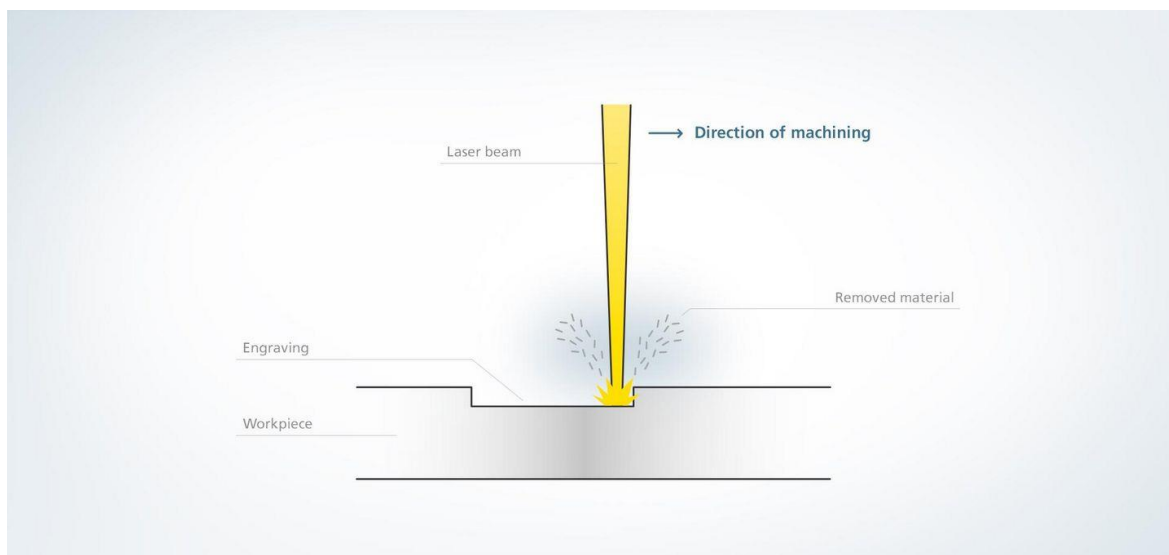
Obr. 2-10 RA Laser Z3 [10].



Obr. 2-11 RA Laser Z3 – složený stav [10].

2.2 Technická analýza

Laserové gravírování je proces, při kterém laserový paprsek odstraňuje materiál. Jedná se tak o metodu obrábění. Při gravírování dochází ke kombinaci ubírání tavením a odpařování, tzv. ablaci tenké vrstvy materiálu, případně barvy (viz Obr. 2-11). Hloubka gravury se pohybuje mezi jednotkami mikrometrů až do jednoho milimetru, což lze regulovat výkonem laseru. V případě hloubkových gravur je potřeba vícevrstvého gravírování. Laserová gravírovačka může sloužit i jako řezací plotr, kdy při dostatečném výkonu laseru nebo právě opakováním procesu materiál úplně přeřízne. Hloubka gravury taktéž ovlivňuje vzhled označení, a to zejména u kovových materiálů. Čím hlubší je gravura, tím drsnější je povrch materiálu a pohlcuje tak více světla, vzniká tedy spíše tmavá až zcela černá barva. Naopak při lehkém natavení materiálu vzniká velmi světlá gravura, která hmatem není ani rozpoznatelná. Dalšími materiály, které lze gravírovat, jsou: lepenka, dřevo, kůže, plasty atd. Jejich porovnání a možnosti gravírování, v některých případech i řezání, při daném výkonu laseru se nachází v Tab. 2-1. [11] [12]



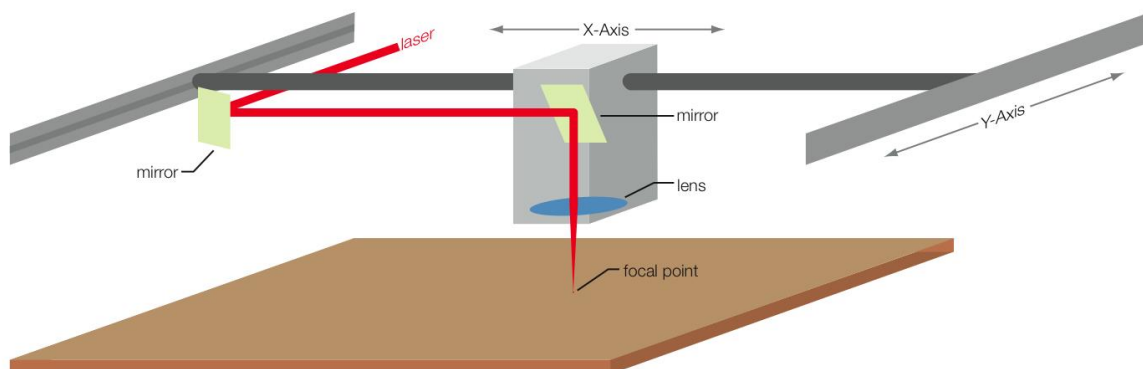
Obr. 2-12 Proces gravírování [13].

Materiál/výkon	0,5 W	2,5 W	5,5 W	15 W
3 mm balsové dřevo	ano	ano	řezání	řezání
250 g lepenka	ano	řezání	řezání	řezání
250 g nebělený papír	ano	řezání	řezání	řezání
KT deska	ano	řezání	řezání	řezání
kůže	ano	řezání	řezání	řezání
všechny plasty	ano	ano	řezání	řezání
masivní dřevo	ano	ano	ano	ano
bambus	ano	ano	ano	ano
akryl (plexisklo)	ne	ne	ano	řezání
ocel	ne	ne	ne	ano

Tab. 2-1 Přehled materiálů pro gravírování dle výkonu laseru [14].

Laserové gravírování přináší mnoho výhod oproti jiným metodám. Díky lokálnímu a extrémně krátkému působení laseru vzniká malé množství tepla, je tedy možné gravírovat i elektronické a teplotně citlivé čipy a senzory. Tato metoda je také velmi rychlá, jelikož se lze dosáhnout vysokých frekvencí opakování při časově krátkém účinku laseru. Opakování je také vždy přesně opakovatelné, protože výkon laseru lze cíleně ovládat. Kromě toho je gravura otěruvzdorná a velmi odolná proti vnějším vlivům. Příjemným benefitem je i cenová dostupnost, gravírování má širokou škálu uplatnění. V průmyslu se používá k označení výrobků a strojů. Boom však zažívá v reklamní a hobby sféře. [11] [12]

Laserová gravírovačka se skládá z laseru, optické soustavy a lineárních pohonů, po jednom v ose x a v ose y, jak je vidět na Obr. 2-13. Laser se může taktéž nacházet přímo na pohyblivé hlavici, tím se však značně zvětšuje její objem a hmotnost, což klade větší nároky na lineární pohony.



Obr. 2-13 Komponenty laserové gravírovačky [15].

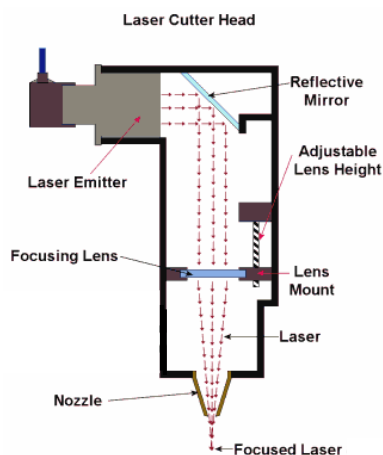
2.2.1 Laser

Slovo laser je zkratka pro Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, v překladu: zesilování světla stimulovanou emisí záření. Elektromagnetické vlnění vzniká, když elektrony atomů v optických materiálech (např. sklo, krystal, plyn) absorbují energii z elektrického proudu. Tato energie vyvolá excitaci, tedy přesun elektronu z nižší energetické hladiny do vyšší energetické hladiny v rámci atomu. Když se elektron přesune zpět do svého původního stavu, emituje při tomto procesu částici světla, tzv. foton. Při dostatečném počtu fotonů vznikne laserový paprsek, jehož vlastnosti jsou oproti klasickým zdrojům světla (např. žárovka) velmi specifické. Jedná se o monochromatické světlo, tj. elektromagnetické vlnění kmitá pouze jedinou frekvencí a je tedy jednobarevné. Paprsek je také zcela koherentní, tedy svazek fotonů postupuje jedním exaktním směrem na rozdíl od žárovky, která svítí mnoha směry. [16]

