

# Kosmetické přístroje využívající laserové zařízení

Aneta Račlová

---

Bakalářská práce  
2021



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Akademický rok: 2020/2021

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Aneta Radová**  
Osobní číslo: **T18150**  
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie výroby tuků, kosmetiky a detergentů**  
Forma studia: **Prezenční**  
Téma práce: **Kosmetické přístroje využívající laserové záření**

### **Zásady pro vypracování**

#### **I. Teoretická část**

1. Vypracujte literární rešerši na zadané téma.

#### **II. Praktická část**

1. Navrhněte průběh experimentu pro přístrojovou epilaci a rejuvencii pomocí přístrojového ošetření.
2. Provedte experiment ve spolupráci se skupinou probandů.
3. Vyhodnoťte získané výsledky.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

**Seznam doporučené literatury:**

- [1] HONEYBROOK, Adam, CROSSING, Tascha, BERNSTEIN, Eric, BLOOM, Jason, WOODWARD, Julie. Long-term outcome of a patient with paradoxical hypertrichosis after laser epilation. *Journal of Cosmetic & Laser Therapy*. 2018, Vol. 20 Issue 3, p179-183. ISSN: 1476-4172.
- [2] ROYO, Josefina, URDIALES, Fernando, MORENO, Javier, AL-ZAROUNI, Marwan, CORNEJO, Paloma, TRELLES, Mario A. Six-month follow-up multicentre prospective study of 368 patients, photo types III to V, on epilation efficacy using an 810-nm diode laser at low fluency. *Lasers in Medical Science*. 2011, Vol. 26 Issue 2, p247-255. ISSN: 1435-604X.
- [3] URDIALES-GALVEZ, Fernando, TRELLES, Mario, MARTIN-SANCHEZ, Sandra, MAIZ-JIMENEZ, Monica. Face and neck rejuvenation using an improved non-ablative fractional high power 1064-nm Q-switched Nd:YAG Laser: clinical results in 16 women. *Journal of Cosmetic & Laser Therapy*. Vol. 22, Issue 2, p70-76. DOI: 10.1080/14764172.2020.1726962.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Martina Černeková, Ph.D.**  
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Datum zadání bakalářské práce: **2. ledna 2021**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **21. května 2021**

L.S.

---

**prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.**  
děkan

---

**doc. Ing. Marián Lehocký, Ph.D.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 20. února 2021

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užit své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### Prohlašuji,

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

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Tato práce se zabývá kosmetickými přístroji využívající laserové záření. Cílem práce bylo zjistit informace o laseru, laserové epilaci a jejich účincích. Je zde popsáno složení, princip laseru, působení laserového záření na tkáň a využití laseru v různých odvětvích. Součástí této práce je experimentální část, která se zabývá výzkumem laserů na trhu v České republice a účinností laserové epilace v oblasti podpaží.

Klíčová slova: laser, laserová epilace, laserové záření

## **ABSTRACT**

This thesis is focused on cosmetics devices using laser radiation. The aim of this thesis is to collect information about laser, laser hair removal and their effects. There is described structure, laser principle, laser interaction with tissue and use of laser in various industries. Part of this thesis is experimental part which focus on laser research on the market in the Czech Republic and the effectiveness of laser hair removal in the armpit area.

Keywords: laser, laser hair removal, laser radiation

Poděkování patří především vedoucí mé bakalářské práce Ing. Martině Černkové, Ph.D. za trpělivost, rady a připomínky, které mi s ochotou poskytla. Dále bych chtěla poděkovat všem probandům, kteří se experimentu zúčastnili. Poděkování patří také mým rodičům, přátelům a příteli Davidovi, kteří mě podporovali po celou dobu studia a byli mi velkou motivací.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>9</b>
<b>1 LASER</b> .....	<b>10</b>
1.1 HISTORIE LASERŮ .....	10
1.2 LASERY V 21.STOLETÍ .....	11
1.3 FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI LASERU .....	11
1.4 SLOŽENÍ LASERU .....	11
1.5 PRINCIP LASERU .....	12
1.6 DĚLENÍ LASERŮ DLE AKTIVNÍHO PROSTŘEDÍ .....	13
1.6.1 Pevnolátkové lasery .....	13
1.6.2 Polovodičové lasery .....	13
1.6.3 Plynové lasery .....	13
1.7 ZÁSADY BEZPEČNOSTI PRÁCE S LASEREM .....	14
1.7.1 Zařazení laserů do bezpečnostních tříd .....	14
1.8 PŮSOBENÍ LASERU NA TKÁŇ .....	15
1.9 VYUŽITÍ LASERU .....	17
1.9.1 Lasery a jejich využití v kosmetice .....	17
1.9.2 Lasery a jejich využití v medicíně .....	18
1.9.3 Lasery a jejich využití v estetické chirurgii .....	18
1.10 LASEROVÁ EPILACE.....	19
1.10.1 Historie objevu laserové epilace .....	20
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>22</b>
<b>2 LASEROVÁ EPILACE</b> .....	<b>23</b>
2.1 VYUŽITÍ KOSMETICKÝCH LASEROVÝCH PŘÍSTROJŮ V ČESKÉ REPUBLICE .....	23
2.2 EXPERIMENT .....	27
2.2.1 Popis experimentu .....	27
2.2.2 Popis přístroje.....	28
2.2.3 Popis probandů.....	30
2.2.4 Popis výsledků .....	32
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>37</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>38</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>42</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>43</b>
<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>44</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>45</b>

## ÚVOD

Laser nachází své využití v různých odvětvích od astronomie až po medicínu. Laserové záření je zdroj koherentního, monochromatického světla. Selektivní adsorpce je zásadní u většiny laserových ošetření, které působí specifickou vlnovou délkou v určitém místě. Výběrem vlnové délky je možné zaměřit laserový paprsek přímo na specifickou strukturu a nechat okolní tkáň bez poškození.

V kosmetice nacházejí lasery široké uplatnění. Používají se na redukci vrásek, k odstranění pigmentových skvrn, k odstranění nežádoucího ochlupení, k zlepšení stavu jizev. Tato práce se v experimentální části zabývá laserovou epilací přístrojem Fibra DFA od firmy The Baldan Group. Laserová epilace je v současné době velmi oblíbeným kosmetickým ošetřením, jelikož nežádoucí ochlupení způsobuje to, že jedinci se můžou cítit psychicky a fyzicky neatraktivní. Laserová epilace se řadí mezi permanentní redukce nežádoucího ochlupení. Funguje na principu selektivní fototermolýzy, kdy dochází k zasažení pigmentu ve vlasové cibulce v růstové fázi.

Přístroj Fibra DFA je na fakultě technologické úplně novým zařízením, a proto se bude sledovat jeho účinnost a metodika postupu práce.



## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 LASER

Termín laser byl vytvořen americkým fyzikem Gordonem Gouldmanem, jako zkratka pro „Light Amplification by Stimulated Emmission of Radiation“, v překladu do českého jazyka to znamená zesilování světla stimulovanou emisí záření. [1,2] Laser je tedy zdroj koherentního, vysoce směřovaného světelného paprsku. [3] Cílovými orgány laseru jsou oko a kůže. [4] Důležité je porozumění nomenklatuře a základní fyzice spojené s elektromagnetickým zářením. Prostřednictvím svého selektivního cílení na chromofory kůže se staly lasery preferovanou léčbou mnoha kožních stavů (jizvy po akné, vaskulární malformace). [5]

### 1.1 Historie laserů

Historie laserů se ze začátku rozbíhala velice pomalu. První zmínky o laserech jsou datovány na počátek 20.století, kdy Niels Bohr poskytl důležité základy pro kvantovou fyziku. Domníval se, že atomy existují ve svých klidových stavech, kde nevyzařují energii a při přechodu do excitovaného stavu vyzařují energii v kvantech. Na základě Bohrovi teorie Albert Einstein publikoval v roce 1917 kvantovou teorii, která byla teoretickým základem pro laserové světlo. [1] Také se domníval, že existuje děj tzv. stimulovaná emise, při které dochází k zesilování světla. [6] V roce 1952 byla popsána teorie zařízení, které pracuje na stejném principu jako laser. Tuto teorii uskutečnili v roce 1953 fyzici Charles Hard Townes a Gordon Gould, kteří sestavili zařízení, co vytvářelo koherentní mikrovlnou energii pomocí plynného amoniaku. Toto zařízení se nazývalo Maser, jehož funkcí bylo zesilovat a generovat mikrovlnné – koherentní elektromagnetické záření na základě stimulované emise. Zařízení Maser bylo předchůdcem laserů, a je využívané dodnes. Za tento přístroj byla udělena Nobelova cena. Vědci Arthur Leonard Schawlow a Charles Hard Townes jako první uvedli skutečný popis laseru v roce 1958. [7] První skutečný laser vytvořil Theodore Harold Maiman v roce 1959. Energie mikrovlnného záření byla zesílena rubínovým krystalem na paprsek červeného světla pohybující se ve fázi při vlnové délce 694 nm. Díky použití rubínového krystalu dostal laser název rubínový. Byl chlazený vodou. Doktor Leon Goldman byl prvním lékařem, který využil vlastností rubínového laseru k ošetření tetování, a proto se mu říká „Kmotr laserů“. [7,8]

## 1.2 Lasery v 21.století

V novém tisíciletí byla laserová technologie dále vylepšena tak, aby perfektně selektivně působila na konkrétní cíl a minimalizovala nežádoucí účinky. Zkoumání nedávných trendů laserového ošetření ukazuje, že delší vlnové délky jsou spárovány s delší dobou pulzu, aby se zaměřily na hlubší struktury a minimalizovali vedlejší škody (zejména u vaskulárních laserů určených k cílení na větší cévy). Nové tisíciletí bylo rovněž svědky snahy o omlazení pletí, což mělo za následek vznik „neablativních“ laserových systému zaměřených na dermální remodelaci kůže. [8]

## 1.3 Fyzikální vlastnosti laseru

Lasery vykazují čtyři základní vlastnosti, které definují laserové záření. Jejich první vlastností je koherence, což znamená, že laserové záření se projevuje při jedné vlnové délce na rozdíl od jiných druhů záření. [1] Fotony (světelné částice) jsou ve stejné časové i prostorové fázi. Mají tedy stejně vzdálená maxima a minima. [5] Koherence je nejvýznamnější vlastností, protože koherentní zdroj záření lze zaměřit na mnohem menší velikost místa než nekoherentní zdroje. To umožňuje vytvořit extrémně vysoké hustoty paprsku v dostatečně malé oblasti, aby nezpůsobila velké poškození kůže. [9]

