

# Využití laseru v kosmetické péči

Lucie Müllerová

---

Bakalářská práce  
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky  
akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lucie MÜLLEROVÁ**  
Osobní číslo: **T09154**  
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie výroby tuků, kosmetiky a detergentů**

Téma práce: **Využití laseru v kosmetické péči**

Zásady pro vypracování:

1. Provedte literární rešerši v oblasti využití laserů v kosmetické péči o kůži, zaměřte se na základní principy a rozdělení laserů.
2. Dále se zabývejte hygienickými předpisy pro práci s lasery a biologickými účinky světelného záření.
3. Získané výsledky kriticky zhodnoťte a diskutujte.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

**NAVRÁTIL, Leoš. Medicínská biofyzika. Vyd. 1. Praha: Grada, 2005, 524 s. ISBN 80-247-1152-4**

**FEŘTEKOVÁ, Vlasta. Kosmetika v teorii a v praxi. Praha: Maxdorf, 1994, 269 s. ISBN 80-858-0020-9**

**CAMPBELL, Neil A a Jane B REECE. Biologie. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2006, 1332 s. ISBN 80-251-1178-4**

**BALL, Kay. Lasers: the perioperative challenge. 2nd ed. St. Louis: Mosby, c1995, 434 s. ISBN 08-151-0524-X**

**SALEH, B. Základy fotoniky 3. Praha, 1991, 330 s. ISBN 80-858-6305-7**

Vedoucí bakalářské práce:

**doc. Ing. Rahula Janiš, CSc.**

Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

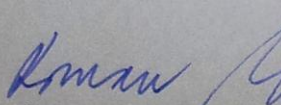
Datum zadání bakalářské práce:

**24. února 2012**

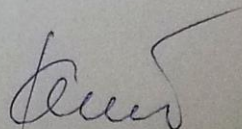
Termín odevzdání bakalářské práce:

**21. května 2012**

Ve Zlíně dne 24. února 2012

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



  
doc. Ing. Rahula Janiš, CSc.  
*ředitel ústavu*

Příjmení a jméno: MÜLLEROVA' LUCIE.....

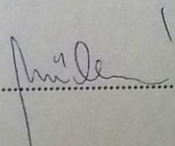
Obor: CHTP-ks.....

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/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);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 16.5.2012.....

  
.....

---

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

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

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

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

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

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

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

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

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

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

## **ABSTRAKT**

Cílem této práce je literární studie využití laseru v kosmetické péči o kůži. Úvodní část bakalářské práce je zaměřena na základní principy laserů, jejich rozdělení a historii laserů. Další kapitoly pojednávají o možnostech použití jednotlivých typů laserů, hygienických předpisech pro práci s lasery a biologickými účinky světelného záření na kůži. Dále jsou diskutovány indikace a kontraindikace laserového ošetření. V závěru je popsán systém biostimulačního laserového ošetření Lasocare, který se frekventovaně využívá v kosmetických salónech.

Klíčová slova: laser, světelné záření, péče o kůži, biologické účinky světla

## **ABSTRACT**

The aim of this thesis is a literary study of application of lasers in cosmetic care of skin. The initial part of the bachelor thesis is focused on basic principals of lasers, their division and history. Following chapters deal with possibilities of using particular types of lasers, hygienic regulations for working with lasers and biological effects of radiation of light on our skin. Another things dicussed in the thesis are indication and contraindication of laser treatment. At the end of the thesis the reader is informed about a system of biostimulating laser treatment called Lasocare, which is frequently used in beauty parlours.

Keywords: laser, light radiation, skin care, light biological effects

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Rahulu Janišovi, Csc. z Ústavu technologie tuků, tenzidů a kosmetiky za odborné vedení mé práce, za užitečné rady a připomínky a především za jeho ochotu. Také bych chtěla poděkovat své rodině, přátelům a svému příteli za užitečné rady a poskytnutí ideálních podmínek pro zhotovení této práce.

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

Ve Zlíně:

Podpis:

## **OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>1 TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 HISTORIE VÝVOJE LASERŮ</b> .....	<b>11</b>
1.1 VÝZNAMNÍ VĚDCI.....	12
<b>2 LASER A JEHO FUNKCE</b> .....	<b>13</b>
<b>3 KONSTRUKCE LASERU</b> .....	<b>16</b>
<b>4 TYPY LASERŮ DLE JEJICH VLASTNOSTÍ</b> .....	<b>18</b>
4.1 ROZDĚLENÍ LASERŮ .....	18
<b>5 HYGIENICKÉ PODMÍNKY PRO PRÁCI S LASEREM</b> .....	<b>22</b>
5.1 POVINNÁ TECHNICKÁ DOKUMENTACE LASEROVÝCH PŘÍSTROJŮ .....	24
<b>6 ÚČINEK SVĚTELNÉ ENERGIE LASERU NA ORGANISMUS</b> .....	<b>25</b>
6.1 HLOUBKA PRŮNIKU LASEROVÉHO SVĚTLA DO TKÁNĚ .....	25
<b>7 POUŽITÍ LASERU</b> .....	<b>26</b>
7.1 LASER V KOSMETICE .....	27
7.2 POUŽITÍ LASERU V PÉČI O KŮŽI.....	27
<b>8 POPIS KONKRÉTNÍHO KOSMETICKÉHO LASERU</b> .....	<b>36</b>
8.1 LASER LASOCARE LUNAR COSMETICS.....	36
8.1.1 Indikace .....	37
8.1.2 Kontraindikace .....	38
8.1.3 Sestava přístroje LASOCARE LUNAR Cosmetics.....	38
8.1.4 Účinky metody LASOCARE .....	40
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>42</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>43</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>51</b>
<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>52</b>



## ÚVOD

Druhá polovina minulého století byla charakteristická celou řadou převratných vědeckých objevů, mezi něž jistě patří i laser. Toto unikátní zařízení si našlo velmi rychle cestu z výzkumných laboratoří do nejrůznějších aplikačních oblastí lidské činnosti včetně kosmetiky. Jeho koherentní, monochromatické a polarizované záření může být v neosvícených rukách zneužito na zabíjení, v těch osvícených pak svařuje, řeže, vrtá, brousí, zobrazuje v 3D prostoru, měří vzdálenosti, ale vrací i zdraví a pěkný vzhled. A mladistvý vzhled je fenoménem současné společnosti. Zvyšuje sebevědomí a možnosti uplatnění na trhu práce.

Zájemci o zlepšení vzhledu přicházejí na specializovaná pracoviště již s počínajícími změnami stárnutí kůže nebo si přejí podstoupit preventivní postupy s cílem vyhnout se v budoucnu drastickým zákrokům. Žádají odstranění viditelných známek stárnutí bezpečnou cestou, s minimálním rizikem, při zachování přirozenosti a svěžího vzhledu, bez omezení běžných každodenních aktivit. Tato skutečnost vytváří podmínky pro zavádění rejuvenačních zákroků a technik, mezi něž patří i ozařování laserem.

Předkládaná rešeršní práce je zaměřena na aktuální problematiku využití laseru v péči o kůži. Stručně si všímá historie vzniku laseru, systematickému dělení laserů, principům jeho funkce, oblastem a podmínkám jeho využití.

Hlavní pozornost je pak zaměřena na účinky a využití laseru v kosmetice, kde se využívá především ke zkrášlení vzhledu, ale také při terapii jizev, hojení poruch zánětlivých a jiných, při aplikaci po kosmetických procedurách i na nejrůznější dermatologické a chronické projevy. Jsou diskutovány i kontraindikace bránící použití laseru.

V poslední kapitole této práce je pak popsán konkrétní typ laseru používaný v kosmetických salónech. Pro tento popis byl zvolen biostimulační přístroj LASOCARE LUNAR Cosmetics, který se nacházel v instrumentální výbavě Laboratoře aplikované kosmetiky na Ústavu technologie tuků tenzidů a kosmetiky UTB ve Zlíně.

Příslloví:

*„Kam nechodí slunce, tam chodí lékař“*

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 HISTORIE VÝVOJE LASERŮ

Již v dávné minulosti si lidé uvědomovali důležitost světelného záření a vnímali jeho pozitivní účinky. Samotné lasery byly objeveny ve druhé polovině 20. století. Lasery souhrnně označují kvantové generátory světla a zesilovače záření, které nejčastěji pracují v optické oblasti elektromagnetického spektra. Tato jeho funkce vychází přímo z anglického názvu: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, což v přesném překladu znamená: Zesílení světla pomocí stimulované emise záření. Český ekvivalent pro laser: kvantový generátor světla. [1]-[5]

V medicíně se začaly lasery [1]-[38] využívat až koncem roku 1961. Nejprve se začaly užívat v oftalmologii, za nedlouho i v dermatologii a posléze pak v dalších oborech jako například onkologie. V současné době se využívají různé lasery v jednotlivých oborech za pomoci správného nastavení parametrů záření pro dané použití. V následující tabulce 1 je shrnutí vývoje laserových systémů a jejich objevitelů.