Laser gravírovacích strojů spadá do bezpečnostní třídy 4, jelikož výkon zdroje překračuje 0,5 W. Přímé ozáření laserem může způsobit popálení kůže, či ztrátu zraku nebo jeho vážné a trvalé poškození. Nebezpečné také mohou být zrcadlové a difuzní odrazy. Z těchto důvodů je vhodné použití ochranného sklíčka. [2] [17]

2.2.2 Optická soustava

Optická soustava je soubor optický prostředí a jejich rozhraní, kde se mění směr pohybu světelného paprsku. Změnu směru lze dosáhnout odrazem nebo lomem paprsku pomocí zrcadla či čočky. V případě laserové gravírovačky je potřeba nejméně jedné spojky, která koncentruje paprsek laseru do jednoho bodu, jak je vidět na obrázku Y. Pokud se laser nachází mimo pohyblivou hlavice, je potřeba taktéž soustavy zrcadel viz obrázek 2-13. [18]



Obr. 2-14 Gravírovací hlavice [19].

2.2.3 Lineární pohony

Lineární pohon (nebo taktéž aktuátor) převádí rotační pohyb na pohyb posuvný. Elektrické lineární pohony jsou jednoduchým, bezpečným a téměř bezchybným řešením. Největší výhodou je však přesná a plynulá regulace pohybu, která je u laserového gravírování nutností. Rotační pohyb je generován elektromotorem, který působením magnetických polí statoru a rotoru vytváří mechanickou energii na hřídeli z elektrické energie. [20]

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

3.1 Analýza problému

Stolní laserové gravírovačky lze stále považovat za poměrně nový přístroj, který zažívá svůj rozmach v posledních několika letech spolu s 3D tiskem. Z tohoto důvodu byla kladena pozornost výrobců téměř výhradně na funkčnost, nikoliv na ergonomii a esteticko-tvarové řešení. U 3D tiskáren se postupně tento aspekt zlepšuje i přes neustálé inovace tiskových technologií. Proto lze v blízké budoucnosti očekávat podobný scénář i u laserových gravírek, u kterých je technologie velmi vyspělá a není zde moc příležitostí k její inovaci.

Mezi hlavní nedostatky patří výkon laseru, který je nevyhovující pro gravírování kovů, a neuspokojivá velikost gravírovací plochy. Tvarové řešení a ergonomie jsou silně podřízeny funkci. Gravírky postrádají kompaktní vzhled a mechanická část včetně elektrických kabelů je zcela odkryta, což by mohlo vést ke snadnému poškození, či zranění uživatele. U gravírovacích strojů je pak velmi důležité dbát na bezpečnost uživatele před laserovým paprskem. Hrozí vážné a trvalé poškození zraku a také popálení kůže. Kvůli rozmanitému využití nalézá gravírovačka uplatnění i v hobby dílnách, je tedy potřeba brát v potaz, že uživatel není vždy odborně vyškolen pro práci s tímto zařízením.

3.2 Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše

Stávající produkty na trhu mají nedostatečný výkon laseru pro gravírování do kovových materiálů, zároveň tento výkon neumožňuje ani řezání materiálů, což může být pro zákazníka rozhodující faktor. Dalším neuspokojivým parametrem je velikost pracovní plochy, která je v mnoha případech velmi malá. Někteří výrobci se snaží tento nedostatek vynahradit konstrukcí bez dna a díky tomu lze gravírovat větší plochy, nicméně toto umělé nastavování není přesné a dochází k posunutí části gravírovaného nápisu či ornamentu.

Tvarové řešení gravírek je zcela podřízeno funkci, postrádá kompaktnost a tvarosloví není jednotné. Samotná konstrukce je nestabilní a má nedostatečný kontakt s podložkou. Při nevhodné manipulaci s gravírovačkou hrozí její převrácení a u některých konkrétních přístrojů může dojít k ohnutí jedné z kolejnic pro gravírovací hlavici. Z hlediska konstrukce se také často elektrický kabel, vedoucí k pojízdné hlavě, pohybuje volně v prostoru, je tedy náchylný k porušení, ať už uživatelem nebo zachycením o jinou část stroje. Dále jsou odkryty různé mechanické části včetně elektronických obvodů, jsou tedy vystaveny riziku poškození vnějšími vlivy a také je zde hrozba úrazu uživatele.

U práce s laserovou gravírovačkou musí být kladen velký důraz na bezpečnost před paprskem laseru. Většina produktů pracuje s ochranným skleněným štítem, který ne vždy dokonale eliminuje možnost přímého očního kontaktu s paprskem. Zcela nevhodným řešením je pak použití pouze ochranných brýlí, jelikož u gravírovacího stroje se může pohybovat více lidí. Nebezpečné mohou být také odrazové a difuzní obrazy, není tak žádoucí, aby použité materiály a jejich povrchové úpravy byly příliš lesklé nebo měly zrcadlový efekt. Do dílen taktéž není vhodná bílá barva kvůli údržbě.

Problematickou částí může být i konektivita, zvláště hobby nadšenci nemusí mít vždy nejmodernější porty k propojení gravírovačky s počítačem nebo možnost používání aplikace pro chytré telefony. Nedostatkem mohou být i ovladače a sdělovače samotné gravírovačky. Ovládání není vždy intuitivní a zároveň často chybí i provozní informace, či zpětná vazba v případě problému s gravírováním. Nepříliš dobrým řešením je využití dotykového displeje na úkor mechanických tlačítek. Uživatel, především v dílně, může nosit ochranné rukavice, které nejsou kompatibilní s dotykovými displeji.

3.3 Cíle práce

Cílem této práce je navrhnout koncepční design stolní laserové gravírovačky s pracovní plochou do (200 × 200) mm. Dle zadání se předpokládá sériová výroba s využitím nerezové oceli a hliníku. Dále byly zvoleny dílčí cíle této práce:

- návrh funkčního a inovativního tvarování vykazujícího přiměřenou kompaktnost
- použití laseru s dostatečným optickým výkonem pro gravírování do kovů
- zajištění maximální bezpečnosti před laserovým paprskem a dalšími komponenty
- vhodná volba materiálů a povrchových úprav vzhledem ke snadné údržbě i eliminaci odrazu paprsku laseru
- snížení rizika poškození mechanických a elektrických částí vnějšími vlivy i uživatelem
- jednoduché ovládání a ergonomické řešení ovladačů a sdělovacího displeje
- umožnění konektivity širším spektrem portů, včetně těch starších

3.4 Cílová skupina

Laserová gravírovačka bude určena zejména hobby nadšencům pro vlastní účely. Vzhledem k poměrně velké gravírovací ploše a výkonnému laseru bude vhodná i pro reklamní agentury, kde lze očekávat každodenní provoz a širokou škálu materiálů a produktů pro gravírování. Gravírka nalezne uplatnění i v menších firmách s ruční výrobou, které ji budou využívat pro umístění logotypu na své produkty a obaly. Bude tedy požadován přesný a bezporuchový provoz, snadné ovládání a jednoduchou údržbu.

3.5 Základní parametry a legislativní omezení

Rozměry přístroje jsou přímo úměrné velikosti gravírovací plochy, která je zadáním omezena na (200 × 200) mm. Nejbližše se tomuto parametru blíží gravírovačka Creality CV-01 Pro Engraving Machine (viz kap. 2.1.1), jež disponuje pracovní plochou o rozměrech (170 × 200) mm. Celkové rozměry činí (416 × 363 × 138) mm, jedná se tedy o referenční hodnoty pro vlastní řešení přístroje. Hmotnost je v případě gravírky méně podstatný ukazatel i kvůli zřídka manipulaci s přístrojem. Co se týče Creality CV-01 Pro, její hmotnost je 1,8 kg. Nicméně pro vlastní řešení se nejedná o relevantní údaj, jelikož cílem návrhu je inovativní tvarové řešení vykazující kompaktnost, což hmotnost přístroje oproti stávajícím řešením zcela jistě zvýší. Gravírovačka dále podléhá normě ČSN EN 60825-1 ED.3.