Laserové paprsky jsou zároveň monochromatické, kdy se paprsek laseru skládá z jedné specifické vlnové délky světla, je tedy složen pouze z jedné barvy. [1,7]

Třetí vlastností je kolimace, ta spočívá v tom, že fotony se pohybují paralelně, a proto se velmi málo rozcházejí. Kolimace vede k úzkému průměru paprsku laseru. [1] Laserové záření cestuje v úzkém paprsku, se všemi vlnami a je rovnoběžné a bez významné výchylky. Tato vlastnost je nezbytná pro minimalizaci ztráty energie prostřednictvím systému, jako jsou například optická vlákna. [9]

Jako poslední z hlavních vlastností, která se projevuje u laseru, je rovnoměrná polarizace. Elektrické pole fotonů obvykle kmitá ve specifickém směru kolmém na směr šíření laserového světla. [1] Díky těmto vlastnostem se laserové světlo může odlišit od běžného světla, které je složeno z více vlnových délek. [7,9]

## 1.4 Složení laseru

Laserové zařízení se skládá ze tří základních částí jako je čerpadlo (zdroj), aktivní prostředí a optický rezonátor. Čerpadlo neboli zdroj dodává potřebnou energii k uskutečnění

laserového záření. Existuje mnoho různých typů zdrojů, včetně optických (slunce, výbojka či světlo z jiného laseru), elektrických a chemických. Po dodání energie elektrony přejdou do stavu s vyšší energií. [1,10,11]

V optické dutině laseru se nachází laserové médium, které určuje vlnovou délku produkovaného laserového záření. Může to být pevná látka (krystaly, sklo, polovodiče), kapalina (organická barviva a rozpouštědla) nebo plyn (argon, uhlík či oxid). Dle přítomnosti aktivního prostředí lze většinou odvodit i název laseru. [1,5,10] V aktivním prostředí vzniká inverze populace nositelů náboje. Inverze populace vyjadřuje to, že větší množství elektronů je ve vyšších energetických stavech než v nižších energetických stavech. Díky přísunu energie ze zdroje nám aktivní prostředí zajišťuje, že stimulovaná emise bude pravděpodobnější než adsorpce. [2,11]

Optický rezonátor obsahuje laserové médium se dvěma paralelními zrcadly na obou stranách, což způsobí, že fotony mezi nimi opakovaně procházejí sem a tam. Jedno ze zrcadel je částečně průhledné, díky tomu mohou některé fotony opustit zařízení jako laserové záření. Tato část laserového zařízení se často nazývá jako výstupní vazební člen. Jako nepropustné zrcadlo se používá například leštěný kov (zlato, měď). Optický rezonátor má jako hlavní úkol zajistit akumulaci energie. [1,5,10,11]

## 1.5 Princip laseru

Laserové světlo vzniká stimulovanou emisí, která vyžaduje ke svému vzniku vnější podnět. Stimulovaná emise představuje vybuzení atomu na vyšší energetickou hladinu, sestup na metastabilní hladinu a následný uspořádaný přeskok zpět na nižší energetickou hladinu. Zdroj laserového světla je složen z obrovského množství atomů. Důležité je, aby se co největší počet atomů dostal do vybuzeného stavu, a pak v něm setrval dostatečně dlouhou dobu. K tomuto jevu dochází v aktivním prostředí laseru. Hladiny, na kterých atomy setravávají delší dobu, se nazývají metastabilní. Fotony musí být udrženy v aktivním prostředí dostatečnou dobu, aby se v něm nahromadilo, co nejvíce energie. [1,10,12]

Při vzniku laserového světla je důležitá interakce fotonu s elektronem. Elektron, do kterého vletí foton, pohltí energii fotonu a přesune se na vyšší energetickou hladinu. Elektron na vyšší energetické hladině dlouho nezůstává a spontánní emisí se přesune zpět na jeho základní energetickou hladinu, přičemž vyše foton o stejné energii pryč náhodným směrem. Fotony se mohou spojovat, jelikož mají částicový i vlnový charakter, a proto dojde ke vzniku jedné částice s větší energií. Pokud zmnohonásobíme počet atomů, tak v každém atomu

proběhne ta stejná interakce, kdy jsou všechny elektrony přesunuté na metastabilní hladinu, kde čekají na stimulující foton. Všechny atomy vypustí fotony, avšak jiným směrem, kdy působí pro ostatní fotony jako stimulující, tudíž donutí ostatní elektrony přesunout se zpět a donutí vypustit další fotony. Díky tomuto dochází ke zesilování světla. Jakmile se foton zesílí na určitou úroveň, polopropustné zrcadlo ho vypustí ven a tím vznikne požadovaný laserový paprsek. A to vše proběhne v několika milisekundách. [1,10,13]

## 1.6 Dělení laserů dle aktivního prostředí

Lasery lze rozdělit dle různých hledisek jako je aktivního prostředí, druhu paprsku, výkonu, časový režim provozu, možnost měnit vlnovou délku emitovaného záření (s pevnou vlnovou délkou a s proměnou vlnovou délkou), vlnová délka vyzařovaného elektromagnetického vlnění (infrachervené, ultrafialové a pracující ve viditelné oblasti) a také dle uplatnění, kdy každý laser najde uplatnění v jiné oblasti. [14]

### 1.6.1 Pevnolátkové lasery

Patří sem laser  $\text{Nd}^{3+}:\text{YAG}$ , kde aktivním prostředím je izotropní krystal yttrium aluminium granátu dopovaný neodymem. Záření se ve tkáních rozptyluje méně a prostupuje do hloubky až 6 mm, kde může vyvolat koagulační nekrózu. Využívá se při léčbě vaskulárních névů. Vlnová délka záření je 1064 nm. Dále to této skupiny řadíme vláknové lasery, kde aktivním prostředím je optické vlákno a je dopováno například atomy yterbia apod. Výkony těchto laserů dosahují až desítek kW. Tyto lasery generují laserový paprsek přímo v optickém vlákně. [2,15]

### 1.6.2 Polovodičové lasery

Princip je podobný jako u jiných laserů na bázi vytvoření populační inverze. Tento děj se většinou realizuje injekčním elektrickým proudem v diodě. Polovodičový injekční laser má název laserová dioda (LD), která je podobná luminiscenční diodě (LED). Laserová dioda vzniká stimulovanou emisí na rozdíl od luminiscenční diody, která je generována spontánní emisí. Lasery tohoto typu pracují na vlnových délkách od ultrafialové do infračervené oblasti. Jsou nejpoužívanějšími lasery s vysokým uplatněním v medicíně. [2,15]

### 1.6.3 Plynové lasery

Mezi nejznámější lasery patří He-Ne,  $\text{Ar}^+$  či He-Cd. Argonový laser emituje modré a zelené světlo, buzení je uskutečněno silnoprůdným elektrickým výbojem. Tento laser nachází své

uplatnění v očním lékařství k fotokoagulacím sítnice a v dermatologii. Modrá složka světla je pohlcována pigmentem xantofylem. Chromofor hemoglobinu a melaninu velice dobře absorbují záření argonového laseru, což umožňuje selektivní absorpci světla pigmentovanými tkáněmi s následnou tvorbou tepla a koagulací proteinu. Do této skupiny se řadí i molekulární plynové lasery, jako je například CO nebo CO<sub>2</sub> laser. Jejich pole působnosti je v oblasti infračerveného světla. Lasery tohoto typu vykazují vysokou účinnost a vyzařují velkou energii. Využívají se jako laserové skalpely, které slouží k bezdotykovému řezání tkání. Důležité jsou také excimerové lasery, které používají ke své funkci excitovaných dimerů a které mají minimální absorpční hloubkou ve tkáni, a proto jsou využívány pro odstranění mikroskopických vrstev tkáně. Interakce záření s cílovou tkání probíhá na principu fotodekompozice, kdy dochází k vytrhávání molekul z cílové tkáně. [2,15]

## **1.7 Zásady bezpečnosti práce s laserem**

Práce s lasery je spojena s mnoha riziky ohrožení zdraví laserovým zářením. Podle nařízení vlády č. 1/2008 Sb. O ochraně zdraví před neionizujícím zářením, se laser definuje jako zařízení, které může být upraveno k vytváření či zesilování elektromagnetického záření v rozsahu vlnových délek optického záření primárně procesem kontrolované stimulované emise. Při práci s lasery se objevují rizika, která se u jiných zdrojů záření nevyskytují. Maximální přípustná dávka ozáření je množství laserového záření, kterému může být člověk vystaven za normálních okolností, aniž by na něm zanechalo nepříznivé účinky. [4]

### **1.7.1 Zařazení laserů do bezpečnostních tříd**

Pro snadnější orientaci se laserová zařízení zařazují do bezpečnostních tříd dle nepříznivých účinků na zdraví člověka (třída 1, 1M, 1C, 2, 2M, 3R, 3B a 4). Rozdělení tříd se může lišit dle různých literárních zdrojů. [4]

Do třídy 1 patří lasery s nízkou intenzitou. Biostimulační efekt těchto laserů se uplatňuje spíše v kosmetické oblasti a nebezpečí poškození je minimální. [16] Třída 1 zahrnuje lasery, které jsou během používání bezpečné. Nezpůsobí poškození při dlouhodobém sledování svazku paprsků ani při použití optických pomůcek (dalekohled, lupy). Pohled do svazku laserového záření této třídy, může způsobit pouze oslňující optické efekty. Lasery vysokovýkonné se řadí do této třídy jen v tom případě, pokud jsou zcela zakrytovány, a proto není možný styk s laserovým zářením. Při otevření krytu se laserový přístroj vypne. [4,17]

Třída 1M obsahuje laserová zařízení, která jsou bezpečná i při dlouhodobém sledování svazku paprsků nechráněnými očima. Při sledování paprsku pomocí optických pomůcek může být překročena maximální přípustná dávka ozáření a způsobit poškození. [17] Záření laserů této třídy se pohybuje od 302,5 nm do 400 nm. Může způsobit také oslňující efekty jako lasery třídy 1. [4]

Lasery třídy 2 vyzařují viditelné záření o vlnových délkách od 400 nm do 700 nm. Jsou bezpečné pro chvilkové ozáření, ale mohou být nebezpečné při pohledu do svazku. Při použití optických pomůcek by nemělo dojít ke zvýšení nebezpečí poškození oka. [17] Zavření očí nebo otočení hlavy dostatečně chrání oko před laserovým zářením, pokud ozáření trvá maximálně 0,25 s, což je doba, která odpovídá mrkajícímu reflexu oka nebo otočení hlavy po zásahu laserovým zářením. [4,16]

U třídy 2M je rozdíl pouze v tom, že při použití optických pomůcek (oční lupy nebo dalekohledy) za určených podmínek může chvilkové ozáření způsobit oslnění, zábleskovou slepotu nebo zrakové vjemy, což může mít negativní vliv na bezpečnost prováděné práce.