ROK	JMÉNO	OBJEV
1917	Einstein	Princip stimulované emise
1958	Schawlow & Townes	Princip laseru
1960	Javan	Hélium-neon laser
1960	Maiman	Rubínový laser
1961	Goldman	první klinické aplikace rubínového laseru
1961	Schnitze	Nd: Glass laser
1964	Bridges	Argonový laser
1964	Patel	CO <sub>2</sub> laser
1964	Gordon	Argonový
1964	Geusic, Marcos, Van Uitert	Nd: YAG laser
1965	Polanyi	1. klinické aplikace CO <sub>2</sub> laseru
1968	L'Esperance	1. klinické aplikace argonového laseru
1977	Kiefhaber	1. klinické aplikace Nd: YAG laseru
1980	Dougherty	Popis fotodynamické terapie
1981	Bierlein	KTP laser
1984	Daikuzono, Joffe	Nd: YAG nová kontaktní technologie

Tabulka 1: Historický vývoj laserových systémů [1]

Po roce 1984 procházel laser neustálým vývojem. Jednotlivé typy laserů se tak postupem času zdokonalovaly a vylepšovaly se jejich parametry. [39]-[41]

## 1.1 Významní vědci

Charles Hard Townes narozen v červenci 1915 je americký fyzik, který získal Nobelovu cenu za fyziku, stejně jako Nikolaj Genadijevič Basov, který se narodil v prosinci 1922 a Aleksandr Michajlovič Prochorov narozen v červenci 1916 Zabývali se převážně teorií a aplikací maseru, kvantovou elektronikou spojenou s maserem [42]-[45] a nejrůznějšími laserovými přístroji. Na maser též získal Townes patent. Maser je zařízení, jehož funkcí je zesilovat a generovat mikrovlnné - koherentní elektromagnetické záření na základě stimulované emise. V podstatě pracuje na stejném principu jako laser. [42]-[49]

## 2 LASER A JEHO FUNKCE

Princip funkce laseru je popsán v řadě literárních pramenů [1]-[5], [39]-[40] a je již obsažen v samotném názvu:

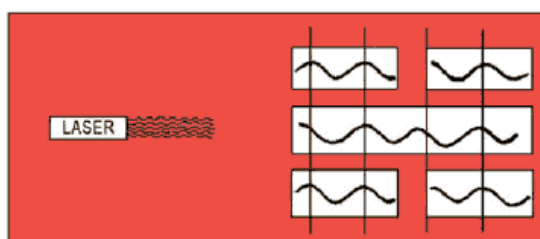
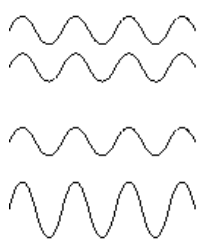
<b>L</b> – Light	- světlo
<b>A</b> – Amplification	- zesilování
<b>S</b> – by Stimulated	- stimulování
<b>E</b> – Emission	- emise
<b>R</b> – of Radiaton	- záření

Laser funguje tak, že světelné vlny jsou zesilovány v procesu stimulace atomů nebo molekul, které mají přebytečnou energii, a tu mohou vyslat ve formě fotonů o stejné frekvenci a fázi jako má světelná vlna.

Laser je zdroj monochromatického, polarizovaného a koherentního elektromagnetického záření ve viditelné, ultrafialové a infračervené oblasti světelného spektra, které má malou divergenci (rozbíhavost). Základní sestavu činí laser o výkonu 5mW a emitované vlnové délce 650nm. Co se týká kosmetických laserů, ty pracují na vlnové délce 635nm – 670nm. Čím větší je vlnová délka, tím proniká paprsek hlouběji do kůže a zasahuje její hlubší struktury [1]-[5], [39]-[41]

Laserové světlo je monochromatické, což znamená, že reprezentováno jen jednou barvou – září jen na jedné vlnové délce a každé vlnové délce je přiřazena jiná barva. Dále je to světlo polarizované, kmitající v jedné rovině, nikoli rozptýlené, jako tomu může být například u žárovky. Laserové světlo je světlo polarizované (do vysoké míry uspořádané). Jedná se o monochromatické vlnění, které je časově orientované tak, že fáze všech vln je shodná. V následujícím obrázku (obr. 1) je znázorněn průběh koherentního záření. [8]-[32]

KOHERENTNÍ ZÁŘENÍ



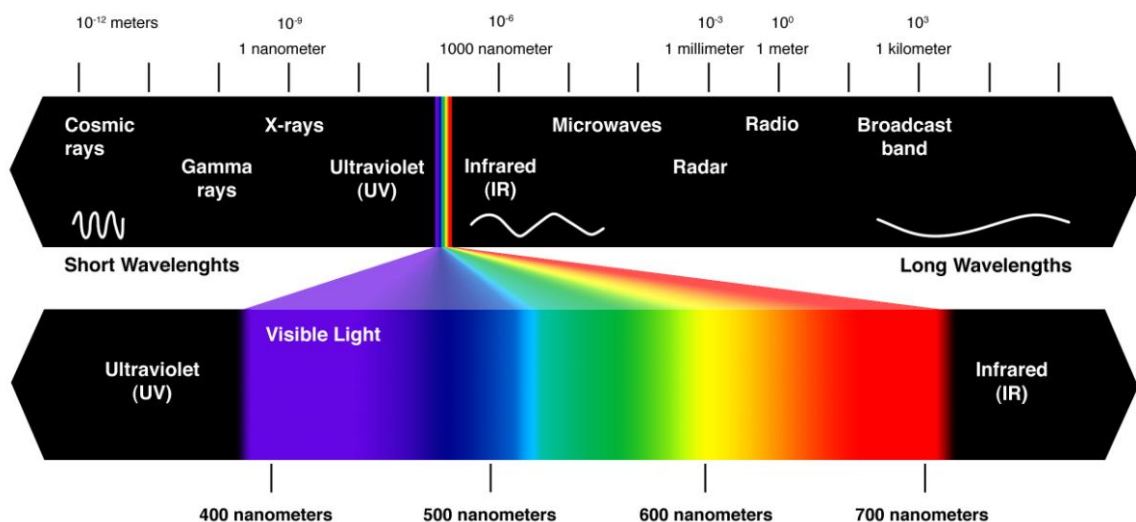
Obr. 1: Laserové záření [50]

Na níže uvedených grafech (viz obr. 2) závislosti relativní intenzity na vlnové délce, je dokumentována monochromaticnost laserového záření na rozdíl od světla žárovky. Je patrné, že laser emituje světlo pouze v určité vlnové délce – 650 nm (červená), a že žárovka září jak v infračervené oblasti – 760-1000 nm, tak i v oblasti viditelného světla – 400-760 nm, a to současně.



Obr. 2: Srovnání laseru a žárovky [45]

Barva laserem vyzařovaného světla může být v neviditelné ultrafialové či infračervé oblasti spektra a rovněž může, v závislosti na typu laseru, pokrývat prakticky celé viditelné spektrum. To je znázorněno na obr. 3, kde příslušným barevným odstínům jsou přiřazeny vlnové délky v nanometrech. [51]



Obr. 3: Vlnové délky jednotlivých barev spektra [51]

Pro barvy fialová (405nm), modrá (457nm), zelená (532nm), žlutá (587nm), oranžová (635nm), červená (650nm), tmavě červená (697nm), neviditelná (808nm). Pro vyšší vlnovou délku (nad 700nm) je již laserové záření pro lidské oko neviditelné, jedná se o již zmiňované infračervené záření. [52]-[53]

Významnou vlastností laseru je, že dokáže přeměnit okolo 20% elektrické energie na energii světelnou. Jen pro představu obyčejná žárovka přemění okolo 3% elektrické energie na světelnou a zářivka okolo 15%. Ale například světluška je schopná přeměnit až 100% biochemické energie na světlo. Laser má specifické vlastnosti a účinky, zejména pro živé buňky. Rostlinná buňka, na rozdíl od živočišné, dokáže bez problémů zpracovat jen denní světlo. Živočišná buňka umí vstřebat a zužitkovat právě i světlo laseru, které stimuluje energetický metabolismus buňky. Toto si můžeme představit jako například urychlení hojení ran. Energie světelná se tak přeměňuje na energii buněčnou, což se projeví stimulací propustnosti membrán, která umožňuje lepší vyživování. To vede ke zvýšenému metabolismu buňky a jejímu následnému dělení. [1]-[4]