3.6 Použité výrobní technologie, možný trh a cena

Konstrukce gravírovaček je převážně z hliníku nebo nerezové oceli. Tyto materiály vykazují požadující mechanické vlastnosti. Konstrukční materiály je možné řezat, ohýbat, obrábět, svářet apod. Následné povrchové úpravy mohou mechanické vlastnosti ještě vylepšit. Oblíbenou povrchovou úpravou je také lakování pro změnu barvy, či dodání lesku. Některé gravírovačky mají i krytování, pro které se používají plastové materiály. Nejvhodnější technologií pro výrobu těchto plastových dílů je vstřikování.

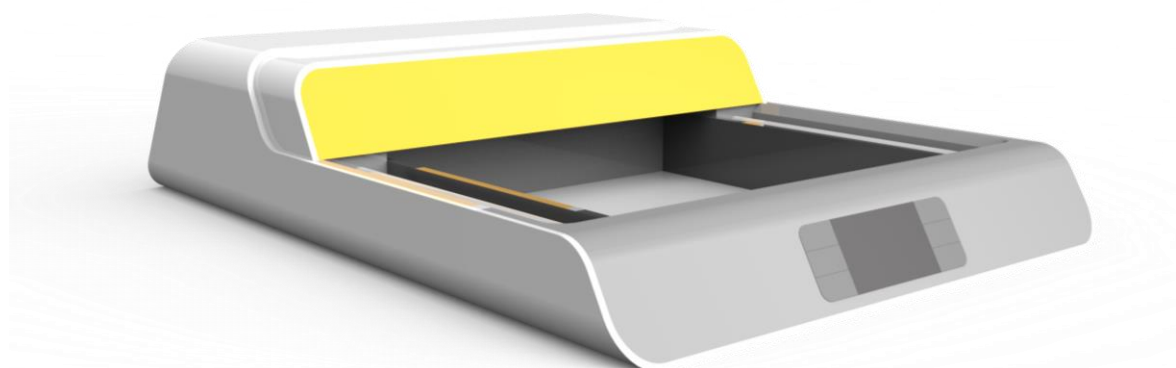
Vzhledem k sériové výrobě a vytyčeným cílům lze předpokládat cenovou relaci 20 000 až 25 000 Kč. Jedná se o vyšší cenu než u konkurenčních produktů, cílem práce je však vylepšit stávající řešení ve všech ohledech, takže cenový rozdíl by byl smazán inovativním řešením. Kromě působení na tuzemském a evropském trhu je zde i potenciál rozšířit se na další zahraniční trhy.

4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

Hlavním aspektem při vytváření variantních návrhů bylo dosažení inovativního tvarování, které by zároveň vykazovalo kompaktnost. Bylo však důležité dbát i na funkční technické řešení, jehož parametry do značné míry právě ovlivňují tvarování i samotnou velikost gravírovačky. S tvarováním úzce souvisí i bezpečnost uživatele, kde bylo cílem zajistit maximální ochranu před laserovým paprskem a také před dalšími mechanickými i elektrickými komponenty. Z pohledu ergonomie se řešilo ovládání přístroje a úchopy pro manipulaci při přemísťování.

4.1 Varianta I

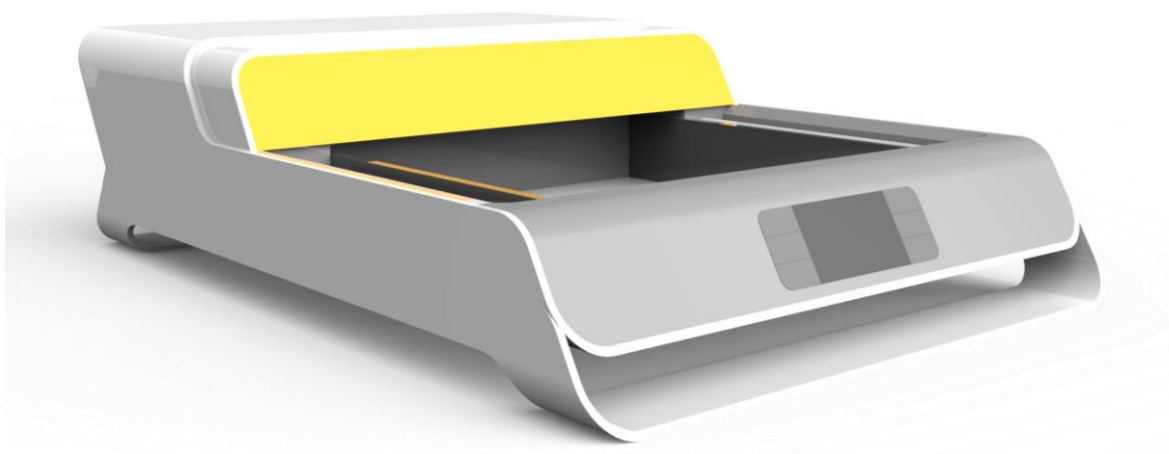
První varianta klade důraz na optickou stabilitu a ucelenost tvaru. Tělo přístroje se směrem od podstavy zužuje pod úhlem 60° a plynulé přechody navozují elegantní dojem. Vnější plášť intuitivně navádí uživatele k nejdůležitějším částem gravírky – LCD displej s ovládacími prvky, nad kterým se rozkládá pracovní plocha. Hlavním prvkem je gravírovací hlavice, jejíž čelní stěna je osazena barevným ochranným sklem. V momentě, kdy neprobíhá gravírování, hlavice zajede do samotného těla gravírovačky. Díky tomu je pracovní plocha zcela přístupná a zároveň nemůže dojít k poškození hlavice. Výškově stavitelné dno umožňuje gravírovat tlustší materiály i větší produkty. Dno je zároveň i odnímatelné, takže lze gravírovat materiály i předměty větších rozměrů, než je velikost pracovní plochy (200×200) mm.



Obr. 4-1 Varianta I.

4.2 Varianta II

Druhá varianta vychází z podobného základu jako varianta první. Její tvarování je však rozmanitější a atraktivnější. Odlehčení postavy v kombinaci s výřezem v zadní části se starají o dynamiku ve směru pohybu gravírovací hlavy, která i u této varianty taktéž zcela zajíždí do těla gravírky. I přes zmíněné odlehčení postavy působí tvar stabilně díky nohám v celé šířce produktu. Dalším benefitem tohoto řešení je možnost úchopu přístroje v těchto vybráních podstavy. Dno této varianty je opět výškově stavitelné i odnímatelné.



Obr. 4-2 Varianta II.

4.3 Varianta III

Čistě geometrické a relativně jednoduché tvarování třetí varianty je blíže ke stávajícím řešením, nicméně i přesto nabízí přiměřenou kompaktnost a stabilitu. Zajímavým prvkem, vyjma zajížděcí hlavy, je boční orientace na uživatele. Stejně jako u předchozích variant i zde je displej s ovládacími prvky pod úhlem 60 ° pro lepší interakci s uživatelem. Výhodou této varianty jsou menší rozměry i méně komponent kvůli absenci dna, což se promítá i do materiálových úspor.



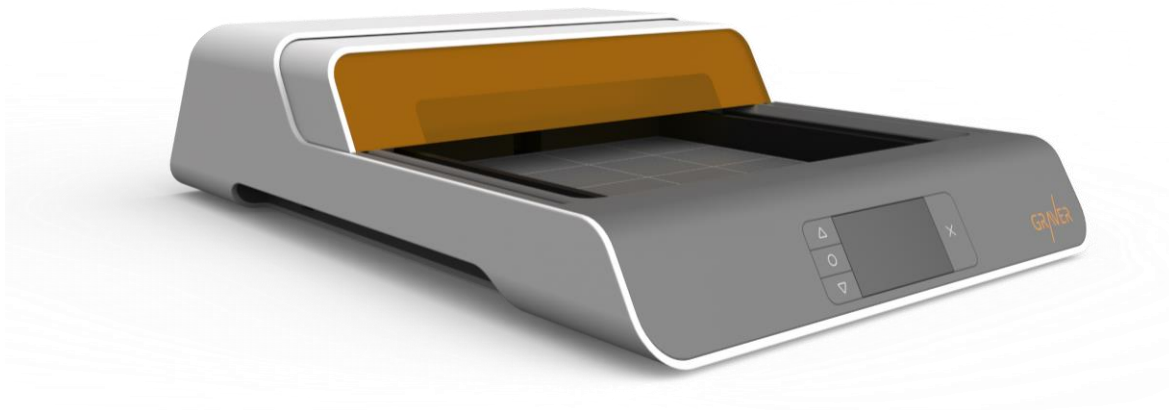
Obr. 4-3 Varianta III.