Třída 3R obsahuje zařízení, které mohou překročit maximální přípustnou dávku ozáření při přímém sledování svazku, riziko poškození je však nízké. Riziko zranění se zvyšuje s délkou trvání ozáření laserovým paprskem, což může být nebezpečné pro oko za nejnejpříznivějších podmínek. Způsobují oslnění, zábleskovou slepotu a přetrvávající zrakové vjemy, které mohou narušit bezpečnost práce. Tato zařízení se používají nejčastěji tam, kde je nepravděpodobný přímý pohled do svazku záření. [4,17]

Lasery třídy 3B jsou nebezpečné při pohledu do svazku. Mohou také vytvářet malé poškození pokožky a způsobit zapálení hořlavých materiálů (v případě, že má svazek malý průměr nebo je zaostřen).

Laserová zařízení třídy 4 jsou nebezpečné při pohledu do svazku i při ozáření pokožky. Lasery této třídy způsobují i vznik požáru. [4,17]

## 1.8 Působení laseru na tkáň

Všechny interakce laser-tkáň jsou založeny na konceptu absorpce energie laseru do cílové tkáně, kde se vyskytují chromofory. Chromofor je sloučenina nebo molekula absorbující světlo při určité vlnové délce. Světelná energie je buď absorbována cílovou tkání, což vede k terapeutickému účinku, nebo není absorbována a v takovém případě nedojde k žádnému terapeutickému účinku. Každá vlnová délka laseru je absorbována jinými chromofory. [8]

Existují 4 druhy interakce laseru a tkáně:

- Laserového záření není cílovou tkání vůbec absorbováno. Laserový paprsek se odráží od povrchu tkáně.
- Druhým příkladem interakce laseru a tkáně je absorpce laserového záření tkání.
- Laserového záření může pronikat tkání bez jakéhokoliv účinku.
- Rozptýl laserového záření, kdy je záření částečně absorbováno a částečně odráženo. [8]

Pro biologické účinky musí být laserové světlo absorbováno hlavními absorpčními složkami v tkáních jako jsou hemoglobin, melanin, voda a exogenní pigment. [5,10]

Selektivní adsorpce je klíčem k většině laserových ošetření, které působí určitou vlnovou délkou v určitém místě. Výběrem vlnové délky, která je přednostně absorbována jednou složkou tkáně, je možné zaměřit laserové záření přímo na specifickou strukturu a nechat okolní tkáně relativně bez poškození. [9]

Pokud je rychlost absorpce energie nízká, tak vzniká tepelná energie. Naopak při vysoké rychlosti se vytvářejí šokové vlny, které mohou způsobit explozivní mechanické narušení tkáně. Při delší expozici cílové tkáně se zvyšuje vznik tepelné energie, a ta může difundovat i do okolní tkáně. Proto výběrem vlnové délky a doby trvání pulzu je možné způsobit selektivní destrukci daného místa laserovým zářením. Tento jev se nazývá selektivní fototermolýza. [9,10]

Krátké vlnové délky jsou rychle rozptýleny kůží, zatímco delší vlnové délky mají tendenci pronikat hlouběji. Vlnové délky, které maximálně pronikají živou tkání sahají od 620 nm až po 1200 nm. Vlnové délky do 620 nm jsou adsorbovány převážně hemoglobinem a melaninem, zatímco vlnové délky nad 1200 nm jsou adsorbovány vodou v epidermis. [5]

Princip selektivní fototermolýzy uvádí, že je možné manipulovat s fyzikálními vlastnostmi dopadajícího záření tak, aby umožňoval pouze adsorpci cílového chromoforu, přičemž relativně šetří okolní tkáně od poškození laserovým zářením. V klinické praxi je delší doba pulzu je bezpečnější pro tmavou pleť. [5]



## 1.9 Využití laseru

Laser nachází své uplatnění v celé řadě oborů jako například v medicíně, astronomii, chemii, biologii, energetice, ve vojenské technice a v neposlední řadě také v kosmetice.

### 1.9.1 Lasery a jejich využití v kosmetice

V kosmetice lasery nacházejí široké uplatnění. Používají se na redukci vrásek a rozšířených žilek, k léčbě akné, k odstranění pigmentových skvrn, ke zjemnění jizev a k mnoha dalším účelům.

Při redukci vrásek se používají mikropaprsky, které působí v ošetřované oblasti, kde prostupují pokožkou do škáry. Laserové paprsky koagulují zasaženou tkáň a napravují ji tím, že nová zdravá tkáň nahrazuje tu starou. Při ozáření ošetřované oblasti dochází k zahájení přirozených regeneračních procesů hojení. Čím hlouběji paprsky pronikají, tím větší objem nové tkáně vzniká. [18] Velmi často se k redukci vrásek používá frakční CO<sub>2</sub> laser, kdy dochází k odpaření staré kůže. Ošetřované místo přístroj pomocí laserových paprsků zahřeje, a díky tomu dochází k stimulaci produkce kolagenu. Po ošetření dochází k odstranění nehluboké vrásky a zlepšení celkové textury kůže. Frakční laser CO<sub>2</sub> se dále využívá k zlepšení vzhledu jizev, vybroušení kůže zničené po akné, odstranění pigmentace, odstranění rozšířených pórů či k odstranění drobných výrůstků na kůži. Ošetření se provádí jednou za 3-6 měsíců. [19]

Pigmentové skvrny jsou hnědé změny kůže v různých místech, různé velikosti a různé intenzity zbarvení. Nejčastěji se objevují získané pigmentové skvrny jako následek nadměrného slunění. Před samotným ošetřením je důležité zhodnocení pigmentových skvrn dermatologem, protože se může jednat o velmi nebezpečné melanomy. Odstranění nezhoubných pigmentových skvrn se provádí pomocí frakčního CO<sub>2</sub> laseru, chemickým peelingem nebo mezoterapií. [19,20]

Laser se používá také k zlepšení stavu jizev, kdy dochází k odbarvení a změkčení zjizvené tkáně. Jizvy by neměly být starší 3 let, ale ke zlepšení může dojít i u starších jizev, avšak ne tak výraznému. [21]

Díky své specifické vlnové délce se lasery používají i k odstranění viditelných žilek, kdy laserový paprsek působí na krevní barvivo a rozkládá ho. [20,22]

Lasery jsou využívány i při odstraňování tetování. Pro odstranění tetování se nejčastěji využívá alexandritový laser, který tetovací barvivo roztříští na malé částičky, které se

vstřebávají, část z nich se dostane na pokožku a vytvoří se stroupek. Využívá se selektivní fototermolýzy. Použití vlnových délek je určeno podle absorpčního spektra daného barviva. U menšího tetování stačí i jedno sezení. U větších tetování je nutné podstoupit více sezení, obvykle se provádí 5-6 ošetření během 6-8 týdnů. Opakování je nutné, jelikož dochází k navrácení tvorby pigmentů a tvorbě stínů. Počet opakování závisí na hloubce uložení pigmentu, místní reakci kůže a na použité laserové technologii. Odstranění tetování se neprovádí u opálené kůže a po ošetření se kůže musí chránit před slunečním zářením. [20,23,24]

### **1.9.2 Lasery a jejich využití v medicíně**

Lasery, které jsou využívány v medicíně, se dělí dle výkonu na nízkovýkonné a vysokovýkonné. Nízkovýkonné lasery jsou příznivé pro živou tkáň, kde napomáhají k regeneraci organismu. Mají biostimulační, protizánětlivý a protibolestivý efekt. Mechanismy působení na živou tkáň nízkovýkonných laserů jsou velice odlišné od působení vysokovýkonných laserů. [3]

První klinická aplikace rubínového laseru byla při velmi složitých operacích v očním lékařství. Lasery argonové a rubínové se používají při operacích odchlípnuté sítnice, což může vést až ke ztrátě zraku. Zákroky tohoto typu jsou nebolestivé, jelikož doba působení laserového paprsku je velice krátká. Pomocí laseru mohou být prováděny i operace duhovky, ale také mohou být lasery uplatněny při léčbě nádorů v zadní oblasti oka, při odstranění zeleného zákalu a pro úpravu oční vad (krátkozrakost, dalekozrakost..). Laserové záření se využívá jako skalpel, díky jeho ostrému svazku laserových paprsků. [3,25]

Lasery ve velké míře pronikají i do dermatologie a estetické chirurgie. Využití nacházejí i v mnoha jiných oborech jako neurochirurgii, ortopedii, onkologii, gynekologii a dalších. Díky unikátním vlastnostem laseru je o laserová zařízení u lékařů velký zájem. Umožňují přesný zásah a větší účinek, který je daný vysokou hodnotou intenzity záření. Laserové záření se používá i k diagnostice. [3,25]

### **1.9.3 Lasery a jejich využití v estetické chirurgii**

Jak bylo uvedeno v předešlých kapitolách, důležitým faktorem při ošetření laserem je správná volba vlnové délky při specifických indikacích. Při styku laseru a kůže dochází k různým typům interakce mezi laserovým zářením a biologickou tkání (fotochemická, fotoablační, fototepelná..). Po absorpci laserového záření kůže dochází v cílové struktuře

k požadovanému efektu. Krevní cévy bývají ošetřovány lasery, které dokáží cílit laserové paprsky na hemoglobin, pigmentové skvrny se odstraňují lasery, které odpovídají absorpci pigmentem melaninu a u ablativním laserů je chromoforem voda. Nízkovýkonné stimulační lasery jsou určeny k léčbě bolestivých stavů, jizev apod. Podporují regeneraci organismu. Vysokovýkonné lasery se dělí dle mechanismu působení na ablativní (CO<sub>2</sub> laser) a neablativní (rubínový, alexandritový laser). Ablativní lasery se používají k resurfacingu a ablaci kůže. Neablativní lasery jsou využívány k odstranění či zmírnění viditelných cévních a pigmentových lézí. Slouží k obnově mladšího vzhledu kůže, eliminaci vrásek a pigmentových skvrn, také dokáží spustit tvorbu kolagenu. Tato procedura může být označována i jako resurfacing. Další aplikací laserového resurfacingu mohou být jizvy po akné. Každé použití laseru, ale může mít nežádoucí účinky. [4]