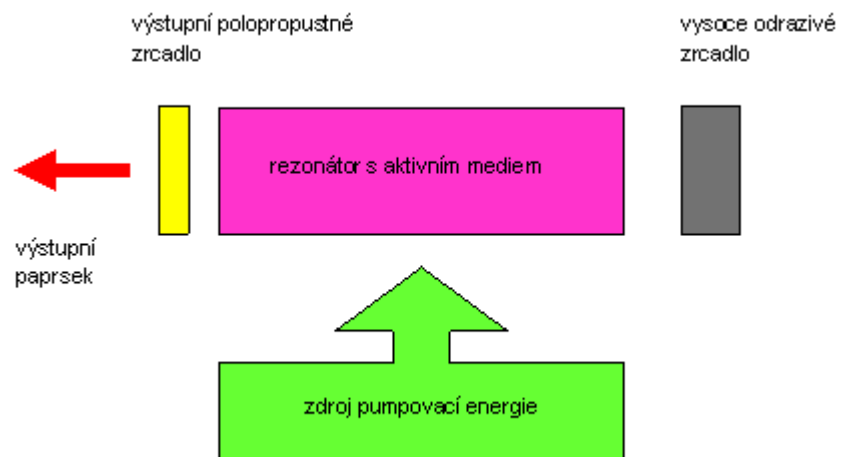
### 3 KONSTRUKCE LASERU

Obecně můžeme říci, že se laser skládá ze 4 základních funkčních částí a dalšího příslušenství [1]-[5], [37]-[39]:

1. Aktivní prostředí: Aktivní prostředí je prezentováno látkou, která obsahuje oddělené kvantové energetické hladiny elektronů, na kterých přeskakují elektrony z nižší energetické hladiny na hladinu energeticky vyšší.  
Podle typu prostředí je lze rozdělit do čtyř hlavních skupin na plynové, pevnolátkové, diodové a kapalinové.
  2. Zdroj záření: Zdroj záření slouží k tomu, aby dodával energii elektronům, tak aby se mohly přesouvat z hladiny energeticky nižší do hladiny energeticky vyšší.  
Zdrojem záření je například elektrický proud, výbojka nebo chemická reakce.
  3. Rezonátor: Rezonátor se používá k zesilování světla a je prezentován dvěma zrcadly, která jsou k sobě rovnoběžná a jsou kolmá na osu laseru.  
První z nich je polopropustné a druhé nepropustné.
  4. Laserový paprsek: Tento paprsek vychází přímo z aktivního prostředí, přes polopropustné zrcadlo, které propouští fotony.  
Jedná se o koherentní (nerozbíhavý) a monochromatický (jednobarevný) paprsek. Má stejnou rychlost jako je rychlost světla (300 000 km/s).
- Příslušenství: Dále se laser skládá z dalších doplňujících částí jako například chladič laseru, měřič výkonu, kalibrační přístroj, atd.

Na obr. 4 je zobrazeno jednoduché schéma složení laseru. Jsou tam vyobrazeny jeho základní části. Aktivní prostředí, zdroj záření, rezonátor, laserový paprsek a zrcadla kolmá na osu laseru. První zrcadlo je nepropustné a druhé – koncové je polopropustné. Dále se laser skládá z laserové hlavy, budicího zařízení a řídicí jednotky. [37]-[38]





Obr. 4: Základní konstrukce laseru [48]

## 4 TYPY LASERŮ DLE JEJICH VLASTNOSTÍ

Lasery dělíme podle jejich vlastností do několika skupin. Za nejobsaženější skupinu laserů můžeme považovat ty, které se dělí podle skupenství aktivního prostředí. Dále však máme i lasery dělicí se podle vlnové délky, excitace, počtu energetických hladin a podle režimu práce. [1]-[4], [37]-[39]

### 4.1 Rozdělení laserů

Jak už bylo uvedeno v předchozím odstavci, tak lasery lze rozdělit na základě toho, jaké skupenství má jejich aktivní prostředí, a to do 4 základních skupin: [1]-[4], [8]-[20], [37]-[38]

- Plynové:** Jejich aktivní prostředí je tvořeno atomy nebo také ionty či molekulami. Excitace probíhá pomocí elektrického výboje ve zředěném plynu a jsou jak pulzní, tak i kontinuální. Jsou to lasery s malým výkonem a homogenním prostředím.
- Pevnolátkové:** Aktivní prostředí je tvořeno krystalickými látkami a tyto typy laserů využívají excitaci optickou. Jsou pulzní i kontinuální. Zářívají v rozsahu o vlnové délce infračerveného světla až po viditelné světlo. Jsou stabilní a lehce se udržují
- Polovodičové:** Aktivní prostředí je tvořeno polovodičem. Patří mezi nejrozšířenější a nejpoužívanější lasery. Jejich součástí je laserová dioda, která je velmi malá a zapříčiňuje větší rozbíhavost paprsku. Je velmi účinná a její výkon se dá regulovat pomocí elektrického proudu. Největší uplatnění mají ve výpočetní technice.
- Kapalinové:** Jejich aktivní prostředí je složeno z různých organických barviv (odtud též název barvivové). Tato barviva lze různě zkombinovat a tím lze vytvořit světlo o vlnové délce v rozsahu 300-1500 nm. Na obtíž je jejich krátká životnost, jelikož vlivem tepla a světla se rozpadá jejich aktivní prostředí. Nejvíce se využívají ve spektroskopii.

Následující tabulky 2, 3, 4, 5, 6, a 7 uvádějí podrobnější údaje o jednotlivých typech laserů, které se používají v různých odvětvích, převážně v průmyslu a v lékařství. Dále je v tabulkách ke každému laseru připsána jeho vlnová délka a spektrální oblast, ve které září a složení aktivního prostředí, ze kterého je složeno. V této kapitole jsou uvedeny tabulky s jednotlivými typy laserů (plynové atomární, plynové iontové, plynové molekulární, pevnolátkové, polovodičové a barvivové). Pro každou skupinu těchto laserů je uvedeno několik příkladů konkrétních zástupců a k nim jsou napsány příslušné vlnové délky a u některých také jejich použití, které je velmi pestré, od průmyslu až po medicínu. [1]-[4], [25]-[38]

Plynové atomární				
Typ laseru	Aktivní prostředí	Vlnová délka [nm]	Spektrální oblast	Použití
<b>He-Ne</b>	He, Ne	543, 633	zelená, červená	zaměřování polohy
<b>Měděný</b>	Cu	510, 578	zelená	podmořská komunikace
<b>Jodový</b>	I	321, 612, 1315	UV, viditelné, IR	věda, termojaderná syntéza
<b>Xenonový</b>	Xe, Ne, He	140 vln. délek	viditelné, IR	-

Tabulka 2: Prostorové plynové atomární – typy laserů

Plynové iontové				
Typ laseru	Aktivní prostředí	Vlnová délka [nm]	Spektrální oblast	Použití
<b>Argonový</b>	Ar	488, 514	modrá, zelená	oftalmologie, spektroskopie
<b>He-kadmiový</b>	He, Cd	325, 442	UV, modrá	spektroskopie

Tabulka 3: Prostorové plynové iontové – typy laserů

Plynové molekulární				
Typ laseru	Aktivní prostředí	Vlnová délka [nm]	Spekt. oblast	Použití
<b>Vodíkový</b>	H <sub>2</sub>	100-120, 140-165	UV	-
<b>CO<sub>2</sub></b>	CO <sub>2</sub>	10,6.10 <sup>-3</sup>	IR	sváření, řezání, stomatologie
<b>CO</b>	CO	5-6,5.10 <sup>-3</sup>	IR	-
<b>Excimerový</b>	ArF, KrCl, KrF, XeCl, XeF	193-351	UV	oftalmologie, laserová ablace
<b>Dusíkový</b>	N <sub>2</sub>	337	UV	-
<b>HF</b>	HF	2,7.10 <sup>-3</sup>	IR	-
<b>H<sub>2</sub>O</b>	H <sub>2</sub> O	118,6; 220,2	UV	-
<b>HCN</b>	HCN	331.10 <sup>-3</sup> , 337.10 <sup>-3</sup>	UV	-

Tabulka 4: Prostorové plynové molekulární – typy laserů

Pevnolátkové				
Typ laseru	Aktivní prostředí	Vlnová délka [nm]	Spektrální oblast	Použití
<b>Rubínový</b>	$\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Cr}^{3+}$	694,3	červená	holografie, odstr. tetování, kosmetika
<b>Nd: YAG</b>	$\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Nd}^{3+}$	1064,1	IR	liografie, chirurgie
<b>Ho: YAG</b>	$\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ho}^{3+}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$	IR	chirurgie, stomatologie
<b>Er: YAG</b>	$\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Er}^{3+}$	$1,56 \cdot 10^{-3}; 2,94 \cdot 10^{-3}$	IR	dálkoměry, stomatologie
<b>Yb: YAG</b>	$\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Yb}^{3+}$	$1,029 \cdot 10^{-3}$	IR	svařování, řezání
<b>Titan-safírový</b>	$\text{Ti}, \text{Al}_2\text{O}_3$	690-1000	červená, IR	spektroskopie, fs pulsy
<b>Alexandritový</b>	$\text{Al}_2\text{BeO}_4:\text{Cr}^{3+}$	700-818	červená, IR	žhánění řezání
<b>Neodymový</b>	$\text{SiO}_2:\text{Nd}_2\text{O}_5$	$1,0623 \cdot 10^{-3}$	červená, IR	vysoce-energetické
<b>Nd: YLF</b>	$\text{LiYF}_4$	1053	červená, IR	průmysl, lékavství