4.4 Zhodnocení variant

Pro finální tvarové řešení gravírovačky byla zvolena první varianta, která však převezme prvky druhé varianty k dosažení atraktivnějšího vzhledu. Jedná se zejména o odlehčení podstavy v podobě vybraní materiálu na bočních stranách, díky tomu bude vylepšena ergonomie při manipulaci s přístrojem. Čelní stěna pak zůstane plná pro umístění dostatečně rozměrného displeje s ovládacími prvky. Velmi důležitým prvkem pak bude stavitelné a odnímatelné dno, které umožní gravírovat i tlustší materiály a větší produkty.

5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

Výsledné tvarové řešení (Obr. 5-1), jak již bylo zmíněno, vychází z první varianty doplněné o zajímavé prvky druhé varianty. Dále byl řešen i externí ochranný kryt pro maximalizování bezpečnosti uživatele při gravírování bez dna přístroje.



Obr. 5-1 Perspektivní pohled.

Tvar gravírovačky v bočním pohledu (Obr. 5-2) vychází z pravidelného lichoběžníku, jehož rameno svírá se spodní základnou 60° . V zadní části plynule navazuje další pravidelný lichoběžník o stejné výšce, který slouží jako dokovací stanice pro gravírovací hlavici. Ta kopíruje po celé své šířce dokovací stanici a vévodí jí barevné ochranné sklo, které chrání uživatele před pohledem do laserového paprsku. Poutavým prvkem je také odebrání materiálu ve spodní části za účelem odlehčení podstavy a vylepšení ergonomie. Zároveň zde byly umístěny porty pro připojení k přístroji, které jsou tak při nepoužívání příjemně skryty (Obr. 5-3; Obr. 5-4). Čistě ostrý geometrický tvar byl pak zjemněn zaoblením vybraných hran.



Obr. 5-2 Boční pohled s různými polohami gravírovací hlavy.



Obr. 5-3 USB porty.



Obr. 5-4 Port pro SD kartu.

Na čelní straně je situován LCD displej a po jeho bocích ovládací prvky – vlevo se nachází potvrzovací tlačítko a dvojice tlačítek určených k pohybu v menu nabídce, vpravo pak stop tlačítko k zastavení všech probíhajících procesů, které je větší než zbylá tlačítka kvůli jeho důležitosti (Obr. 5-5).

Čelní stěna následně plynule přechází do pracovní plochy, po jejichž stranách jsou umístěny kolejnice a otvory pro pohyb gravírovací hlavičky. Přístroj taktéž disponuje odnímatelným dnem, které je zároveň i výškově stavitelné pomocí elektromotorů. Pro rychlé a jednoduché upevnění dna, resp. pracovní plochy, slouží magnetické pásky. Dále byla pracovní plocha vybavena pětimilimetrovou čtvercovou sítí k přesnému umístění materiálu pro gravírování.



Obr. 5-5 Displej s ovládacími prvky a pracovní plocha.

Zadní stěna přístroje, stejně tak i zadní stěna gravírovací hlavy, je tvořena lamelami v téměř celé své ploše (Obr. 5-6). Díky tomu je umožněno velmi efektivní odvádění tepla produkovaného laserem a dalšími komponenty. Své opodstatnění zde nachází i zkosení zadní stěny – v případě, že by gravírovačka byla umístěna ke zdi, zkosení stále poskytuje dostatečný prostor pro odvod teplého vzduchu. Lamely kromě svého funkčního významu jsou také hodnotným estetickým prvkem. V zadní stěně se také situován centrální překlápací spínač a port C14 pro napájecí kabel.



Obr. 5-6 Zadní stěna.

Z důvodu nedostatečné bezpečnosti uživatele při gravírování bez dna byl navrhnout externí ochranný kryt (Obr. 5-7), bez něhož řídicí jednotka přístroje nedovolí gravírovat bez dna, což je zajištěno magnetickými spínači, které jsou ukryty v těle gravírky. Kryt kopíruje tvar samotné gravírovačky, přední spodní část tvoří oblý přechod, který reflektuje zaoblení hrany nad displejem. V tomto rádiusu se nachází vybrání materiálu pro snadnější úchop krytu, ve spodní části pak magnety pro snímání, zda je ochranný kryt nasazen.



Obr. 5-7 Perspektivní pohled s externím ochranným krytem.

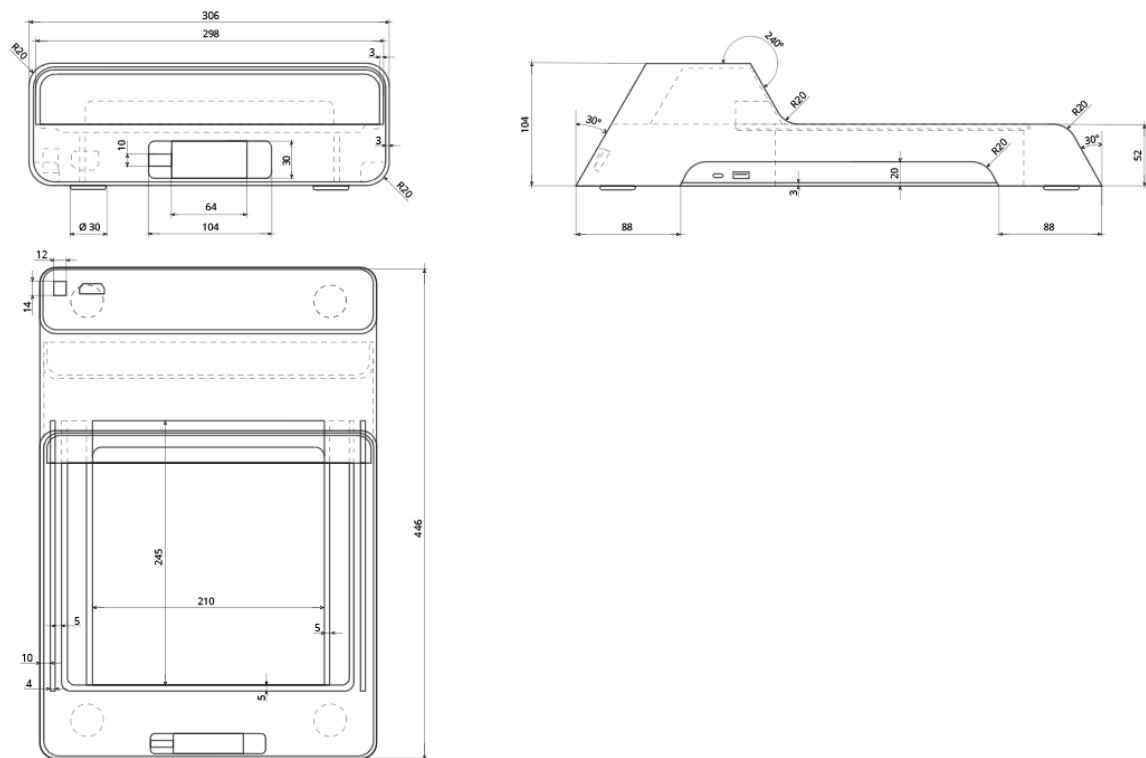
6 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

6.1 Popis

Tvarové i rozměrové řešení je odvozeno od velikosti pracovní plochy a dále od rozměrů vnitřních komponent. Jsou kladeny vysoké nároky na přesnost konstrukce a dlouhou životnost, která je u vlastního řešení rozvinuta krytováním mechanických a elektrických částí. Z pohledu uživatele je velmi důležitá bezpečnost, jelikož hrozí popálení kůže laserem, či ztráta zraku nebo jeho vážné a trvalé poškození při pohledu do laserového paprsku. Nebezpečné také mohou být zrcadlové a difuzní odrazy, z těchto důvodů je potřeba zvolit vhodné materiály a jejich povrchové úpravy. Zde byla zohledněna i údržba a udržitelnost přístroje. Důraz byl kladen také na ergonomii, jelikož u stávajících produktů nebyla téměř vůbec řešena. Cílem bylo, aby ovládání i manipulace s přístrojem byla co nejjednodušší a nejpohodlnější.