Díky erbiovému laseru jsou lékaři schopni odstranit tkáň, která je v daném místě nežádoucí. Mohou se takto odstraňovat barevné skvrny nebo mateřská znaménka. Používají se i při omlazování pleti, korekci vrásek, odstraňování žilek, tetování či laserové liposukci. [3,20]

### 1.10 Laserová epilace

Laserové odstranění chloupků je v současné době velmi oblíbeným kosmetickým ošetřením. Nežádoucí ochlupení je pro mnohé významným estetickým problémem. Nejlepšími kandidáty pro laserovou epilaci jsou lidé světlého fototypu s tmavými vlasy. Laserová epilace je omezena během letní sezóny a u klientů s opálenou pokožkou. [26,27] Laserová epilace se řadí mezi permanentní redukce nežádoucího ochlupení. Funguje na principu selektivní fototermolýzy, kdy dochází k zasažení pigmentu (melaninu) ve vlasové cibulce v růstové fázi. Vlasová cibulka je v růstové fázi naplněna pigmentem. Buňky vlasového kořínku v růstové fázi jsou mnohem citlivější na teplo, díky tomu jsou vlasové folikuly nevratně zničeny bez poškození okolní tkáně. Jelikož se chloupky nacházejí v různých vývojových fázích růstu, je zapotřebí zákrok několikrát opakovat. [28]

Díky chlazení zůstává pokožka po celou dobu chladnější než dermis a vlasový folikul. V důsledku zahřívání se dermis stává rezervoárem tepla, což brání tepelné difúzi ve vlasovém folikulu. Postupně tedy dochází k nárůstu teploty ve folikulu, díky tomu může laserové záření dosáhnout své účinnosti a narušit biologickou funkci folikulu. [26]

K laserové epilaci se používá rubínový laser, alexandritový laser či diodové lasery. Při použití laserů se musí cílená tkáň chladit pomocí gelu nebo aktivním kryosprejem. [24] Použití alexandritového laseru je bez rizika u lidí, kteří mají silné tmavé vlasy a světlou kůži.

Na tmavší fototypy lze použít lasery diodové a Nd:YAG laser, ale ošetření pomocí těchto laserů může být bolestivé. [15,26]

Potenciálními vedlejšími účinky mohou být popáleniny, folikulitidy, změny pigmentace, zjizvení a poranění očí. Jedním z vedlejších účinků může být i paradoxní nárůst chloupků v oblastech dříve ošetřovaných nebo v okolí ošetřovaných míst. [27]

### 1.10.1 Historie objevu laserové epilace

Odstranění chloupků se na klinické scéně objevilo na konci 80. a na počátku 90. let 20.století. Terčem laserů byl melanin, který se nachází ve vlasech či chloupcích. První pokusy o odstranění chloupků selhaly, protože laserové záření rychle zničilo vlasovou šachtu, aniž by mohlo dojít k tepelnému poškození vlasových kmenových buněk. Jako první laser byl použitý Q-Switched Nd:YAG, který byl v roce 1998 uveden v USA na trh speciálně pro odstraňování chloupků. Ošetřené oblasti vykazovaly po 6 měsících opětovný růst chlupů.

První kontrolovaná klinická studie byla provedena pomocí rubínového laseru, kde se růst chlupů také zaznamenal již po 3 měsících po ošetření. [8]

Další generací laserů na odstraňování chloupků byl alexandritový laser. V roce 1977 byly publikovány experimenty, kde bylo dosaženo až 90% redukce chloupků 3 měsíce po ošetření. Vzhledem k jeho delší vlnové délce a hlubšímu průniku do dermis se laser ukázal jako bezpečnější pro klienty tmavší pleti. V roce 1998 Dierickx a kolegové dále informovali o účinnosti pulzního diodového laseru pro epilaci. Pomocí variabilních vlnových délek a šířky paprsku bylo možné prokázat významné zpoždění opětovného růstu o 9 měsíců po jednom nebo dvou ošetřeních. Novější systémy založené na diodách umožňují přizpůsobit dobu trvání pulzu barvě vlasů a fototypu. [8]

Pro laserovou epilaci je vhodnější tmavší barva ochlupení, jelikož obsahuje více cílového pigmentu melaninu. Proto pro epilaci není vhodné světlé, zrzavé či šedivé ochlupení, jelikož neobsahuje dostatečné množství melaninu. Další roli zde hraje i fototyp kůže, kdy u vyšších fototypů je větší riziko nežádoucích komplikací. [24] Už při objevování laserové epilace bylo zjištěno, že používání rubínového laseru je vhodnější pro světlejší typy pleti kvůli riziku vzniku hyperpigmentace. [8]

Existují tři základní mechanismy fotodestrukce vlasových folikulů – terminální, fototermální a fotochemická. Místo bývá zarudlé a jsou viditelné drobné papulky, které

u nekomplikovaných případů mizí do 48 hodin. Ošetření se musí opakovat. Počet opakování je individuální, jelikož závisí na množství efektivně zasažených vlasů ve fázi anagenu. [24]

Byly také prozkoumány nelaserové světelné zdroje se spektrem vlnových délek modulovaných mezním filtrem. První publikované použití technologie intenzivního pulzního světla (IPL) bylo v roce 1997, kdy Gold a kolegové použily systém IPL (EpiLight Hair Removal System, ESC Medical Systems, Yokneam, Izrael) a dosáhli 60% odstranění chloupků během 12 týdnů po jednom ošetření. [8]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 2 LASEROVÁ EPILACE

Cílem experimentu je vyhodnocení účinnosti postupu ošetření laserovým přístrojem Fibra DFA, který je určený k epilaci chloupků. Přístroj je na fakultě technologické nový, a proto je stanovována i metodika práce s přístrojem Fibra DFA a vyhodnocení účinku. V tomto experimentu byla ošetřována oblast podpaží u pěti probandů. Praktická část se také zabývá výzkumem laserových přístrojů v kosmetických zařízeních po celé České republice.

### 2.1 Využití kosmetických laserových přístrojů v České republice

Průzkumem nabídky na webových stránkách bylo zjištěno využití několika typů přístrojových epilačních technik v České Republice. V tabulce č. 1 jsou uvedeny některé druhy přístrojů, které se používají při laserové epilaci. Kosmetické salóny a laserová centra využívají k epilaci laserové záření nebo IPL (intenzivní pulzní světlo).

Tabulka 1 – Výzkum přístrojů používaných v českých salonech

Salón	Druh přístroje
Kosmetický salón – Holomojova, Domažlice	Epilační laser LEDA EPI
Salón Medaprex	Laser Vectus
Body UP s.r.o., Brno	Diodový laser Soprano XLi
Kosmetika Grey`s, Ústí nad Labem	BTL Exilite (IPL)
VS Lasera, Plzeň	Epilační laser LEDA EPI
Estetika Zlín	Diodová laser
Salón Tábor	Alexandritová laser Candela GenteLase a Soprano XLi
Salón andělské krásy, Plzeň	E-light IPL
Studio Oskar, Praha	Diodový laser Soprano XLi
Studio LaserOne, Liberec	Diodový laser LightSheer Lumenis DUET

**Epilační laser LEDA EPI** je vhodný pro odstranění chloupků po celém těle, kromě oblasti očí. Jeho vlnová délka umožňuje epilaci i světlejších chloupků. Je vyráběn společností Alma Lasers™. Zákrok je nutné opakovat několikrát, aby došlo k požadovanému efektu. Patří mezi vysokovýkonné epilační diodové lasery. Jeho technologie lineárního skenování a velikosti epilačního spotu činí LEDA EPI rychlým systémem pro odstraňování chloupků. Výrobce uvádí, že díky velkému epilačnímu místu je možné rychlé, homogenní ošetření

s vysokou hloubkou penetrace. Klinické studie dokazují spolehlivé a dlouhodobé výsledky odstraňování chloupků pomocí přístroje LEDA EPI na všech typech pleti. Tento přístroj nabízí dva aplikátory LEDA EPI 808 a LEDA EPI 980. Aplikátor LEDA EPI s vlnovou délkou 808 nm je vhodný pro všechny typy pleti a aplikátor LEDA EPI 980 s vlnovou délkou 980 nm je vhodný zejména pro klienty s tmavší pokožkou. [29,30]

**Laser Vectus** je vyráběn společností Cynosure, která se zabývá studiem laserové technologie. Tento přístroj se dá také použít na většinu částí celého těla. Laser Vectus si nastavuje sám intenzitu paprsku prostřednictvím technologie Skin Tell, která pomocí měření množství melaninu v pokožce dokáže rozeznat vhodnou intenzitu laserového záření. S maximální účinností přístroj ošetří až 17 cm<sup>2</sup> za sekundu. Při ošetření není potřeba nanášet chladící gel, jelikož ošetřující plocha hlavičky má 0°C. Ošetření je nutné několikrát opakovat, jelikož chloupky se musí vyskytovat v růstové fázi. [31,32,33]



Obrázek 1- Laser Vectus [33]

**Diodový přístroj Soprano XLi** od společnosti Alma Lasers<sup>TM</sup> je specifický tím, že při ošetřování epilační oblasti je hlavička v pohybu, a to umožňuje ozáření folikulu vícekrát a zefektivňuje jeho zničení. Využívá metodu Stack mode, kdy je možné nastavení až pěti záblesků v jednom pulsu. Tato vlastnost se využívá při ošetření tenkých, světlých chloupků kdekoli na obličeji nebo na těle. Diodový laser pracuje s vlnovou délkou 810 nm. Hlavička laseru Soprano XLi obsahuje kontaktní dvojité chlazení kůže, díky kterému se může dodat do chloupků více energie a efektivněji a bezbolestně je odstranit. Kontaktní chlazení pokožky probíhá prostřednictvím chlazeného safírového hrotu a integrovaný adaptér slouží pro externí chladicí systém. Epilaci pomocí přístroje Soprano XLi je nutné několikrát opakovat, jelikož je nutné, aby se ozařované chloupky vyskytovaly v růstové fázi. [15,34,35]