Tabulka 5: Prostedí pevnolátkové – typy laserů

Polovodičové				
Typ laseru	Aktivní prostředí	Vlnová délka [nm]	Spektrální oblast	Použití
<b>GaAs</b>	GaAs	650, 840	červená, IR	ukazovátka, tiskárna
<b>GaAlAs</b>	GaAlAs	670-830	červená	telekomunikace, CD přehrávače, displeje
<b>AlGaInP</b>	AlGaInP	650	červená	přehrávače DVD
<b>GaN</b>	GaN	405	modrá	Blue-ray disky
<b>InGaAlP</b>	InGaAlP	630-685	červená	lékařství, kosmetika

Tabulka 6: Prostedí polovodičové – typy laserů

Barvivové				
Typ laseru	Aktivní prostředí	Vlnová délka [nm]	Spektrální oblast	Použití
<b>Rhodamin 6G</b>	$\text{C}_{28}\text{H}_{31}\text{N}_2\text{O}_3\text{Cl}$	570-650	žlutá, oranžová, červená	dermatologie
<b>Kumarin C30</b>	$\text{C}_9\text{H}_6\text{O}_2$	504	zelená	oftalmologie, chirurgie

Tabulka 7: Typy laserů – barvivové lasery

Z předchozích tabulek lze vyčíst, že plynové iontové lasery a barvivové lasery se využívají převážně v lékařství. Polovodičové lasery mají využití také spíše v lékařství, ale využívají se také například při čtení DVD. Dále, že pevnolátkové lasery mají využití jak v medicíně (např. chirurgie, stomatologie), tak i bohaté využití v průmyslu (např. sváření, řezání).

Lasery lze dělit, kromě složení aktivního prostředí, ještě dle dalších hledisek. A to podle rozdílné vlnové délky, excitace, počtu energetických hladin a režimu práce.

Na základě vlnové délky dělíme lasery na infračervené, ultrafialové, rentgenové a emitující v oblasti viditelného světla.

Dále dle excitace, kde rozhodujícím faktorem je zdroj záření například na lasery s optickým zářením, s elektrickým polem a chemickou reakcí.

Podle počtu energetických hladin na lasery se dvěma energetickými hladinami a více energetickými hladinami.

Na základě režimu práce na lasery pulzní a kontinuální. [1]-[4], [29]-[38]

Podle režimu práce			
Typ laseru	Průměrný výkon	Frekvence pulsů	Špičkový výkon
<b>Kontinuální</b>	1 mW – 100 kW	0 Hz – 10 kHz	1 mW – 100 kW
<b>Pulzní</b>	100 mW – 1 kW	1 Hz – 100 kHz	1 kW – 1 GW

*Tabulka 8: Podle režimu práce – typy laserů a jejich výkon a frekvence*

Ve výše uvedené tabulce č. 8 jsou rozděleny lasery podle režimu práce na kontinuální a pulzní. Jsou zde porovnány jejich parametry jako frekvence pulsů, průměrný a špičkový výkon, kdy nevyššího průměrného výkonu dosahuje kontinuální typ laseru. Naopak nejvyšší špičkový výkon a nejvyšší frekvenci pulsů mají lasery pulzní. Pulzní lasery mají většinou pevnolátkové aktivní prostředí. [1]-[4], [27]-[43]

## 5 HYGIENICKÉ PODMÍNKY PRO PRÁCI S LASEREM

Opatření a požadavky pro práci s lasery v sobě zahrnuje Směrnice o hygienických zásadách pro práci s lasery č. 61 z roku 1982. Směrnice obsahuje 13 paragrafů a 4 přílohy. Dále směrnice rozděluje lasery do pěti bezpečnostních tříd na základě jejich fyzikálních vlastností jako je vlnová délka, výkon záření, hustota energie záření jimi vyzařovaná. [1]-[4]

### Třídy bezpečnosti laseru

Některé lasery pracují na vlnových délkách, které oko velice dobře vnímá. Jelikož je laser koherentní a rozptyl je tedy velmi malý, může být světlo laseru soustředěného na velmi malou plochu sítnice, čímž způsobí přehřátí daného bodu a může dojít k trvalému poškození zraku.

Lasery se dle bezpečnosti dělí do čtyř základních skupin I., II., III., IV., kdy třetí skupina se dělí ještě na dvě podskupiny IIIa a IIIb. [1]-[4], [37]-[47]

#### Třída I.

Do této třídy patří lasery emitující záření o vlnové délce 200 – 13000 nm s výkonem větším jako  $7,9 \cdot 10^{-4}$  W. Tato vyzařovaná energie nezpůsobuje žádné poškození zraku, a proto nevyžadují žádné zvláštní bezpečnostní zacházení. Do laseru lze trvale pohlédnout bez zdravotních následků.

#### Třída II.

Do II. bezpečnostní třídy patří lasery, které emitují záření o vlnové délce viditelného spektra 400 – 700 nm s výkonem nepřekračujícím 1 mW. Tyto typy laserů mohou poškodit zrak, avšak jen při dlouhém náhledu do paprsku. Před poškozením oka chrání mrkací reflex. Prostory, kde se laser využívá, musí být označeny příslušnou tabulkou a přístroj musí být vybaven světelnou nebo akustickou signalizací chodu. Laser se musí zabezpečit tak, aby se předešlo případnému zásahu oka.

### **Třída III.**

Tato třída se dále dělí ještě do dvou podskupin, které jsou uvedeny níže.

#### ***Třída III. a***

Tyto lasery opět emitují záření ve viditelné oblasti spektra, jejich výkon není vyšší než 5 mW a hustota záření do  $2,9 \cdot 10^{-3} \text{ W.cm}^{-2}$ . Při náhodném pohledu do parsku nepoškozuje zrak, stejně jako u bezpečnostní třídy II. Přístroj se zabezpečuje stejným způsobem jako u třídy II.

#### ***Třída III. b***

Do této třídy patří lasery s maximálním výkonem do 500 mW. Záření toho laseru, dopadající na určitou plochu je buď pohlceno, nebo se paprsek odráží. Odraz může být zrcadlový nebo difuzní. K poškození oka může dojít jak při nahodilém pohledu do paprsku, tak při odrazu paprsku. Proto takové lasery podléhají přísným opatřením. Laser musí mít světelnou nebo akustickou signalizaci chodu. Místnost, ve které se s laserem pracuje, musí být opatřena tabulkou a musí být zabezpečena proti vstupu nepovolaným osobám. Samotným přístroj musí být konstruován tak, aby ho nepovolaná osoba nedokázala uvést do chodu (např. zámkem nebo bezpečnostním kódem). Též musí být patřičně vyznačena dráha parsku, aby se předešlo případnému vstupu do ní. V místnosti s tímto laserem nesmí být žádné předměty, od kterých by se paprsek mohl odrazit. Jedná se o předměty zejména lesklé, jako jsou zrcadla, lesklé nátěry, obkladačky a další. Proto jsou materiály v takové místnosti matné a okna jsou zakrytá (závěsy nebo roletami).

### **Třída IV.**

V této třídě je výkon laserů vyšší než 500 mW. Oko je ohroženo přímým náhledem do parsku, ale také paprskem difúzně odraženým. Bezpečnostní opatření pro tuto třídu jsou stejné jako pro třídu III. b, ale navíc musí být také vstupní dveře opatřeny světelnou nebo akustickou signalizací chodu. Také je nutné zakrýt dráhu svazku záření, který je upraven tak, že při jeho otevření je přerušen přívod energie, který napájí stroj a nemůže tak dojít k poškození přítomných osob.