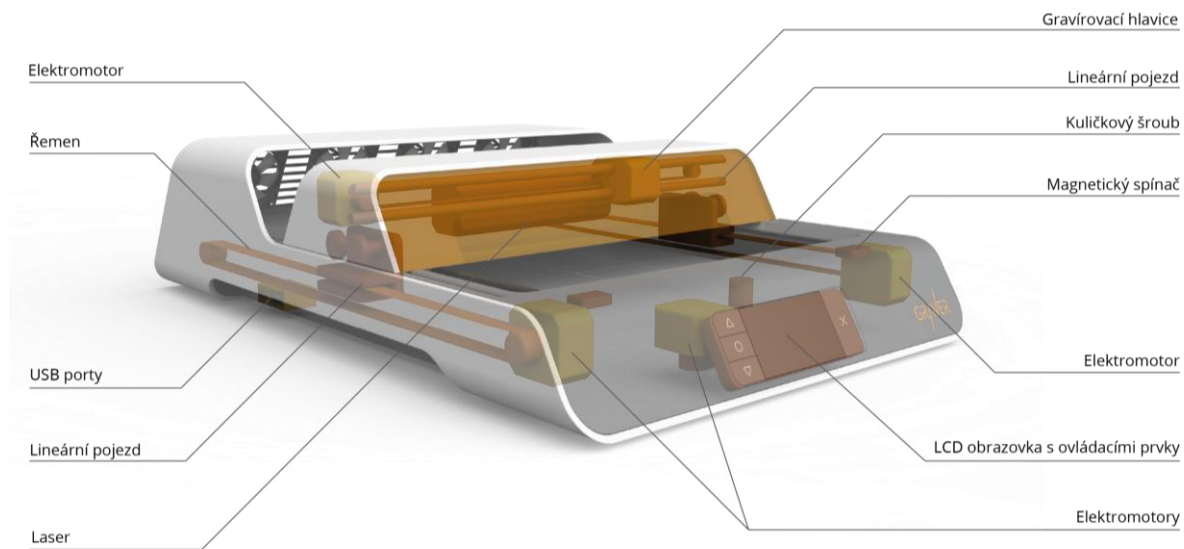
6.2 Rozměrové řešení

Jak již bylo zmíněno, rozměry přístroje jsou přímo úměrné velikosti pracovní plochy, která u vlastního řešení činí (200 × 200) mm. Celkové rozměry gravírovačky jsou (446 × 306 × 104) mm, jedná se tedy o velmi podobné rozměrové řešení jako u referenční gravírky Creality CV-01 Pro Engraving Machine (viz kap. 2.1.1), jež disponuje gravírovací plochou o velikosti (170 × 200) mm při celkových rozměrech (416 × 363 × 138) mm.

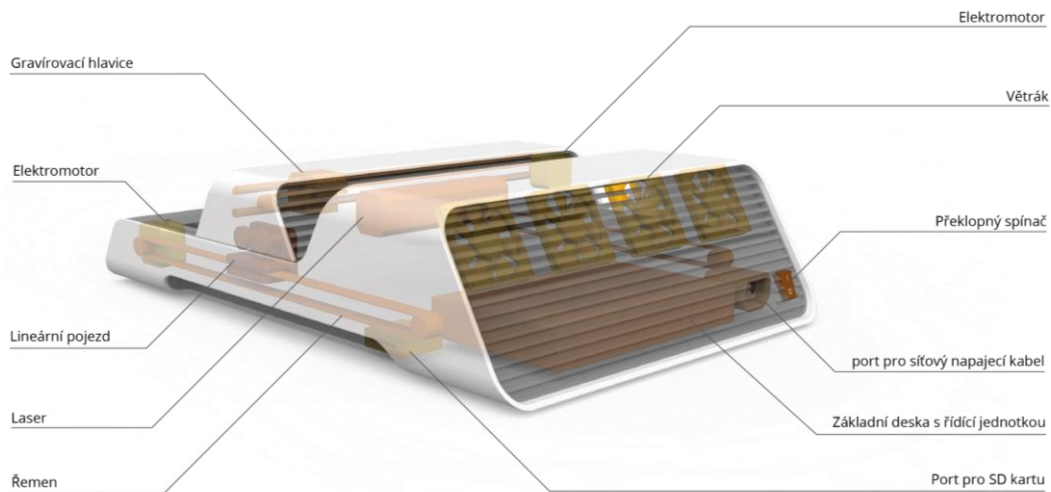


Obr. 6-1 Rozměrové řešení (M 1:4).

6.3 Vnitřní mechanismy a komponenty



Obr. 6-2 Vnitřní komponenty, přední pohled.



Obr. 6-3 Vnitřní komponenty, zadní pohled

6.4 Materiálové řešení

Vnější plášť přístroje je vyroben z eloxovaného hliníkového plechu o tloušťce 3 mm. Na krytování a lamely odvětrávací části byl použit velmi rozšířený ABS plast s matným povrchem, který je odolný vůči mechanickému a chemickému poškození a stejně tak i vůči nízkým a vysokým teplotám [21]. Pro vnitřní konstrukci pak byla zvolena nerezová ocel s matnou povrchovou úpravou, která má velmi příznivé mechanické vlastnosti (pevnost, odolnost proti korozi, otěru aj.), ale také je recyklovatelná [22]. Ochranné štíty jsou zhotoveny z polykarbonátu s filtrem proti laserovému paprsku. Polykarbonát se vyznačuje svojí odolností, dlouhou životností a dobře si udržuje optické vlastnosti [23].

6.5 Technologie

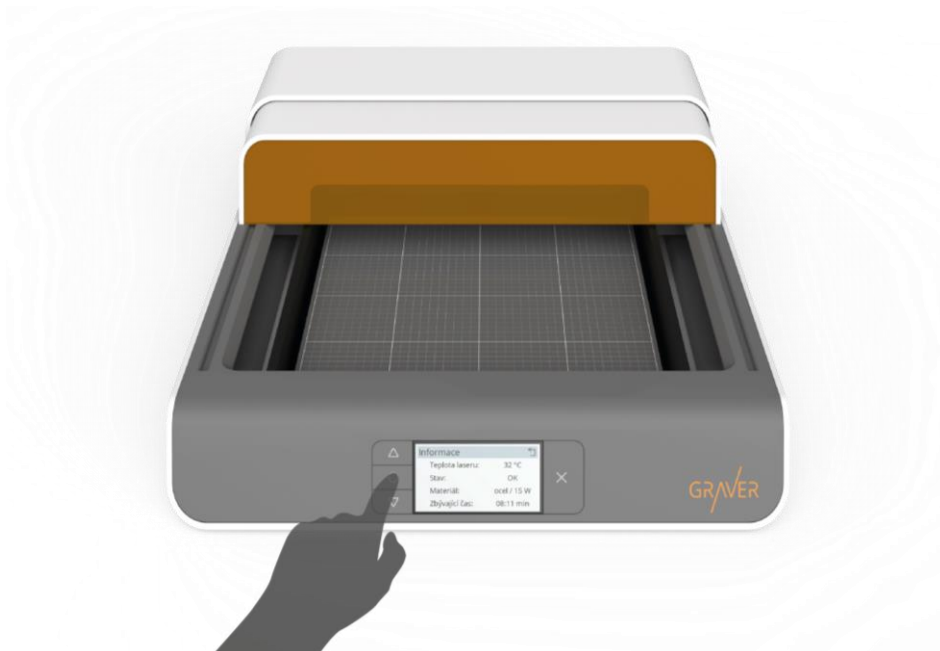
Vnější plášť je vyroben ze dvou ohýbaných hliníkových lechů, které jsou svařeny k sobě. Následně proběhlo eloxování hliníku. Jedná se elektrochemický proces, kdy se hliníkový díl ponoří do zředěné kyseliny sírové. Na povrchu hliníku vznikne rovnoměrná vrstva oxidu hliníku, která chrání před korozi. Tento proces také zvýší tvrdost hliníku a dodá vzhledu stříbrný jemný mat. V případě všech plastových dílů byla využita technologie vstřikování. Požadované tvary plechových dílů (hliníkových i ocelových) pak byly získány laserovým řezáním. [24]

6.6 Ergonomie

Z pohledu ergonomie byl řešen vztah mezi ovladači a sdělovači a zároveň jednoduchost ovládání přístroje. Obrazovka se nachází co nejbližže uživateli a je pod úhlem 60 ° za účelem vylepšení zorného pole. Do zadní stěny byl zvolen překlopný spínač z důvodu snadné orientace po hmatu a také kvůli zpětné vazbě, což je při centrálním vypínači žádoucí. Ergonomicky přívětivé je taktéž odlehčení podstavy, které zároveň slouží jako místo pro úchop při manipulaci se zařízením.