Obrázek 2 - Přístroj Soprano XLi [34]

**Přístroj BTL EXILITE™** pracuje s intenzivním pulzním světlem, které je vhodné pro redukci ochlupení, léčbu akné či omlazující zákroky. Obsahuje také LED světelnou terapii, o které výrobce uvádí, že podporuje regeneraci pokožky, díky pozitivnímu stimulu produkce kolagenu ve tkáních. Přístroj používá různé výměnné filtry, které odcloní určitou část světelného spektra a propouští pouze vlnové délky, které mají specifické terapeutické účinky. BTL technologie zabezpečuje rovnoměrné rozložení energie, čím minimalizuje riziko poškození pokožky. [22,36]

Postup ošetření pomocí BTL EXILITE™ je podobný jako při manipulaci s laserovým zařízením. Důležité je zjištění fototypu pokožky, následně se nanáší chladící gel, aplikátor vysílá světelný záblesk, kdy pigment v kořítku chloupku světlo pohltí, pulzní světlo se přemění na teplo a naruší cibulku chloupku. Metoda funguje pouze na chloupky, které jsou ve fázi aktivního růstu, a proto je nutné fotoepilaci několikrát opakovat. [22,37]



Obrázek 3 - Přístroj BTL EXILITE [35]

**Alexandritový laser Candela Gentle Laser** je určený pro odstraňování chloupků a léčení dermatologických cévních lézí. Používá se vlnová délka 755 nm, která umožňuje maximální absorpci energie v ošetřovaném místě a minimální absorpci okolními tkáněmi. Zařízení GentleLase používá systém dynamického chlazení DCD značky Candela, který zajišťuje kontrolované uvolnění dávky kryogenu na pokožku pacienta. Ošetření je nutné několikrát opakovat. [15,38,39]



Obrázek 4 - Přístroj Candela Gentle Laser [38]

**Přístroj E-light IPL** pracuje s intenzivním pulzním světlem a radiofrekvencí. Při ošetření vysílá světelný paprsek o specifické vlnové délce, který se zachytne v pigmentu kůže, krevním barvivo nebo v cibulce chloupků. Tento přístroj je vhodný k ošetření rozšířených žilek či jiných cévních projevů na kůži, přičemž se používá vlnová délka o 560 nm. Díky své specifické vlnové délce paprsek intenzivního pulzního světla působí na krevní barvivo (hemoglobin) a rozkládá ho. Výrobce uvádí, že při ošetření pigmentových skvrn je důležité zasáhnout pouze místo, kde chceme nežádoucí projev odstranit, aby nedošlo k poškození okolní tkáně. Paprsek IPL rozstřelí pigmenty na mikroskopické částičky, které jsou bílými krvinkami postupně odplavovány z těla během několika dní. [22,40]

**Diodový laser LightSheer Lumenis DUET** je dalším přístrojem na českém trhu. Využívá technologii vakuového zesílení. Působením vakua je kůže vtahována dovnitř dutiny nástavce, kdy se vlasové cibulky dostávají blízko k diodové matici. Vnitřní povrch nástavce vrací do ošetřované oblasti rozptýlené laserové paprsky. Tento efekt umožňuje snížit intenzitu záření, která je nezbytná pro poškození cibulek. Technologie ChillTip umožňuje ošetření i malých a citlivých oblastí (například třísla). [15,41,42]



Obrázek 5 - Přístroj LightSheer Lumenis DUET [42]

Na trhu v České republice se vyskytuje mnoho druhů laserových zařízení, a díky tomu můžeme říct, že trh je velice rozmanitý. Kosmetické salony si mohou vybírat laserová zařízení dle svých preferencí. Každý přístroj má své specifické vlastnosti, díky kterým se výsledky ošetření mohou lišit. Celkově se k epilaci se v salonech používají dva typy přístrojů. Používají se buď laserové přístroje nebo přístroje IPL (intenzivní pulsní světlo), postup ošetření u obou typů přístrojů je velice podobný.

## 2.2 Experiment

### 2.2.1 Popis experimentu

Tato kapitola se zabývá postupem práce při laserové epilaci přístrojem Fibra DFA. Experiment byl prováděn v Aplikačním centru UTB Zlín od prosince do března se skupinou pěti probandů. Před ošetřením bylo nutné seznámit probandy s kontraindikacemi a riziky ošetření. Podpisem informovaného souhlasu potvrdili, že byli informováni, nevyskytují se u nich kontraindikace a s ošetřením souhlasí.

Prvním krokem při samotném ošetření je zjištění fototypu pomocí přístroje pro klasifikaci typu a odstínu pleti. Dále byla vyfocena epilační oblast probandů, v tomto experimentu se jedná o podpaží. Jelikož absorpce světla u různých fototypů pokožky se liší, je důležité přizpůsobení parametrů dle typu pokožky, aby efektivita ošetření byla maximální. Nízká

energie je vhodná pro tmavou pleť, zatímco vyšší energie je vhodnější pro světlejší pokožku. Dalším krokem byla desinfekce podpaží a přístroje, nanesení vrstvy chladicího gelu na epilační místo. Před samotným začátkem ošetření je důležité nasazení ochranných brýlí probandům i ošetřujícímu. V tuto chvíli se začíná s ošetřováním dané oblasti. Podle přiloženého manuálu se pro daný fototyp a ošetřovanou oblast zvolí vhodný typ ošetření a nastaví se hodnoty frekvence a energie záření na spodní hranici doporučeného intervalu. Pokud ošetřovaný proband nepocítuje bolest, tak se hodnoty energie či frekvence mohou zvýšit. Pokud naopak proband cítí bolest, tak se hodnoty energie a frekvence mohou opakovaně snižovat. Hlavice přístroje musí být dobře přiložená k pokožce a na hlavici je nutné vyvíjet mírný tlak tak, aby byla v celé plošně v kontaktu s pokožkou, a tak ošetření nebylo bolestivé a laserové záření pronikalo pouze do pokožky. Hlavici se pohybuje ručně s rovnoměrným působením tlaku po depilační ploše. Ošetření se provádí do dosažení doporučené celkové energie a celý postup se opakuje na druhém podpaží. Po ukončení ošetření je nutná desinfekce hlavice. Dále dochází k vypnutí přístroje a zapsání hodnot. Ošetření je nutné alespoň třikrát s časovým odstupem opakovat, protože chloupky se mohou vyskytovat v různých růstových cyklech. Laserové záření dokáže zasáhnout absorpční látky a zničit cibulku chloupku pouze v růstové fázi. [43]

### 2.2.2 Popis přístroje

Přístroj, který byl používán při tomto experimentu se nazývá Fibra DFA. Přístroj je italskou špičkovou inovací v oboru odstraňování chloupků představený firmou The Baldan Group. Vyznačuje se spojenými mikroobjektivy, které umožňují, aby světlo produkované vícenásobnou diodou bylo soustředěno v jednom pulzu a přeneseno do chloupků pomocí laserového paprsku. Je vhodný pro všechny fototypy (1 až 6), díky tomu jej lze použít i v létě na opálenou pokožku. Přístroj má smíšený systém chlazení pomocí vzduchu a vody. Výkonný a stabilní chladicí systém poskytuje bezbolestný a bezpečný průběh celého ošetření. Přístroj je složen ze dvou hlavních částí, a to hlavice a tělo přístroje, viz. Obrázek 6 a 7.



Obrázek 6 - Příklad přístroje Fibra DFA [43]

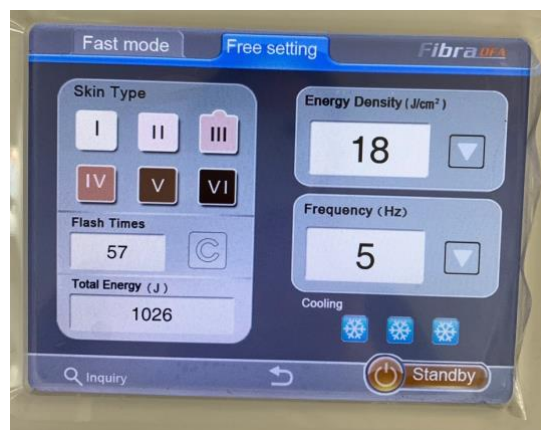


Obrázek 7 - Hlavice přístroje Fibra DFA [43]

U přístroje Fibra DFA lze nastavit hodnoty energie a frekvence laserového pulzu dle změřeného fototypu. Pomocí speciální funkce lze vybrat správnou metodu odstraňování chloupků podle různých ošetřovaných oblastí, čímž se maximalizuje účinnost ošetření. Příklad přístroje Fibra DFA obsahuje dva provozní režimy, a to Fast mode a Free mode. Režim Fast mode používá nízký výkon ( $10 \text{ J/cm}^2$ ) a vysokou frekvenci (10 Hz). Při tomto druhu ošetření je definovaná plocha, na kterou může být použito určité množství energie. U režimu Fast mode se dají využít dva typy, které se liší vysíláním paprsku z hlavice přístroje. První typ

provozního režimu Fast mode spočívá v tom, že hlavice přístroje je neustále v pohybu během ošetření a paprsky se vysílají plynule bez zásahu ošetřujícího až po dosažení maximální energie, která může být použita pro danou epilační oblast. Druhý typ režimu Fast mode vysílá impulsy záření postupně, což je způsobeno stlačením tlačítka na spodní straně hlavice. Po upuštění tlačítka se impuls přestane vysílat, a to se provádí několikrát až do dosažení maximální energie, která může být použita. Režim Fast mode se používá při epilaci partií o velkém rozsahu. Množství energie a frekvence se nastavuje dle uvedených hodnot v návodu a závisí na velikosti ošetřované oblasti a fototypu probanda. Druhý provozní režim Free mode je doporučen k ošetření menších oblastí. U režimu Free mode se využívá vyšší intenzity (1-40 J/cm<sup>2</sup>) a menší frekvence (1-10 Hz).

Celý přístroj je řízen mikropočítačem, který díky inteligentní řídicí aplikaci, dotykovému ovládání je pro uživatele snadný k pochopení a manipulaci viz. Obrázek 8. [43]



Obrázek 8 - Displej přístroje Fibra DFA [vlastní zdroj]

### 2.2.3 Popis probandů

Experimentu se zúčastnilo 5 probandů, u kterých byl jako první naměřen fototyp. Pouze u jednoho jedince byl zjištěn fototyp 2, ostatní vykazovali fototyp 3. Žádný proband dříve nepodstoupil žádnou laserovou epilaci v oblasti podpaží. Probandi byli ve věku 22-53.