## **5.1 Povinná technická dokumentace laserových přístrojů**

Technickou dokumentaci k danému laseru povinen přiložit k přístroji výrobce. Mezi nejdůležitější údaje, které musí dokumentace obsahovat, patří: zařazení laseru do třídy, vlnová délka, režim generování laserového záření, výkon záření a vyzařovaná hustota energie. Dále tato dokumentace také obsahuje návod k montáži a instalaci, značku, výrobní číslo, rok výroby, návod k obsluze a k údržbě. U laserů III. a IV. třídy musí být bezpečnostní poučení. [1]



## 6 ÚČINEK SVĚTELNÉ ENERGIE LASERU NA ORGANISMUS

Při dopadu světelné energie laseru na pokožku je světelná energie postupně pohlcována tkání. Touto proniká a vyvolává v ní fotochemické změny, které mají významný vliv z léčebného hlediska. Účinek této světelné energie na organismus může být různý a lze ho rozdělit do tří základních skupin. [1]-[4], [54]-[58]:

- 1) Analgetický: Analgetický účinek, prezentuje účinek proti bolesti – potlačuje bolest. Spočívá v přirozeném působení světelné energie na nervové buňky, čímž se zmenšuje jejich citlivost, právě v místě, kde prochází polarizované světlo, a tím zmírňuje bolest.
- 2) Biostimulační: Biostimulační účinek je takzvaný účinek podporující a obnovující. Za pomoci zvýšení přísunu světelné energie se poškozené buňky rychle obnovují a uzdravují. Jedná se proces regenerace buněk.
- 3) Protizánětlivý: Protizánětlivý účinek předchází vzniku zánětů nebo pomáhá rychlé destrukci zánětů. Světelná energie pomůže aktivovat přirozené faktory, díky kterým dochází k urychlení likvidace zánětů.

### 6.1 Hloubka průniku laserového světla do tkáně

Hloubka průniku laserového záření je různá a závisí na vlnové délce, pulzním režimu, výkonu, konstrukci a také na zacházení s ním. Čím hlouběji světlo do tkáně proniká, tím více se jeho účinek zeslabuje. Hloubka průniku do tkáně je také, mimo přístrojových parametrů, závislá na typu tkáně, zašpinění a pigmentaci kůže.

V odborné terminologii je zaveden pojem tzv. největší aktivní hloubky. Ta představuje nejzazší možnou hranici, kam může proniknout laserové světlo, kde ještě vykazuje nějaký účinek. Za touto hranicí již laserové záření nemá účinek žádný. Laserové světlo proniká jak do svalové tkáně, tak do tkáně tukové. Tuková tkáň je pro laserové světlo propustnější, proto do ní proniká snadněji než do tkáně svalové, která obsahuje velké množství hemoglobinu. Laserové světlo proniká také do kostí.

Je prokázáno, že laser o vlnové délce 630 nm proniká do tkáně v hloubce až 10 mm. U laserů s větší vlnou délkou, pak proniká světelné záření 2x až 3x hlouběji, jedná se o infračervené lasery. Obecně lze říci, že laserové záření proniká do hloubky 1-4 cm, avšak to závisí na mnoho parametrech, jako například na již zmiňované vlnové délce, na výkonu laseru, ale též na typu a stavu ošetřované tkáně.[1], [53], [59]-[61]

## 7 POUŽITÍ LASERU

Lasery se uplatňují především v průmyslu a medicíně, ale též v mnoha dalších odvětvích jako mikroelektronika, výpočetní technika, měřicí technika a vojenství.[1]-[5]

### **Laser v průmyslu**

Použití laseru v tomto odvětví je velmi rozsáhlé. Nejvíce se využívá na svařování, vrtání, žíhání a řezání. Řezáním, gravírováním se především dekoruje nebo rýhuje sklo. Hlavní výhoda používání laseru v průmyslu je bezkontaktnost s výrobkem. Nejen že je práci snazší, ale předchází se tak zbytečným zraněním. Dále lze laser v průmyslu využít na vrtání, kalení a značkování.

### **Laser v ostatních odvětvích**

Laser se dále využívá v laserových tiskárnách, pro čtení čárových kódů, ve vojenství pro zaměřování zbraní, také pro zaměřování a měření vzdáleností, v ekologii, meteorologii, astronomii, geodézii (zeměměřičství) a jako ukazovátka.

Laser v těchto odvětvích se využívají především pro jeho vlastnosti, jako je nerozbihavost a rychlosti paprsku.

### **Laser v medicíně**

V medicíně se jako první začal využívat laser rubínový a to v oftalmologii (na operaci oční sítnice), dále pak v chirurgii (řezání velmi malými a úzkými řezy) a v kožním lékařství (na odstranění pigmentových skvrn). Díky neintaktnosti s tkání se předchází infekci do rány a proto je využití laseru v medicíně velmi šetrné a bezpečné. S postupem doby a vývojem techniky se laser využíval v dalších oborech lékařství jako například stomatologie, dermatologie, neurologie, gynekologie, plastická chirurgie a mnoho dalších lékařských oborů.

Laseroterapie, terapie pomocí laseru prezentována především v medicíně. V této terapii se hlavně využívá toho, že ozařovaná tkáň pohlcuje laserový světelný paprsek, a tím se zlepšují vlastnosti ošetřované tkáně. Nejprve dojde k lepšímu prokrvení tkáně a toto přímo souvisí s rychlejším hojením ran. Dále dochází ke zvýšení kapilárního tlaku, což má za následek lepší absorpci tekutin, lepší funkci nervů a celkovou stimulaci a optimalizaci pokožky v místě ošetření.

V laseroterapii [1], [62]-[69] se lasery dělí do několika skupin. Podle výkonu laseru na 1 mW, 5 mW a 500 mW. Dle vlnové délky na lasery spektra modré, zelené a červené barvy. A také podle ovládání laseru na ruční, strojové řádkové a strojové rastrovací.

Vhodný typ laseru a délka jeho aplikace se volí podle hloubky zásahu do tkáně. Pro povrchové ošetření se použije laser s velkým výkonem, ale krátkou dobou působení. Pro hlubší zásahy do tkáně použijeme naopak laser s malým výkonem, ale dlouhou dobou působení. Pokud chceme-li laser použít jen přechodně, použijeme laser s vysokým výkonem a s dlouhou dobou působení.

V lékařství se využívají spíše lasery s infračerveným zářením. [1]-[5]

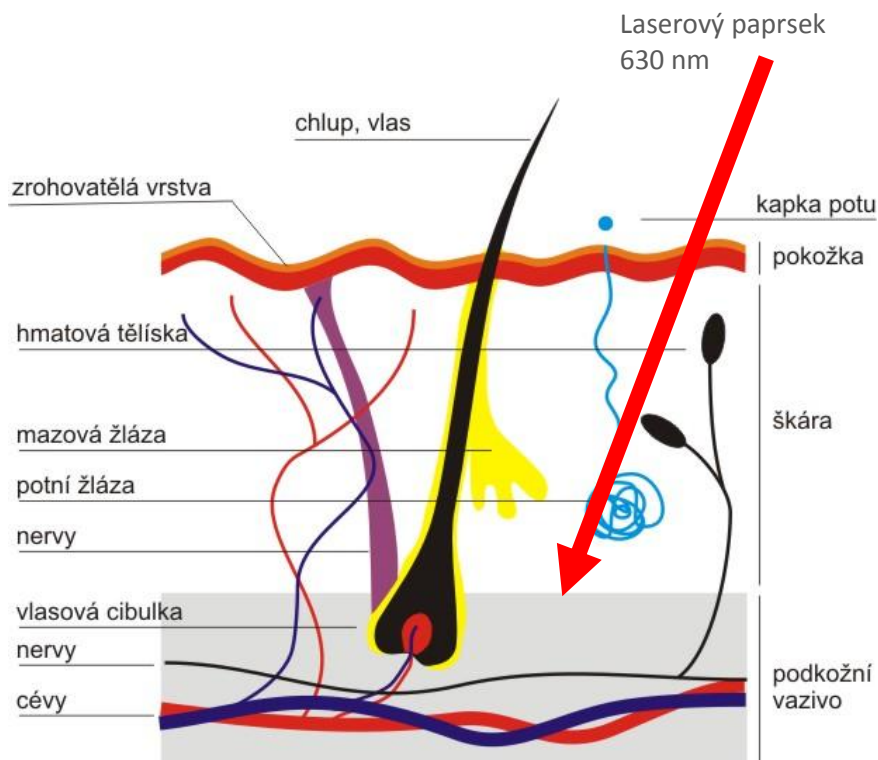
## **7.1 Laser v kosmetice**

V kosmetice se využívají především lasery polovodičové s nízkým výkonem. Výkon kosmetického laseru se pohybuje v rozmezí 5-40 mW. Čím nižší výkon, tím delší je doba aplikace záření. Delší doba působení o malém výkonu však může být žádoucí. V praxi se setkáváme s pojmem soft lasery [56]-[57], [70]-[79], což je označení pro lasery používané v kosmetice. Setkáváme se též s pojmem měkké lasery. Soft lasery v kosmetice září především o vlnové délce 632-670 nm a vykazují tak převážně světlo červené barvy. Takové lasery nepronikají hluboko do tkáně. V kosmetice se používají také lasery vykazující barvu modrou, zelenou i žlutou. [1]-[5], [37], [45]

## **7.2 Použití laseru v péči o kůži**

Použití laseru v kosmetické péči o kůži má širokou škálu uplatnění. Mezi nejoblíbenější zákroky na kůži pomocí laseru patří samozřejmě ty, které mohou vylepšit vzhled. To vede ke zlepšení duševního zdraví, psychiky a k tomu jak jsme nebo můžeme být spokojeni sami se sebou. Avšak ne vždy se jedná jen o zákroky vylepšující vzhled. [1]-[4], [53], [59]-[61], [80]-[82]

Na obrázku č. 5 je vyobrazeno jednoduché schéma kůže. Soft laserové záření proniká až do nejspodnější vrstvy kůže – podkožního vaziva.