Obr. 6-4 Ergonomie, překlopný spínač.



Obr. 6-5 Ergonomie, ovládací prvky.

6.7 Bezpečnost a hygiena

Maximální bezpečnost uživatele byla jedním z primárních cílů. Ochranné štíty zabraňují pohledu do laserového paprsku a matné povrchové úpravy eliminují jeho zrcadlové a difuzní odrazy. Krytování mechanických a elektrických částí taktéž snižuje potenciální riziko úrazu. Hygiena, resp. údržba přístroje je důležitá. Pravidelný servis je potřeba k bezproblémovému chodu a k dlouhodobé životnosti přístroje.

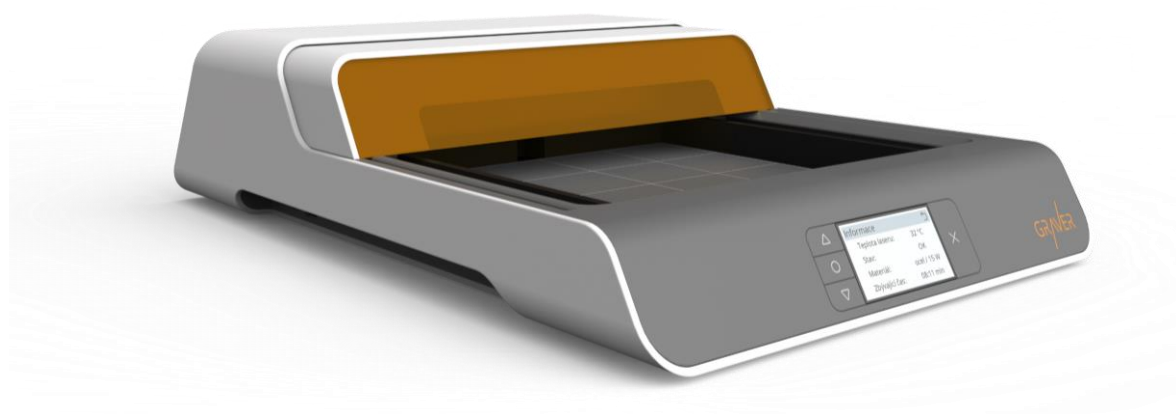
6.8 Udržitelnost

Materiály a jejich povrchové úpravy zaručují dlouhodobou životnost. Ač se v poslední době začíná upouštět od plastů, jeho výhody jsou pro vlastní řešení převažující. Použité materiály jsou téměř zcela recyklovatelné, případně lze jejich drť přimíchat do recyklátů, což je případ právě plastu ABS, nejedná se tedy o odpad na konci životního cyklu výrobku.

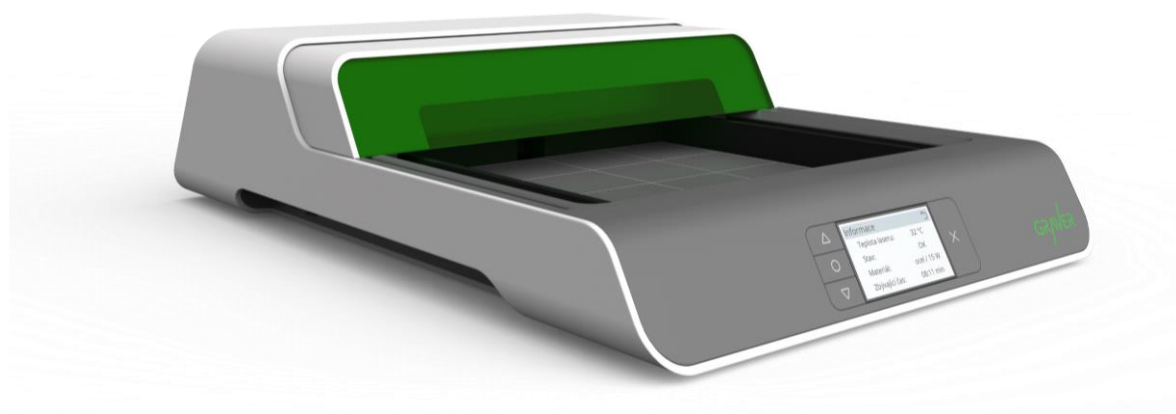
7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

7.1 Barevné řešení

Neutrální zbarvení přístroje bylo obohaceno o poutavé barevné ochranné sklo ve dvou provedeních – oranžové a zelené. Výraznější barevnost uživateli napovídá, že se zde něco odehrává a měl by tedy svou pozornost soustředit k těmto komponentám. Vnějšímu hliníkovému plášti dodává vzhled stříbrného jemného matu jeho povrchová úprava eloxováním. Krytování včetně větracích lamel z ABS plastu v tmavě šedém matném provedení dodává spolu s hliníkovým pláštěm elegantní a moderní vzhled. Konkrétními odstíny byly zvoleny: tmavě šedá RAL 9022, oranžová RAL 1017, zelená RAL 6018.



Obr. 7-1 Barevné řešení RAL 1017.



Obr. 7-2 Barevné řešení RAL 6018.



Obr. 7-3 Barevné řešení, odstíny RAL.

7.2 Grafické řešení

7.2.1 Logotyp

Pro gravírovačku byl zvolen název GRAVER. což v překladu z angličtiny znamená rytecké dláto, či rytec. Název tedy odkazuje na ruční metodu gravírování a odpovídá funkci přístroje. Název je taktéž snadno zapamatovatelný, jelikož obsahuje výraznou část slova gravírovat, v angličtině pak engraving.

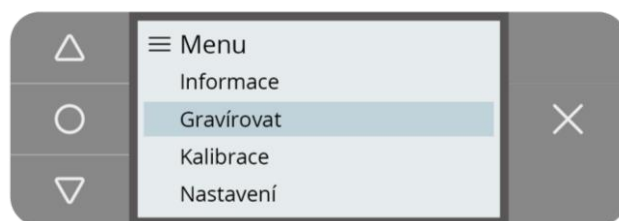
Logotyp pracuje se skrytým významem v písmenech A a V – jedná se o paprsek laseru, který se uvnitř přístroje odráží v optické soustavě. Díky této dvojici písmen, jejíž tahy jsou protažené nad základní výšku písmen, působí logotyp velmi dynamicky a moderně. Tento efekt umocňuje následné vynechání některých horizontálních i vertikálních tahů v písmenech R a A. Pro logotyp byl použit font Open Sans ve verzálcích, který se pak nachází i v grafickém rozhraní obrazovky. Logotyp se nachází na čelní straně přístroje v pravém spodním rohu a jeho barva odpovídá příslušné barevné variantě, tedy oranžová RAL 1017 a zelená RAL 6018.



Obr. 7-4 Logotyp v odstínech RAL.