Proband č. 1 měl před laserovou epilací velmi husté, tmavé ochlupení. Další probandi, kteří se experimentu účastnili měli spíše normální až mírné ochlupení v oblasti podpaží. Míra a barva ochlupení je zmíněna v tabulce č. 2.

Tabulka 2 – Popis probandů, míry a barvy ochlupení v podpaží

Číslo probanda	Pohlaví	Věk	Fototyp	Míra ochlupení	Barva ochlupení
1	Ženské	22	3	Husté, velká plocha	Tmavé
2	Ženské	22	3	Jemné, menší plocha	Tmavé
3	Ženské	53	3	Normální, menší plocha	Tmavé
4	Ženské	47	3	Jemné, menší plocha	Tmavé
5	Ženské	49	2	Normální, menší plocha	Světlé

V tabulkách č. 3-7 jsou uvedeny hodnoty energie a frekvence, které byly při ošetření laserem použity. Hodnoty přístroje byly nastavovány dle určeného fototypu. Počet sezení se u každého probanda lišil, a proto budou výsledky popisovány zvlášť.

Tabulka 3 – Použité hodnoty přístroje u probanda č. 1

Číslo ošetření	Energie [J]	Frekvence [Hz]	Celková energie použita na jedno podpaží [J]
1	15	3	500
2	15	4	580
3	14	3	520
4	14	3	500

Tabulka 4 – Použité hodnoty přístroje u probanda č. 2

Číslo ošetření	Energie [J]	Frekvence [Hz]	Celková energie použita na jedno podpaží [J]
1	15	3	500
2	15	4	580
3	15	4	525
4	15	3	490

Tabulka 5 – Použité hodnoty přístroje u probanda č. 3

Číslo ošetření	Energie [J]	Frekvence [Hz]	Celková energie použita na jedno podpaží [J]
1	14	3	500
2	14	3	500
3	14	3	500

Tabulka 6 – Použité hodnoty přístroje u probanda č. 4

Číslo sezení	Energie [J]	Frekvence [Hz]	Celková energie použita na jedno podpaží [J]
1	15	4	500
2	15	4	500
3	15	4	510

Tabulka 7 – Použité hodnoty přístroje u probanda č. 5

Číslo sezení	Energie [J]	Frekvence [Hz]	Celková energie použita na jedno podpaží [J]
1	18	5	530
2	18	5	530
3	18	5	530

#### 2.2.4 Popis výsledků

Tato podkapitola se zabývá popisem výsledků experimentu laserové epilace v oblasti podpaží u pěti probandů. Žádný z jedinců nepodstoupil dříve laserovou epilaci v oblasti podpaží. Pro každého probanda jsou přiloženy fotografie, které zobrazují ošetřovanou oblast před začátkem a po ukončení experimentu. Další fotografie, které byly pořízeny během celého experimentu se nacházejí v přílohách.



Před začátkem ošetření se u probanda č. 1 vyskytovalo husté a tmavé ochlupení, které se nacházelo na velké ploše podpaží viz. Obrázek 9. Proband podstoupil celkem čtyři ošetření během čtyř měsíců, po každém ošetření byly vidět známky redukce ochlupení. Po prvním ošetření se začaly vytvářet plochy, kde ochlupení vůbec nerostlo. Po ukončení experimentu bylo ochlupení viditelně méně husté, chloupky rostly pouze na některých místech, chloupky se jevíly slabší, a také rychlost růstu chloupků byla pomalejší viz. Obrázek 10. Proband uváděl, že ošetření bylo mírně bolestivé, což může být způsobeno tmavším fototypem či citlivější pokožkou. Během experimentu nebyly zaznamenány žádné vedlejší účinky.



Obrázek 9 - Podpaží před epilací u probanda č. 1 [vlastní zdroj]



Obrázek 10 - Podpaží po ukončení experimentu u probanda č. 1 [vlastní zdroj]

Proband č. 2 na začátku experimentu měl jemnější, tmavé ochlupení na malé ploše viz. Obrázek 11. Ošetření pomocí laseru v oblasti podpaží bylo provedeno čtyřikrát. V průběhu ošetření byla viditelná redukce ochlupení. Jedinec uvedl, že změny byly vidět již po prvním ošetření, kdy se vytvořily oblasti, kde ochlupení nerostlo. Během ošetření nebyl zaznamenán žádný nepříjemný či bolestivý pocit. Na konci experimentu byla většina plochy bez ochlupení a růst chloupků se zpomalil viz. Obrázek 12. Proband nezaznamenal žádné vedlejší účinky v průběhu experimentu.



Obrázek 11 - Podpaží před epilací u probanda č. 2 [vlastní zdroj]



Obrázek 12 - Podpaží po ukončení experimentu u probanda č. 2 [vlastní zdroj]

Proband č. 3 na začátku vykazoval normální tmavé ochlupení, které se vyskytovalo na menší ploše viz. Obrázek 13. Jedinec podstoupil tři ošetření přístrojem Fibra DFA. Změny v hustotě ochlupení byly vidět již po prvním ošetření. Po ukončení experimentu proband uvedl, že ochlupení v podpaží je nyní minimální. Chloupky se staly jemnější a vyskytovaly se místa zcela bez ochlupení viz. Obrázek 14. Během celého průběhu experimentu nebyly zaznamenány žádné vedlejší účinky a ošetření bylo bezbolestné.



Obrázek 13 - Podpaží před epilací u probanda č. 3 [vlastní zdroj]



Obrázek 14 - Podpaží po ukončení experimentu u probanda č. 3 [vlastní zdroj]

Před začátkem experimentu se u probanda č. 4 vyskytovalo standardní, světlé ochlupení viz. Obrázek 15. Jedinec absolvoval tři ošetření laserové epilace. Již po prvním ošetření proband viděl redukcí ochlupení, kdy místy chloupky nerostly vůbec. Ošetření nebylo bolestivé a nebyly zaznamenány žádné vedlejší účinky. Na konci experimentu byly viditelná místa s minimálním ochlupením, kdy chloupky se staly jemnější. Na některých místech chloupky přestaly růst úplně viz. Obrázek 16.



Obrázek 15 - Podpaží před epilací u probanda č. 4 [vlastní zdroj]

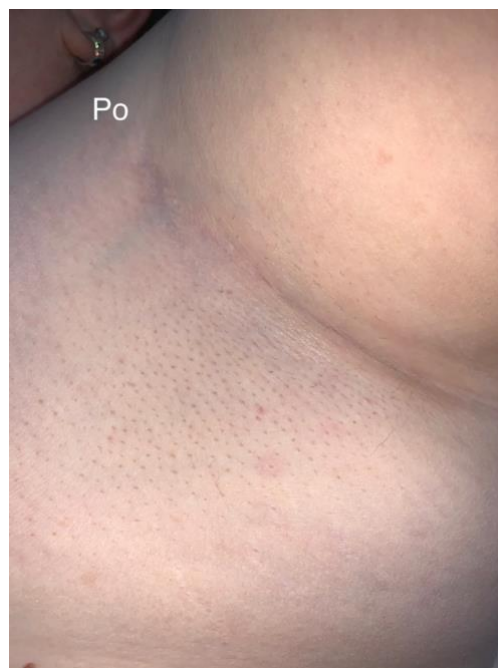


Obrázek 16 - Podpaží po ukončení experimentu u probanda č. 4 [vlastní zdroj]

Poslední proband č. 5 podstoupil také tři ošetření přístrojem Fibra DFA během 4 měsíců. Na začátku experimentu měl jedinec normální tmavé ochlupení, které rostlo na menší ploše viz. Obrázek 17. Proband uváděl, že během ošetření nepocíťoval žádnou bolest a nezaznamenal žádné vedlejší účinky laserového záření. Redukce ochlupení byla vidět po prvním ošetření. Při skončení experimentu se u probanda vyskytovaly jemnější chloupky na menší ploše podpaží, kdy na některých místech chloupky nerostly vůbec viz. Obrázek 18.



Obrázek 17 - Podpaží před epilací u probanda č. 5 [vlastní zdroj]



Obrázek 18 - Podpaží po ukončení experimentu u probanda č. 5 [vlastní zdroj]

U všech probandů došlo k redukci ochlupení už po prvním ošetření. Po skončení experimentu byla viditelná změna v růstu chloupků, kdy na některých místech nerostly vůbec. Chloupky se staly jemnějšími. Počet ošetření se liší, ale i přesto u všech probandů laserová epilace má pozitivní účinky. Během experimentu nebylo zaznamenáno žádné začervenání či popálení ošetřovaného místa. Pouze jeden proband uvedl, že laserová epilace přístrojem Fibra DFA byla trochu bolestivá. Ošetření přístrojem Fibra DFA je efektivní a účinné.

## ZÁVĚR

Teoretická část bakalářské práce se zabývá popisem laseru, využitím laseru v různých odvětvích a laserovou epilací.

Úvodní kapitoly jsou zaměřeny na popis laseru. Jsou zde uvedeny základní fyzikální vlastnosti, které charakterizují laserové záření. Dále je zde popsán princip fungování laseru a interakce laserového záření s tkání. Další kapitola se věnuje využití laserových přístrojů v kosmetice, medicíně a estetické medicíně. Poslední kapitola se zabývá laserovou epilací, která je součástí experimentální části.

V praktické části je sledována účinnost laserové epilace a metodika postupu práce s laserovým zařízením Fibra DFA. Součástí praktické části je kapitola, která se zabývá průzkumem dostupných kosmetických laserových zařízení na českém trhu.