Obr. 5: Jednoduchá stavba kůže [83]

### Zkrášlení vzhledu

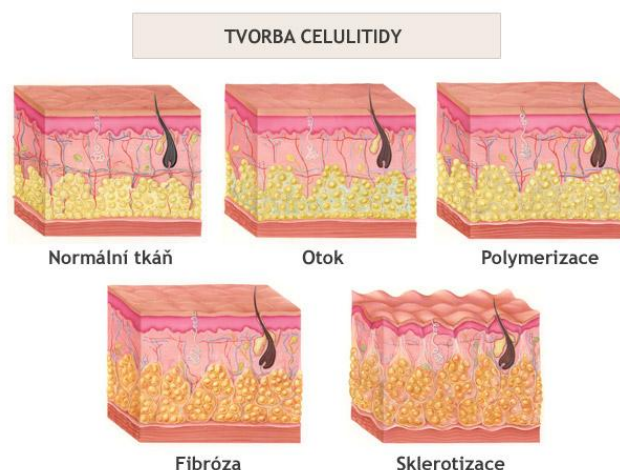
Zkrášlení vzhledu a odstranění určitých kosmetických nedostatků patří mezi nejvyhledávanější kosmetické zákroky. V následujícím textu budou popsány zákroky vylepšující vzhled pomocí laseru, jeho účinky a výsledky. [53], [59]-[61], [80]-[82]

**Biostimulace kůže:** Biostimulace kůže [81], [84] patří mezi nejběžnější typy ošetření laserovým světlem. Stimuluje a zklidňuje pokožku v místě aplikace záření. Výsledkem je zlepšení vzhledu pokožky, její vyhlazení, vypnutí a odstranění drobných defektů jako například drobná poranění.

**Rejuvenace:** Rejuvenace pokožky je omlazení jejího vzhledu. Výsledkem je též vypnutá a vyhlazení kůže v místě ošetření.

**Laserová maska:** Laserová maska je typ pleťové masky, která se nanese na obličej a začíná působit až po ozáření laserem. Výsledkem je opět mladistvý vzhled pleti. Často se využívá v kombinaci s biostimulací a hloubkovým čištěním.

- Lupy:** Při odstranění lupů jde o stejný efekt jako u laserové masky. Po nanesení speciálního šamponu proti lupům, se pokožka hlavy ozáří laserem, a tím dochází k zesílení jeho účinku. Výsledkem je dobře prokrvená a hydratovaná pokožka hlavy bez lupů.
- Vrásky:** Vrásky lze vyhladit pomocí laserového záření, které přispívá ke zlepšení kondice pokožky a k větší pružnosti a elasticitě pokožky. Pleť se celkově zklidní, zlepší se její vzhled, vypne se, vyhladí a dosáhne se odstranění drobných defektů pleti.
- Celulitida:** Laserovým zářením se dá také odstranit celulitida [82], [85]-[88]. Celulitida je postižení podkožní tkáně v důsledku hromadění tukové tkáně a stárnutí podkožního vaziva. Nejčastěji se s ní můžeme setkat na zadní straně hýždí. Ozáření takového místa vede k lepší mikrocirkulaci krve a lymfy, a tak k celkově k lepšímu prokrvení pokožky v místě ošetření. Laser pak dále uvolňuje kolagenní vlákna, což vede k vypnutí pokožky a redukci celulitidy. Odstranění je velmi šetrné, neboť takové ošetření není bolestivé.
- Na níže uvedeném obrázku (viz. obr. 6) si můžeme všimnout, jak celulitida vzniká. Nejprve pokožka začne natékat, potom dochází k polymerizaci, následně ke zhuštění vaziva ve tkáni. Na závěr dojde ke kornatění povrchu pokožky, který je tak značně zdeformován.

Obr. 6: *Tvorba celulitidy* [89]

### Terapie jizev

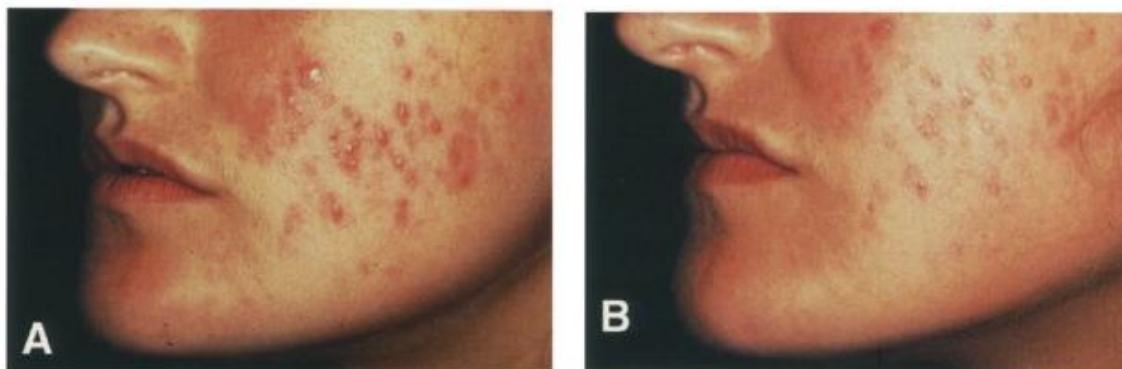
I při terapii jizev se též jedná o vylepšování vzhledu. Jizvy nám mohou vzniknout následkem vlivu hormonů v pubertálním věku, ale i při nejrůznějších mechanických poranění kůže. V následujících odstavcích budou opět popsány vlivy laserového záření na tyto defekty. [53], [59]-[61], [80]-[82]

**Jizvy:** Jizvy se musí odstranit co nejdříve od jejich vzniku. Čím starší je jizva, tím menší je pravděpodobnost jejího odstranění. Vlivem laserového záření se zjizvená tkáň odbarvuje, měkne a jejich povrch se zjemňuje. Výsledkem tak může být úplné odstranění jizvy.

**Strie:** Strie [82] jsou trhlinky (mikrojizvičky) povrchové vrstvy kůže, které vznikají rychlým nárůstem tukové tkáně. Nejčastěji vznikají na břicho, ale také na stehnech, hýždích nebo prsou. Vlivem ozáření se kůže regeneruje a dochází tak k jejich částečnému odstranění. Strie nejdou odstranit úplně ani za pomoci lékařských laserů (s větší vlnovou délkou), pouze se upravuje jejich vzhled. Aby pokožka vypadala co nejvíce jako původně, je za potřeby dlouhodobé ozařování laserem.

**Jizvičky po akné:** Jizvičky po akné jsou drobné defekty hlavně v místě obličeje, ale vyskytují se též na zádech, hrudi či pažích. K jejich ošetření je zapotřebí dlouhodobá opakovaná aplikace laserového záření.

Laser jizvičky vyhladí, prokrví pokožku, a podpoří tak proces regenerace kůže. Výsledkem je pak mladistvá pleť bez defektů.



Obr. 7: (A) aknézní pleť před ošetřením, (B) pleť po ošetření laserem [38]

Na předchozím obrázku č. 7 je zobrazena postižená aknézní pleť (A), která byla po dobu 8 týdnů pravidelně ošetřována pulzním barvivovým laserem o vlnové délce 585 nm.

Barvivový laser [90]-[91] je řazen mezi lasery, jejichž aktivní prostředí obsahuje organické barvivo rozpuštěné například v etanolu. Mezi tato barviva patří Rhodamin 6G (žlutá, oranžová, červená barva) a Kumarin C30 (zelená barva). K jeho výhodám patří: možnost širokého rozmezí spektra barev, homogenita aktivního prostředí a možnost generace krátkých impulsů. Nevýhodou barvivových laserů je riziko poškození zdraví a možnost znehodnocení barviva při použití vysokých intenzit buzení.