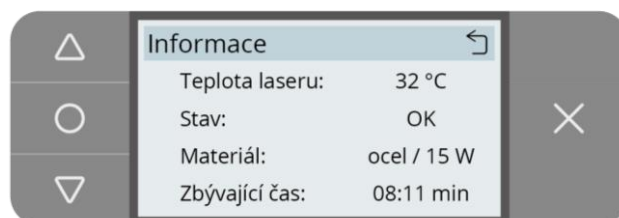
7.2.2 Rozhraní obrazovky

Grafické rozhraní obrazovky bylo navrženo co nejjednodušší pro snadnou orientaci uživatele. V hlavní nabídce se nachází čtyři možnosti – informace, gravírovat, kalibrace a nastavení. Předvolená možnost se od ostatních liší tmavší barvou pozadí. Pro potvrzení volby je potřeba zmáčknout tlačítko s ikonou kolečka a pro pohyb v nabídce mezi možnostmi slouží horní a spodní tlačítko s ikonami šipek nalevo od displeje. V případě, že se chce uživatel vrátit do hlavní nabídky, tak opět zmáčkne potvrzovací tlačítko, jak již napovídá ikonka v pravém horním rohu obrazovky. Tlačítko napravo je pak určeno ke zrušení všech funkcí a pokynů přístroje, obsahuje tedy ikonu křížku.

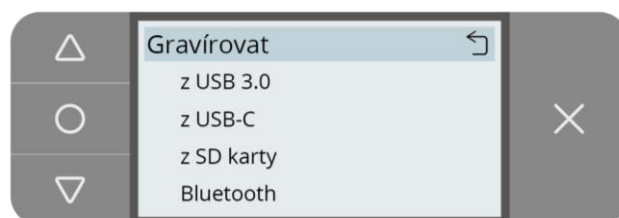


Obr. 7-5 Grafické rozhraní obrazovky – hlavní nabídka.

Nejpoužívanější možnosti nabídky jsou bezesporu možnosti informace a gravírovat. Informace nabízí údaje o stavu gravírovačky, teplotě laseru, zvolený materiál pro gravírování s odpovídajícím výkonem laseru a také zbývající čas do vyhotovení gravury. V možnosti gravírovat uživatel volí způsob přenosu dat a zahajuje gravírování.



Obr. 7-6 Grafické rozhraní obrazovky – informace o stavu.



Obr. 7-7 Grafické rozhraní obrazovky – možnosti přenosu dat ke gravírování.

8 DISKUZE

8.1 Psychologická funkce

Cílem práce bylo navrhnout gravírovačku s inovativním tvarováním, které bude vykazovat kompaktnost. Stávající řešení působila opticky nestabilně a křehce. Díky důmyslnému krytování ze dvou různých materiálů, které je zároveň i funkční, bylo dosaženo kompaktního a stabilního tvaru. Linie přístroje působí dynamicky a plynulé oblé přechody dodávají tvaru jemnost. I přes rozšiřující se tělo gravírovačky směrem k podstavě nepůsobí tvar těžkopádně díky vybrání materiálu v podstavě. Barevné spojení eloxovaného hliníku a tmavě šedého plastového krytování v matných úpravách navozuje elegantní dojem. Neutrální zbarvení pak rozbíjí barevné ochranné sklo ve dvou provedeních, oranžové a zelené, které upoutává pozornost uživatele a tím dává najevo, že se zde odehrává pohyb a samotné gravírování. Kromě samotného tvaru přidává na modernosti také dynamické logo. Důležitým prvkem designu je i orientace na uživatele, a to jak optická, tak i z hlediska bezpečnosti a ergonomie, což spotřebitel jistě ocení.

8.2 Sociální funkce

Produkt má své uplatnění v hobby sféře, ale i v podnikatelském sektoru, zejména u reklamních společností. Vyniká zlepšením pracovních podmínek v podobě nadstandardní bezpečnosti. Antropocentrický přístup navrhování designu je nepochybně hodnotným prvkem řešení oproti stávajícím produktům se spíše mechanocentrickým přístupem. Pro společnost je také přínosné, že přístroj rozvíjí kreativitu a zájem o techniku.

8.3 Ekonomická funkce

Cena gravírovačky je ovlivněná především použitými materiály, výkonem laseru, rozměrem pracovní plochy a rozvinutím bezpečnosti. Cena vlastního řešení se předpokládá v rozmezí 20 000 až 25 000 Kč, tedy poměrně výrazně převyšuje standardní cenovou relaci. Ovšem stále se ještě jedná o akceptovatelnou cenu pro zvolenou cílovou skupinu. Produkt bude velmi vyhledávaný pro své inovativní tvarování, bezpečnost a ergonomické řešení, které na trhu nenabízí téměř žádný výrobce. Důležitým aspektem pro spotřebitele bude i rozměrná gravírovací plocha a výkon laseru umožňující gravírování do kovu, což je v porovnání s konkurencí rozhodující výhoda. Předpokládá se sériová výroba a působení na tuzemském i evropském trhu s potenciálem rozšířit se na další zahraniční trhy.

9 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout koncepční design stolní laserové gravírovačky s inovativním a funkčním tvarováním, které vykazuje přiměřenou kompaktnost. Zvláštní pozornost byla věnována také ergonomickému řešení a provozní bezpečnosti.

Samotnému navrhování vlastního řešení předcházelo studium, procesu gravírování laserovou technologií s cílem identifikace problematických oblastí. Důležitou částí vývoje koncepčního designu byla kritická rešerše konkurenčních řešení na trhu a také analýza technických parametrů a možností. Velká část stávajících produktů má nedostatečný výkon laseru pro gravírování do kovových materiálů. Dalším neuspokojivým parametrem je malá velikost pracovní plochy. Tvarové řešení gravírek je zcela podřízeno funkci, postrádá kompaktnost a tvarosloví není jednotné. Bezpečnost uživatele je taktéž jedním z úskalí existujících produktů, stejně jako téměř neřešená ergonomie. Výsledkem této analýzy problému bylo sestavení cílů práce.

Výsledný návrh působí kompaktně díky důmyslnému řešení zajížděcí gravírovací hlavičky a krytování mechanických i elektrických komponent. Krytování skládající se z hliníkového vnějšího pláště a tmavě šedého plastového krytu udávají tvarosloví celého produktu. Elegantním řešením odlehčení podstavy bylo vybrání materiálu po delších bocích přístroje, tyto vyhloubení následně slouží k úchopu při manipulaci a zároveň jsou v tomto místě ukryty i SD a USB porty pro přenos dat.

V čelní stěně se nachází LCD obrazovka s ovládacími prvky. Zde byla především řešena ergonomie. Displej je umístěn pod úhlem 60 ° za účelem vylepšení zorného pole uživatele. Počet tlačítek byl zredukován na co nejmenší počet z důvodu jednoduchosti obsluhy, a i rozhraní obrazovky je navrženo maximálně intuitivně pro snadnou obsluhu.

Velký důraz byl kladen na bezpečnost uživatele před paprskem laseru, který může způsobit vážné a trvalé poškození zraku či popálení kůže. Použité bylo velkorysé ochranné sklo, které zároveň příjemně osvěžuje jinak neutrální zbarvení. V případě gravírování bez dna je nutné nasadit extérní kryt pro dokonalou bezpečnost. Riziko úrazu či poškození přístroje mohlo také nastat u stávajících řešení kvůli odhaleným mechanickým i elektrickým komponentám. Řešením tohoto problému je výše zmíněné krytování, které tak kromě estetické stránky má i podstatnou funkční hodnotu.

Použité materiály a jejich povrchové úpravy byly zvoleny tak, aby byly odolné vůči mechanickému opotřebení a měly dlouhou životnost. Dále také matné úpravy eliminují odraz paprsku laseru a jeho difusních obrazů.

Hlavním přínosem této stolní laserové gravírovačky je nadčasový design s kompaktním tvarováním. Vlastní řešení je také rozdílné od stávajících řešení díky rozvinuté bezpečnosti a orientaci na uživatele. Ergonomické řešení je na velmi vysoké úrovni, ať už se jedná o komfortní manipulaci či jednoduché ovládání. Nebyly provedeny žádné ústupky v technickém řešení přístroje, gravírovačka je tak schopna gravírovat i do kovových materiálů na rozměrné pracovní ploše.