Experiment byl prováděn v rozmezí čtyř měsíců, kdy probandí navštěvovaly Aplikační centrum Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. V kapitolách praktické části je popsán postup práce při laserové epilaci přístroje Fibra DFA, také popis probandů a popis přístroje. Zhodnocení výsledků probíhalo pomocí dotazníku a pořizovaných fotografií během každého sezení. Z výsledků vyplývá, že laserová epilace pomocí přístroje od firmy The Baldan Group je velice efektivní a účinná. Redukce růstu chlupů byla viditelná již po prvních ošetřeních u všech probandů. Účinky laserové epilace se projevovaly změnou hustoty ochlupení, místy s absencí chloupků a zjemněním struktury samotných chloupků. Ošetření bylo bezbolestné u většiny probandů. Pouze v jednom případě bylo mírně nepříjemné.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HALEY, Daniel a Oliver PRATT. Basic principles of lasers. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine* [online]. 18(12), 648-650 [cit. 2021-04-20]. ISSN 1472-0299. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2017.10.001](https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2017.10.001)
- [2] NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA. *Medicínská biofyzika*. 2., zcela přepracované a doplněné vydání [online]. Praha: Grada Publishing, 2019. 164-170 [cit. 2021-04-20]. ISBN 978-80-271-0209-9.
- [3] ROSINA, Jozef. *Biofyzika: pro zdravotnické a biomedicínské obory* [online]. Praha: Grada 2013. 183-189 [cit. 2021-04-20]. ISBN 978-80-247-4237-3.
- [4] *Ochrana zdraví při práci s lasery. Oborový portál pro BOZP* [online]. Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2002 [cit. 2021-5-10]. ISSN 1801-0334. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/ochrana-zdravi-pri-praci-s-lasery>
- [5] STEWART, Nicholas, Adrian C LIM, Patricia M LOWE a Greg GOODMAN. Lasers and laser-like devices: Part one. *Australian Journal of Dermatology* [online]. 2013, 54(3), 173-183 [cit.2021-02-08]. ISSN 00048380. Dostupné z: doi: 10.1111/adj.12034
- [6] KUSAL, RNDr. Jaroslav. Objev a objevitelé. *Lasery kolem nás: Součást vzdělávacího programu SVĚT ENERGIE* [online]. 2004 [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/laser/k12.htm>
- [7] *Laser. Czechlasers.cz: vzdělávací web o laseru* [online]. Akademie věd České republiky, HiLASE centrum, Fyzikální Ústav AV ČR, v.v.i., 2018 [ci. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://czechlasers.cz/studovna/laser/?kategorie=materialy&search=>
- [8] HUMPHREYS, Tatyana a Laura D. HOOK. Masers to magic Bullets: an updated history of lasers in dermatology. *Clinics in Dermatology* [online]. 2007, 25(5), 434-442 [cit. 2021-04-20]. ISSN 0738-081X. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2007.05.004](https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2007.05.004).
- [9] SHOKROLLAHI, Kayvan, Elizabeth RAYMOND and M.S.C. MURISON. Principles and Surgical Applications. *The Journal of Surgery* [online]. 2004, 2(1), 28-34 [cit. 2021-04-20]. ISSN 1741-6280. Dostupné z: doi:[https://doi.org/10.1016/S1743-9191\(06\)60023-X](https://doi.org/10.1016/S1743-9191(06)60023-X).
- [10] STOKER, Mark R. *Basic principles of lasers* [online]. 2005, 6(12), 402-404 [cit. 2021-02-08]. ISSN 14720299. Dostupné z: doi:[10.1383/anes.2005.6.12.402](https://doi.org/10.1383/anes.2005.6.12.402)

- [11] NAVRÁTIL CSc.c, Prof.Mudr. Leoš a Kolektiv. *Nové pohledy na neinvazivní laser* [online]. 1. Praha: Grada Publishing, 2015, 21-22 [cit. 2021-05-10]. ISBN 978-80-247-59-29-6.
- [12] KUSALA, RNDr. Jaroslav, Jak funguje laser – princip laseru. Skupina CEZ [online]. ČEZ, 2004 [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/laser/k22.htm>
- [13] KACHTÍK, Lukáš. Laser a vše o něm. *Princip laseru* [online]. [cit.2021-5-13]. Dostupné z: <http://lasery.wz.cz/index.html>
- [14] Možné dělení typů a druhů laserů. *Leonardo Technology* [online]. Leonardo technology, 2002 [cit.2021-5-10]. Dostupné z: <http://lt.cz/e-learning/laser/mozne-deleni-typu-a-druhu-laseru>
- [15] GOLD, Michael H. Lasers and light sources for the removal of unwanted hair. *Clinics in Dermatology* [online]. 2007, 25(5), 443-453 [cit. 2021-5-12]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2007.05.017>
- [16] PODĚBRADSKÝ, Jiří a Radana PODĚBRADSKÁ. Bezpečnostní opatření při lasoterapii. *Fyzikální terapie – Manuál a algoritmy* [online]. Grada Publishing, 2009, s. 145-146 [cit. 2021-5-13]. ISBN 9788024728995.
- [17] Bezpečnost laseru a Třídy 1-4. *Leonardo technology* [online]. 2002 [cit. 2021-5-13]. Dostupné z: <http://www.lt.cz/e-learning/laser/bezpecnost-laseru-tridy-1-az-4>
- [18] Odstranění vrásek laserem. *Klinika YES VISAGE* [online]. 2021 [cit. 2021-5-13]. Dostupné z: <https://www.yesvisage.cz/cz/odstraneni-vrasek-laserem>
- [19] Laserové ošetření. *Estet Derma* [online]. [cit. 2015-5-13]. Dostupné z: <http://www.estetderma.cz/vrasky-omlazení.html>
- [20] Laserová dermatologie. *Laser Esthetic: Klinika laserové, estetické dermatologie a plastické chirurgie* [online]. LASER ESTHETIC, 2021 [cit. 2021-5-13]. Dostupné z: <https://www.laseresthetic.cz/laserová-dermatologie>
- [21] Laserové ošetření kůže. *Kosmetika Veronika* [online]. [cit. 2015-5-13]. Dostupné z: <http://www.kosmetika-veronika-cerna.cz/laserové-osetreni-kuze/>
- [22] DURMUŞ, Hüseyin Okan, Emel Çetin ARI, Baki KARABÖCE a MirHasan Yu SEYIDOV. Measurements of temperature and optical power caused by an IPL therapy

device on an artificial tissue. *Results in Optics* [online]. 2020, (100001) [cit. 2021-5-13]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.rio.2020.100001>

[23] Odstranění tetování. *Esthé laser clinic* [online]. [cit-2021-5-13]. Dostupné z: <https://www.esthe-laser.cz/odstraneni-tetovani/>

[24] BRYCHTA, Pavel a Staněk Jan. *Estetická a plastická chirurgie a korektivní dermatologie*. Grada Publishing a.s., 2014. ISBN 9788024707952

[25] VESELÝ, Jan. *Využití terapeutického laseru v medicíně* [online]. České Budějovice, 2015 [cit. 2021-5-13]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/02x7aq/15129151>. Bakalářská. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce Mgr. Zuzana Freitinger Skalická, Ph.D.

[26] ROYO, Josefina, Fernando URDIALES, Javier MORENO, Marwan AL-ZAROUNI, Paloma CORNEJO a Mario A. TRELLES. Six-month follow-up multicenter prospective study of 368 patients, phototypes III to V, on epilation efficacy using an 810-nm diode laser at low fluence. *Lasers in Medical Science* [online]. 2011, 26(2), 247-255 [cit. 2021-5-12]. ISSN 0268-8921. Dostupné z: doi:10.1007/s10103-010-0846-1

[27] HONEYBROOK, Adam, Tascha CROSSING, Eric BERNSTEIN, Jason BLOOM a Julie WOODWARD. Long-term outcome of a patient with paradoxical hypertrichosis after laser epilation. *Journal of cosmetic and laser therapy* [online]. 2018, 20(3), 179-183 [cit. 2021-5-13]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1080/14764172.20171383614>

[28] Laserová epilace. *Lasermed – preventivní a estetická dermatologie* [online]. 2011 [cit. 2021-5-13]. Dostupné z: <http://www.lasermed.cz/estetika/zakroky/epilace>

[29] Laserová epilace. *Kosmetická salon Holomojová* [online]. 2019 [cit. 2021-5-16]. Dostupné z: <https://www.kosmetika-holomojova.cz/laserove-epilace/>

[30] LEDA EPI – *The fastest diode laser systém for hair removal* [online]. VIRTUALEXPO GROUP, 2021 [cit. 2021-5-16]. Dostupné z: <https://trends.medicalexpo.com/alma-lasers/project-79240-414644.html>

[31] LOWERY, Joe, Rich COHEN, Felicia WHITNEY, James CHILDS a Gregory ALTSHULER. *Comparative Study between the Vectus™ Diode Laser System and LightSheer™ Duet for Long-Term Hair Reduction in the Axilla* [online]. Burlington, 2013, 1-4 [cit. 2021-5-16]. Dostupné z: [http://cynosure.de/wp-content/uploads/2013/09/1.-vectuspaperb\\_2013.pdf](http://cynosure.de/wp-content/uploads/2013/09/1.-vectuspaperb_2013.pdf)



- [32] Laserová epilace. *Salon MEDAPREX* [online]. [cit. 2021-5-17]. Dostupné z: <https://www.salon-medaprex.cz/osetreni/epilace-laserova-vectus/>
- [33] Vectus® Laser. *Cynosure* [online]. [cit. 2021-5-17]. Dostupné z: <https://www.cynosure.com/product/vectus-laser/>
- [34] Laserová bezbolestná epilace SOPRANO XLi. *BODY UP* [online]. [cit. 2021-5-17]. Dostupné z: <http://www.body-up.cz/sluzby/epilace/epilace-soprano>
- [35] Jak funguje přístroj SOPRANO XLi. *Studio estetické medicíny* [online]. [cit. 2021-5-17]. Dostupné z: <https://www.medlaser.cz/index.php?id=soprano-xl>
- [36] EXILITE BTL. *BTL* [online]. [cit. 2021-5-17]. Dostupné z: <https://www.btl.cz/produkty-esteticka-medicina-exilite>
- [37] IPL – trvalá epilace. *Kosmetický salón Greys* [online]. [cit. 2021-5-17]. Dostupné z: <https://kosmetikagrays.cz/trvala-epilace/>
- [38] GentleLase Candela. *Esthé Laser Clinic* [online]. [cit. 2021-5-17]. Dostupné z: <https://www.esthe-laser.cz/clanky/detail-gentlelase-candela-20/>
- [39] Laserová trvalá epilace. *Estetika Tábor* [online]. [cit. 2021-5-17]. Dostupné z: <https://www.estetikatabor.cz/laserová-trvala-epilace.html>
- [40] Laserová epilace E-light IPL. *Salón Andělské Krásky* [online]. [cit. 2021-5-17]. Dostupné z: <https://www.salonkrasy.net/depilace/laserova-epilace/>
- [41] Laserová epilace na přístroji LightSheer DUET. *ALTOS – Laserová dermatologická klinika* [online]. [cit. 2021-5-17]. Dostupné z: <https://altos-klinika.cz/laserova-epilace-na-pristroji-lightsheer-duet/>
- [42] LightSheer® DUET™. *Lumenis* [online]. [cit. 2021-5-17]. Dostupné z: <https://lumenis.com/aesthetics/products/lightsheer-duet/>
- [43] Fibra DFA. *Baldan Group* [online]. [cit. 2021-5-18]. Dostupné z: <https://www.baldangroup.com/fibra-dfa/>