### Hojení poruch zánětlivých a jiných

V této kapitole už nejedná jen o drobné kosmetické nedostatky, ale zdravotní postižení kůže jako je akné a různé ekzémy. Dále budou popsány vlivy laserového záření vůči těmto postižením. [53], [59]-[61], [80]-[82]

**Akné:** Akné – *Acne Vulgaris* [81], [92]-[95] je nejčastější chronické onemocnění kůže, které nastává v pubertě. Vývody mazových žláz se uzavírají a dochází k jejich zanícení. Pokud vznikne hluboký zánět, zůstávají jizvy. Pomocí laseru dochází k hojení zánětlivých papulek a pustulek. Na laserové ošetření taková pleť reaguje velmi rychle a výsledek je 100%, avšak ne nenávratný. Pokud dojde k vytvoření jizvy, je zapotřebí ošetřit ji co nejdříve a

ozáření několikrát v průběhu týdnů opakovat.

Níže uvedený obrázek č. 8 zobrazuje zanícenou papulu plnou hnisu.



Obr. 8: *Zanícená papula* [96]

- Ekzém:** Ekzém – dermatitida [80]-[82], [97]-[99] je chronický velmi svědivý kožní zánět původu infekčního, alergického i nealergického s různými projevy na kůži. Po aplikaci laserového záření dochází k utlumení povrchových projevů toho onemocnění.
- Opar:** Opar – herpes [80]-[82], [100]-[104] je infekční onemocnění kůže a sliznice. Nejčastěji se vyskytuje na rtech a pravidelně se vrací. Pokud se takto postižená oblast ozáří ještě před prasknutí puchýřků, opar se už ani nevytvoří nebo má velice mírný průběh. Pokud se ozáří již plně rozvinutý opar, obvykle se na něm do několika hodin vytvoří stroupek a opar přestane mokvat. Ozáření laserem zkracuje dobu hojení až o polovinu. Dále také redukuje četnost jeho výskytu.
- Alopecie:** Alopecie [80]-[82], [105] je neinfekční onemocnění, které zapříčiňuje vypadávání vlasů a ochlupení. Toto onemocnění vzniká často z neznámých příčin. Mezi známé příčiny patří stres, špatná životospráva nebo dědičnost. Laserové ozáření stimuluje růst vlasu. Výsledkem jsou pevnější, kvalitnější a hustší vlasy. Někdy je nový vlas slabý na to aby se udržel v pokožce, a proto



opět vypadává. Proto se musí laserové ošetření několikrát opakovat.

**Drobná povrchová poranění:** Mezi drobná povrchová poranění v této kapitole řadíme otoky a podlitiny. Po ozáření laserem dochází k rychlejšímu hojení a jejich odstranění. Laser podporuje regeneraci buněk, tím i pokožky.

### **Aplikace po kosmetických procedurách**

Mezi nejčastější prováděné kosmetické procedury patří epilace, permanentní make-up a mechanické čištění. Pokožka je po těchto zákrocích často podrážděná a je nutno ji zklidnit. Dále bude popsán vliv laserového záření na kůži po těchto aplikacích. [53], [59]-[61], [80]-[82]

**Epilace:** Epilací [81] se trvale odstraňuje růstové centrum chloupku. Provádí se voskem nebo elektrickým epilátorem. Nejprve se epilované místo ošetří před samotným zákrokem pro analgetický účinek a také proto, aby se rychleji stimulovaly hojivé procesy. Dále se pak provede ošetření laserem po epilaci, aby se zklidnila podrážděná kůže a zkrátila se doba hojení.

**Permanentní make-up:** Permanentní make-up je druh tetování, kterým si ženy zvýrazňují převážně obočí, rty nebo linky očí. Jedná se o mechanickou penetraci (průnik) pigmentů pod kůži. Ta bývá často podrážděná a po aplikaci laserového záření se pokožka zklidňuje a také dochází k odstranění mikrojizviček, které mohu vznikat.

**Hojení nehtových lůžek:** Po odstranění umělých či akrylových nehtů bývá nehtové lůžko hodně zeslabené a poškozené. Pomocí laseru se

nehtové lůžko rychleji regeneruje a dochází k jeho zpevnění a obnovení vitálního vzhledu.

Zklidnění pokožky  
po mechanickém čištění:

Po mechanickém čištění má pokožka rozšířené a otevřené póry. Dále je podrážděná, zarudlá, často se na ní vyskytují drobné podlitiny a otoky. Laser takhle podrážděnou kůži rychleji regeneruje a navrácí ji zdravý vzhled.

### **Další aplikace**

Tato kapitola není věnovaná přímo péči o kůži. Popisuje pouze další účinky laseru mimo ošetření kůže. [53], [60]-[61], [80]-[82]

- Migrénní stavy:** Migréna [80]-[82] je záchvatovité onemocnění mozku, které nemá zcela známé příčiny. Ozáření laserem může zmírnit projevy takových stavů.
- Nedostatek světla:** Jedná se o tzv. sezónní nedostatek světla – Seasonal light deficiency. Jedná se především o psychické onemocnění. Pomocí laserového záření se ozařuje epifýza (šišinka – endokrinní žláza v mozku) a to má, jak bylo již prokázáno, dobrý vliv na duševní funkce.
- Chronický únavový syndrom:** Chronický únavový syndrom – Chronic Fatigue Syndrome (CFS) [80]-[82] je také psychická porucha, kdy se takto postižená osoba cítí bez zjevné příčiny stále unavena. Laser jak je známo má mimo jiné také stimulační účinek, proto bývá zařazen do problematiky léčení CFS.
- Myorelaxace:** Myorelaxace [80]-[82] je svalová relaxace, kdy dochází k uvolnění svalů a povolení napětí svalového tonu. Pomocí laserového záření se stimulují svaly před masáží. Dále se může aplikovat při bolestech a ztuhlosti zádočných svalů a šíje. Laser svaly jak stimuluje, tak také regeneruje a obnoví krevní oběh.

## 8 POPIS KONKRÉTNÍHO KOSMETICKÉHO LASERU

Mezi nejpoužívanější lasery v kosmetice v dnešní době patří například lasery od mnoha výrobců, které mají různé názvy jako Lasocare, Sparidom, Merllin, Orionis a další. V následující podkapitole budu popisovat jeden z těchto přístrojů. Vybrala jsem si přístroj s názvem LASOCARE LUNAR Cosmetics. Jde o terapeutický laser, který se využívá v kosmetických salónech a vykazuje velkou efektivnost v péči o pleť. K popisu byl vybrán, jelikož je v instrumentální výbavě Laboratoře aplikované kosmetiky na Ústavu technologie tuků tenzidů a kosmetiky UTB ve Zlíně. A proto zde byla možnost si vyzkoušet zacházení s ním a sledovat jeho účinky. [106]

### 8.1 Laser LASOCARE LUNAR Cosmetics

Použití toho přístroje a léčebný postup je založen na neinvazivní laseroterapii. Jak už bylo zmíněno v úvodu, využívá se toho, že laserový paprsek je do vysoké míry uspořádaný a ovlivňuje tak biologické pochody organismu ošetřovaného a to nedestruktivně. Zvolením vhodné vlnové délky, výkonu laseru a použitím speciální optiky prostoupí laserové záření do tkáně o požadované hloubce. [106]

Tento typ laseru – LASOCARE LUNAR Cosmetics spadá do bezpečnostní třídy III. a. [1]-[4] Skládá se z tzv. biostimulačních sond o výkonu do 5 mW. Proto musí být přístroj označen příslušnou tabulkou. Místnost, ve které se vyskytuje, musí být vybavená světelnou nebo akustickou signalizací chodu a laser musí být zabezpečen tak, aby se předešlo případnému zásahu do oka.

Na přístroji lze nastavit režim záření. Je možné použít dvě emise, kontinuální a frekvenčně modulovanou. Mezi nejčastěji používanou formu, jak dávkovat laserové světlo patří emise kontinuální, která vykazuje nepřerušované záření. Používá se o ošetření jizev a popálenin. Dále se využívá na ozáření velké plochy, tam kde není třeba hlubokého průniku laserového záření. Často se využívá v kombinaci s omlazovacím gelem. Například gel LASOCARE Basic 645 pozitivně ovlivňuje účinnost terapeutického laseru a často doprovází ošetření pomocí toho přístroje. Frekvenčně modulované emise se zaměřují na bodovou stimulaci a zvyšují tak její účinnost. Jedná se například o laserovou akupunkturu a analgetické ošetření.