Gravírovačka je navržena v souladu s funkčními i ergonomickými parametry a bylo dosaženo moderního a elegantního vzhledu, čímž se přístroj odlišuje od konkurenčních produktů a tím může oslovit spotřebitele na trhu.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] CV-01 Pro Engraving Machine. In: *Creality* [online]. [cit. 2022-02-21]. Dostupné z: <https://www.creality.com/goods-detail/creality-cv-01-pro-engraving-machine>
- [2] Vigotec 20000 mW. In: *Fotověci* [online]. 2022 [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: <https://www.fotoveci.cz/gravirky/vigo-tec-cnc-gravirka-laserovy-gravirovaci-stroj-plotr-20000-mw/>
- [3] Wainlux CNC L. In: *Fotověci* [online]. 2022 [cit. 2022-02-21]. Dostupné z: <https://www.fotoveci.cz/gravirky/wainlux-l-gravirka-laserovy-gravirovaci-stroj-plotr/>
- [4] Laser Engraving Machine TT-5.5S. In: *Two Trees* [online]. 2022 [cit. 2022-02-21]. Dostupné z: <https://twotrees3d.com/laser-engraving-machine/>
- [5] TwoTrees Compressed Laser Engraver TT-5.5S. In: *Two Trees* [online]. 2022 [cit. 2022-02-21]. Dostupné z: <https://www.twotrees3dofficial.com/products/two-trees-totems-laser-engraving-machine-lks-motherboard-40w>
- [6] K6 laser engraving machine. In: *Wainlux* [online]. 2022 [cit. 2022-02-22]. Dostupné z: <https://www.wainlux.com/pages/111>
- [7] Neje KZ USB Laser Engraver. In: *Neje.Shop* [online]. 2022 [cit. 2022-02-22]. Dostupné z: <https://neje.shop/collections/all-products/products/upgrade-neje-kz-10w-450nm-professional-automatic-diy-dektop-mini-cnc-laser-engraver-printer-handicraft-wood-burning-tools>
- [8] Introducing the Optic Portable Laser Cutter. In: *Rendyr* [online]. 2022 [cit. 2022-02-22]. Dostupné z: <https://launch.rendyr.com/>
- [9] Optic - The Portable Laser Cutter. In: *Kickstarter* [online]. 2022 [cit. 2022-02-22]. Dostupné z: <https://www.kickstarter.com/projects/rendyr/optic-the-portable-laser-cutter?ref=c9tv95>
- [10] MCNULTY-KOWAL, Shawn. *This foldable, portable laser-engraver lets you customize practically anything!* [online]. [cit. 2022-02-22]. Dostupné z: <https://www.yankodesign.com/2021/08/31/this-foldable-portable-laser-engraver-lets-you-customize-practically-anything/>

- [11] Co je gravírování laserem?. In: *TRUMPF* [online]. 2022 [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: https://www.trumpf.com/cs_CZ/reseni/pouziti/laserove-oznacovani/gravirovani-laserem/
- [12] Pohled do zákulisí: jak funguje laserové gravírování. In: *Liftec* [online]. 2022 [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: <https://www.liftec.cz/gravirovani-laserove-gravirovani/>
- [13] Jak probíhá výrobní proces laserového gravírování?. In: *TRUMPF* [online]. 2022 [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: https://www.trumpf.com/cs_CZ/reseni/pouziti/laserove-oznacovani/gravirovani-laserem/
- [14] Jak vybrat správnou laser CNC gravírku?. In: *Fotověci* [online]. 2022 [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: <https://www.fotoveci.cz/blog/cnc-gravirka/>
- [15] Universal Laser VLS60. In: *Brandon Klevence* [online]. 2021 [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: <https://bklevence.github.io/tools/laser-uls60/>
- [16] *NIF's Guide to How Lasers Work* [online]. In: . [cit. 2022-03-22]. Dostupné z: <https://lasers.llnl.gov/education/how-lasers-work>
- [17] *Bezpečnost práce s laserovými zařízeními* [online]. In: . [cit. 2022-03-22]. Dostupné z: https://idoc.vsb.cz/xwiki/wiki/infra/download/smernice/WebHome/Provozni_rad_la_sery.pdf
- [18] Optická soustava, optické zobrazení. In: *ELUC* [online]. [cit. 2022-03-22]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1703>
- [19] Laser Cutting. In: *Tri-State Fabricators* [online]. [cit. 2022-03-22]. Dostupné z: <https://tristatefabricators.com/laser-cutting/>
- [20] Lineární pohony. In: *Linak* [online]. 2022 [cit. 2022-03-22]. Dostupné z: <https://www.linak.cz/produkty/line%C3%A1rn%C3%AD-pohony/>
- [21] ABS – Akrylonitrilbutadienstyren. In: *Koplast* [online]. 2016 [cit. 2022-05-16]. Dostupné z: <https://www.koplast.cz/abs/>
- [22] Nerezová ocel a její životní cyklus, recyklovatelnost a hygienické vlastnosti. In: *Fasteners* [online]. 2022 [cit. 2022-05-16]. Dostupné z: <https://www.fasteners-cz.cz/nerezova-ocel-jeji-zivotni-cyklus-recyklovatelnost-hygienicke-vlastnosti>

- [23] Polykarbonátové desky. In: *Multiplast* [online]. 2022 [cit. 2022-05-16]. Dostupné z: <https://www.multiplast.cz/eshop/polykarbonatove-desky-15>
- [24] Eloxování a moření hliníku. In: *Galvena* [online]. 2022 [cit. 2022-05-16]. Dostupné z: <https://www.galvena.cz/eloxovani-a-moreni-hliniku>

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

°	stupeň
° C	stupeň Celsia
ABS	akrylonitrilbutadienstyren
g	gram
Kč	koruna česká
kg	kilogram
LCD	liquid crystal display
min	minuta
mm	milimetr
SD	secure digital
USB	universal serial bus
W	Watt, jednotka výkonu

12 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 2-1	Creality CV-01 Pro Engraving Machine [1].	15
Obr. 2-2	Creality CV-01 Pro Engraving Machine – detailní pohled [1].	15
Obr. 2-3	Vigotec VG-L7 [2].	16
Obr. 2-4	Wainlux L1 [3].	17
Obr. 2-5	Twotrees Compressed Laser Engraver TT-5.5S [4].	18
Obr. 2-6	Wainlux K6 laser engraving machine [6].	19
Obr. 2-7	NEJE KZ USB Laser Engraver [7].	20
Obr. 2-8	Rendyr Optic Portable Laser Cutter [9].	21
Obr. 2-9	Rendyr Optic Portable Laser Cutter – složený stav [8].	21
Obr. 2-10	RA Laser Z3 [10].	22
Obr. 2-11	RA Laser Z3 – složený stav [10].	22
Obr. 2-12	Proces gravírování [13].	23
Obr. 2-13	Komponenty laserové gravírovačky [15].	25
Obr. 2-14	Gravírovací hlavice [19].	26
Obr. 4-1	Varianta I.	30
Obr. 4-2	Varianta II.	31
Obr. 4-3	Varianta III.	32
Obr. 5-1	Perspektivní pohled.	33
Obr. 5-2	Boční pohled s různými polohami gravírovací hlavice.	33
Obr. 5-3	USB porty.	34
Obr. 5-4	Port pro SD kartu.	34
Obr. 5-5	Displej s ovládacími prvky a pracovní plocha.	35
Obr. 5-6	Zadní stěna.	35
Obr. 5-7	Perspektivní pohled s exténním ochranným krytem.	36
Obr. 6-1	Rozměrové řešení (M 1:4).	38
Obr. 6-2	Vnitřní komponenty, přední pohled.	38
Obr. 6-3	Vnitřní komponenty, zadní pohled.	39
Obr. 6-4	Ergonomie, překlopný spínač.	40

Obr. 6-5	Ergonomie, ovládací prvky.....	40
Obr. 7-1	Barevné řešení RAL 1017.	42
Obr. 7-2	Barevné řešení RAL 6018.	42
Obr. 7-3	Barevné řešení, odstíny RAL.	43
Obr. 7-4	Logotyp v odstínech RAL.	43
Obr. 7-5	Grafické rozhraní obrazovky – hlavní nabídka.....	44
Obr. 7-6	Grafické rozhraní obrazovky – informace o stavu.	44
Obr. 7-7	Grafické rozhraní obrazovky – možnosti přenosu dat ke gravírování.....	44

13 SEZNAM TABULEK

Tab. 13-1	Přehled materiálů pro gravírování dle výkonu laseru [14].....	24
-----------	---	----

14 SEZNAM PŘÍLOH

zmenšený poster (A4)

sumarizační poster (A1)