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

nm	Nanometr
kW	Kilowatt
mm	Milimetr
LD	Laserová metoda
LED	Luminiscenční metoda
CO	Oxid uhelnatý
CO <sub>2</sub>	Oxid Uhličitý
s	Sekunda
IPL	Intenzivní pulzní světlo
cm <sup>2</sup>	Centimetr čtverečný
°C	Stupeň Celsia
UTB	Univerzita Tomáše Bati
J	Joule
Hz	Hertz

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1- Laser Vectus [33] .....	24
Obrázek 2 - Přístroj Soprano XLi [34] .....	25
Obrázek 3 - Přístroj BTL EXILITE [35] .....	25
Obrázek 4 - Přístroj Candela Gentle Laser [38] .....	26
Obrázek 5 - Přístroj LightSheer Lumenis DUET [42].....	27
Obrázek 6 - Přístroj Fibra DFA [43].....	29
Obrázek 7 - Hlavice přístroje Fibra DFA [43].....	29
Obrázek 8 - Displej přístroje Fibra DFA [vlastní zdroj].....	30
Obrázek 9 - Podpaží před epilací u probanda č. 1 [vlastní zdroj].....	33
Obrázek 10 - Podpaží po ukončení experimentu u probanda č. 1 [vlastní zdroj].....	33
Obrázek 11 - Podpaží před epilací u probanda č. 2 [vlastní zdroj].....	34
Obrázek 12 - Podpaží po ukončení experimentu u probanda č. 2 [vlastní zdroj].....	34
Obrázek 13 - Podpaží před epilací u probanda č. 3 [vlastní zdroj].....	34
Obrázek 14 - Podpaží po ukončení experimentu u probanda č. 3 [vlastní zdroj].....	34
Obrázek 15 - Podpaží před epilací u probanda č. 4 [vlastní zdroj].....	35
Obrázek 16 - Podpaží po ukončení experimentu u probanda č. 4 [vlastní zdroj].....	35
Obrázek 17 - Podpaží před epilací u probanda č. 5 [vlastní zdroj].....	36
Obrázek 18 -Podpaží po ukončení experimentu u probanda č. 5 [vlastní zdroj].....	36

## **SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 – Výzkum přístrojů používaných v českých salonech.....	23
Tabulka 2 – Popis probandů, míry a barvy ochlupení v podpaží .....	31
Tabulka 3 – Použité hodnoty přístroje u probanda č. 1 .....	31
Tabulka 4 – Použité hodnoty přístroje u probanda č. 2 .....	31
Tabulka 5 – Použité hodnoty přístroje u probanda č. 3 .....	32
Tabulka 6 – Použité hodnoty přístroje u probanda č. 4 .....	32
Tabulka 7 – Použité hodnoty přístroje u probanda č. 5 .....	32

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha P I: Informovaný souhlas s použitím přístroje FIBRA DFA k laserové epilaci podpaží

Příloha P II: Dotazník pro vyhodnocení výsledků experimentu

Příloha P III: Fotografie pořízeny v průběhu experimentu

# PŘÍLOHA P I: INFORMOVANÝ SOUHLAS S POUŽITÍM PŘÍSTROJE FIBRA DFA K LASEROVÉ EPILACI PODPAŽÍ

## INFORMOVANÝ SOUHLAS S POUŽITÍM PŘÍSTROJE FIBRA DFA K LASEROVÉ EPILACI PODPAŽÍ

Tento dokument byl vyhotoven s cílem informovat Vás o možnosti využití epilačního laseru FIBRA DFA, jednoho z přístrojů sloužících v kosmetice pro jeho efektivnost v redukci ochlupení v oblasti podpaží. Dále informuje o této metodice a jejich možných rizicích.

Je důležité, abyste si všechny tyto informace pozorně přečetl/a, pochopil/a jejich význam nebo se v případě pochybností zeptal/a. Na závěr podepíšete souhlas s epilačním ošetřením podpaží pomocí přístroje FIBRA DFA.

V ....., dne .....

Pan / paní ..... obdržel/a tyto ústní a

písemné informace od .....

### ÚVOD

Přístroj je italskou špičkovou inovací v oboru odstraňování chloupků představený firmou The Baldan Group.

Vyznačuje se spojenými mikroobjektivy, které umožňují, aby světlo produkované vícenásobnou diodou bylo soustředěno v jednom pulzu a přeneseno do chloupků pomocí laserového paprsku.

Přístroj má smíšený systém chlazení pomocí vzduchu a vody. Výkonný a stabilní chladicí systém poskytuje bezbolestný a bezpečný průběh celého ošetření.

U přístroje Fibra DFA lze nastavit hodnoty energie a frekvence laserového pulzu dle změřeného fototypu. Pomocí speciální funkce lze vybrat správnou metodu odstraňování chloupků podle různých ošetřovaných oblastí, čímž se maximalizuje účinnost ošetření.

Přístroj Fibra DFA obsahuje dva provozní režimy, a to Fast mode a Free mode. Režim Fast mode používá nízký výkon (10 J/cm<sup>2</sup>) a vysokou frekvenci (10 Hz). Při tomto druhu ošetření je definovaná plocha, na kterou může být použito určité množství energie. U režimu Fast mode se dají využít dva typy, které se liší vysíláním paprsku z hlavičky přístroje.

Laserová epilace funguje na principu selektivní fototermolýzy, kdy dochází k zasažení pigmentu (melaninu) ve vlasové cibulce v růstové fázi. Vlasová cibulka je v růstové fázi naplněna pigmentem. Buňky vlasového kořínku v růstové fázi jsou mnohem citlivější na teplo, díky tomu jsou vlasové folikuly nevratně zničeny bez poškození okolní tkáně.

Jelikož se chloupky nacházejí v různých vývojových fázích růstu, je zapotřebí zákrok několikrát opakovat.

Nejedná se o bolestivé ošetření a je možné jej bez nebezpečně zopakovat.

### Indikace:

- Redukce ochlupení
- Redukce pigmentových skvrn

## KONTRAINDIKACE A BEZPEČNOSTNÍ OPATŘENÍ PŘÍSTROJEM FIBRA DFA

**Ochrana očí** – Vzhledem k vysoké intenzitě světla je v průběhu terapie nutné chránit zrak pacienta homologovanými brýlemi určenými k tomuto účelu. Existuje zde riziko ozáření oční sítnice.

**Těhotenství** – Přestože nebyly pozorovány žádné komplikace, je zde doporučena maximální opatrnost.

**Dysfunkce žláz s vnitřní sekrecí a útvarů s podezřením na rakovinu** – Výsledky klinických testů varují před dlouhodobou expozicí koncentrovaným svazkem záření.

**Laser se nesmí používat u klientů s následujícími nemocemi nebo stavy:**

- Kardiostimulátor
- Angina pectoris
- Hemofilie
- Ekzém
- Psoriáza
- Těhotenství nebo kojení
- Cukrovka
- Oděry nebo škrábance
- Astma
- Epilepsie

**JE DŮLEŽITÉ, ABYSTE SI POZORNĚ PŘEČETL/A VÝŠE UVEDENÉ INFORMACE A BYLY ZODPOVĚZENY VŠECHNY VAŠE OTÁZKY, NEŽ TENTO SOUHLAS PODEPÍŠETE.**

### SOUHLAS S POUŽITÍM PŘÍSTROJE FIBRA DFA

Tímto pověřuji ..... a/ nebo zvolené pomocníky k provedení ošetření ..... pomocí FIBRA DFA.

Přečetl/a jsem si a chápu výše uvedené informace a byl/a jsem náležitě informován/a a vyřešil/a jsem své pochybnosti při osobním rozhovoru uskutečněném dne .....

Byl/a jsem dotázán/a, zda si přeji podrobnější informace. Jsem však spokojen/a s vysvětlením a nepotřebuji další informace. Osobně přijímám veškerá výše uvedená rizika včetně každého z nich, jež by se mohla vyskytnout v mém případě v důsledku aplikace výše uvedeného ošetření.

Prohlašuji, že jsem neopomněl/a poskytnout lékařské informace hovořící proti aplikaci této techniky týkající se méj minulosti a klinicko-chirurgických událostí v minulosti, zvláště v souvislosti s alergii a nemocemi, medikací nebo osobními riziky.

A POSKYTUJI SVŮJ SOUHLAS, aby mi bylo provedeno ošetření pomocí laserového přístroje FIBRA DFA.

Jsem srozuměn /a s tím, že tento souhlas mohu odvolat kdykoli před ošetřením nebo v jeho průběhu.

Na důkaz toho podepisuji tento dokument

Ve Zlíně, dne .....

# PŘÍLOHA P II: DOTAZNÍK PRO VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ EXPERIMENTU

## Dotazník – Laserová epilace

Jméno:

1. Rok narození:
2. Byl/a jste dříve na laserovém ošetření?
  - Ano
  - Ne
3. Jak husté bylo vaše ochlupení před ošetřením?
4. Jakou barvu chloupků máte?
  - Světlá
  - Šedá
  - Tmavá
5. Viděl/a jste změnu již po prvním ošetření?
  - Ano
  - Ne
  - Pokud ano, jakou?
    - Změna barvy:
  
    - Změna hustoty ochlupení:
6. Bylo ošetření bolestivé?
  - Ano
  - Ne
7. Zaznamenali/y jste nějaké vedlejší účinky?
8. Jaké změny jste zaznamenal/a po posledním ošetření?



## PŘÍLOHA P III: FOTOGRAFIE POŘÍZENY V PRŮBĚHU EXPERIMENTU

Fotografie podpaží u probanda č.1 – v průběhu experimentu



Fotografie podpaží u probanda č.2 – v průběhu experimentu



Fotografie podpaží u probanda č.3 –  
v průběhu experimentu



Fotografie pořízené u probanda č.4 –  
v průběhu experimentu



Fotografie pořízené u probanda č.5 – v průběhu experimentu