Ošetření přístrojem LASOCARE LUNAR Cosmetics není bolestivé a může se mnohokrát opakovat. [106]

### 8.1.1 Indikace

Ošetření pokožky metodou LASOCARE má široké uplatnění: [80]-[82], [106]

- akné (*Acne vulgaris*)
- seboreická kůže s náchylností k akné
- opar (*Herpes simplex*)
- lišej (chronologické onemocnění postihující sliznici, kůži, někdy i nehty)
- vypadávání vlasů (*Defluvium capillorum*)
- popáleniny
- omrzliny
- poleptání
- proleženiny – dekubity
- poruchy pigmentace
- bércové vředy (*Ulcus cruris* – chronické onemocnění kůže)
- jizvy, zjizvení, keloidní jizvy
- onemocnění nehtů
- biostimulace (povzbuzení kožních buněk)
- omlazování – rejuvenace
- proti stárnutí pleti

### 8.1.2 Kontraindikace

Ozáření prostřednictvím laseru LASOCARE se nedoporučuje: [80]-[82], [106]

- těhotenství
- ozáření oční sítnice (ochrana homologovanými brýlemi)
- epilepsie
- záchvatovitá neurologická onemocnění (při vizuálním kontaktu)
- prekancerózy
- zhoubné bujení na kůži
- dysfunkce žláz s vnitřní sekrecí

### 8.1.3 Sestava přístroje LASOCARE LUNAR Cosmetics

Tento přístroj se skládá z několika částí. Z hlavní řídicí jednotky a stimulačních sond. Mezi tyto sondy patří sonda Argentum, sonda Hexaline a scanner Panorama. Všechny tyto součásti budou popsány níže. [96]

#### *Sonda Argentum*

Skládá se z chromového pouzdra, které sondu chrání a chladí. Uvnitř se nachází speciální laserové zdroje HCLD (High Coherent Laser Diode), které zvyšují uspořádanost paprsku. U výstupu apertury je sonda zešikmená, což umožňuje ošetření v blízkosti oka, aniž by byla ohrožena oční sítnice. Jedná se o sondu s nízkým výkonem 5 mW, která dosahuje terapeutických a kosmetologických účinků stejně dobře jako sondy z dermatologických laserů, které mají větší výkon. Používá se hlavně v oblastech hůře přístupných a v oblasti očního okolí. Proniká až 15 mm pod kůži a září o vlnové délce 645 nm (oranžovo-červená barva parrsku). [96]

Na níže uvedených obrázcích (viz. obr. 9) je fotodokumentace sondy Argentum. Jeden z obrázků detailněji zobrazuje zešikmený konec sondy.

Obr. 9: *Sonda Argentum* [96]

### ***Sonda Hexaline***

Tato sonda se skládá z šesti laserových zdrojů a výkonu 5 mW. Jde o lineární ruční scanner, který umožňuje ozařovat větší plochy. Proniká také od hloubky 15 mm pod kůži a září o vlnové délce 645 nm. Využívá se v kosmetice a dermatologii. Často se používá v kombinaci s gelem LASOCARE Basic 645. [96]

Níže jsou uvedeny obrázky (obr. 10) této sondy i s detailem na jednotlivé laserové zdroje.

Obr. 10: *Sonda Hexaline* [96]

### ***Scanner Panorama***

Jedná se o panoramatický optický scanner, který se skládá z dvanácti na sobě nezávislých laserových zářičů sestavených do oblouku. Každý paprsek, který pak dopadá na obličej, dopadá kolmo a to s nejvyšší účinností. Používá se v kosmetologii i v dermatologii a umožňuje velké plochy po dlouhou dobu, jelikož se pohybuje sám, mechanicky. Ozařování tkáně tímto optickým scannerem vykazuje větší a rychlejší efektivnost ošetření. Účinky v oblasti ošetřované tkáně se násobí. Tomuto efektu se říká synergický účinek laserového scanneru (efekt spolupůsobení). [96]

Na obrázcích (obr. 11) uvedených níže je zobrazeno, jak dopadá laserové světlo ze scanneru na obličej. A na dalším obrázku je zobrazen scanner Panorama.

Obr. 11: *Scanner Panorama* [96]

### ***Gel LASOCARE Basic 645***

Gel se vmasíruje hluboko do pleťových pórů a následně se laserem ozáří. Tento gel obsahuje účinné složky laktoferrin a laktoperoxidázu, které lze získat z mléka. Laktoferrin je opticky aktivní a má schopnost předat pohlcenou světelnou energii enzymu laktoperoxydázy. Ta se rozštěpí a vznikne voda, oxid uhličitý a kyslík, který buňkám při ozařování chybí. Dále laktoferrin blokuje železnaté ionty, a tím odstraňuje nežádoucí bakterie.

Kromě gelu LASOCARE Basic 645 existuje mnoho další laserové kosmetiky, která podporuje účinky laserového záření. Patří mezi ně například Gel LASOCARE Smaragd, Collagen sérum s elastinem, Collagenová maska s elastinem, Caviar sérum (koncentrát z kaviáru bohatý na vitamíny), Laserová liftingová a regenerační kúra, laserová peelingová čistící maska s rašelinou a kaolínem (zbavení nečistot a výživa minerály) nebo s hexanem (látka podporující vypínání pleti) či s kyselinou hyaluronovou (podporující hydrataci a regeneraci). Dále gel na akné, biostimulační, revitalizační, antipigmentový, antikuperózní (proti postižení drobných cév) gel a mnoho dalších, které se na našem trhu vyskutují a jsou produkovány mnoha značkami jako například Merllin, Orionis, Sparidom atd. [96]

#### **8.1.4 Účinky metody LASOCARE**

Nejprve dochází k prokysličení buněčných struktur hluboko v pleťových pórech, a to vede k omlazení pleti. Vyhladí se drobné vrásky a vypne se pleť. Tento primární efekt je člověkem vnímán jako pocit svěžesti, pleť je na omak hebká. Sekundárním efektem je vyčištění pleti. Ochranný film pleti je dlouhodobě zbaven nežádoucích bakterií jak na



povrchu, tak i hluboko v pórech. Tento efekt podporuje přirozené funkce organismu a nezpůsobuje žádné alergické reakce. [80]-[82], [106]

## ZÁVĚR

Cílem této práce byla literární studie v oblasti laserterapie v kosmetice. Výsledky rešerše lze shrnout následovně:

- každý laser sestává z aktivního prostředí, rezonátoru, zdroje záření
- hlavní dělení laserů je podle aktivního prostředí na pevnolátkové, plynové, kapalinové a polovodičové (diodové)
- v péči o kůži se používají především diodové lasery s vlnovou délkou 632-670 nm, což odpovídá emisi světla oranžové a červené barvy
- biostimulační, nízkovýkonové lasery používané v kosmetických salónech mají výkon do 5 mW
- lékařské lasery mají výkon nad 5 mW a jsou většinou CO<sub>2</sub> a Er: YAG
- hloubka průniku do tkáně se zvyšuje s vlnovou délkou emitovaného světla a pohybuje se v rozmezí 1-4 cm, nejčastěji 15 mm
- laserem se odstraňují kosmetické nedostatky, zejména vrásky, lupy, celulitida, strie, jizvy, tzn. rejuvenační procedury, lze provádět i epilaci
- pomocí laserového ozáření se ošetřují závažnější kožní onemocnění - dermatitida, alopecie, aknézní pleť atp.
- laserem lze léčit i některá chronická onemocnění – migrenní stavy, nedostatek světla, chronický únavový syndrom atp.
- mezi základní kontraindikace při laseroterapii patří epilepsie, onemocnění žláz s vnitřní sekrecí, těhotenství a nádorové bujení

Výhodou ošetření laserem je bezbolestnost zákroku a za nevýhodu lze považovat vysokou cenu, která může mnohé odradit.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] SEDLÁČEK, K., ČADEK, V., BAUMANN, M. *Moderní fototerapie a laseroterapie*. 1. vyd. Praha: MANUS, 2000, 227 s. Mars. ISBN 80-902318-3-7
- [2] BALL, K. *Lasers: the perioperative challenge*. 2nd ed. St. Louis: Mosby, c1995, 434 s. ISBN 08-151-0524-X
- [3] KOLÁŘOVÁ, H., DITRICHOVÁ, D. *Laserové záření v medicíně*. 1. vyd. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1996, 37 s. ISBN 80-706-7608-6
- [4] KOLÁŘOVÁ, H., DITRICHOVÁ, D. *Terapeutické aplikace laserů v medicíně*, Československý časopis pro fyziku. 47, 1997, s. 255-261. ISSN 0009-0700
- [5] SVĚTLO, Časopis pro světelnou techniku a osvětlování. *Laser – co to je a jak se to stalo (1. část)*. Číslo 01, 2004
- [6] BERTOLOTTI, M., MAROWSKY, G., HECHT, J., HITZ, C. *The history of the laser: chirurgovy poznámky*. 1. vyd. Philadelphia: Institute of Physics Pub., c2005, 307 s. Springer series in optical sciences, v. 134. ISBN 07-503-0911-3
- [7] HECHT, J., MAROWSKY, G., HITZ, C. *The laser guidebook: chirurgovy poznámky*. 2nd ed. Blue Ridge Summit, PA: TAB Books, 1992, 498 s. Springer series in optical sciences, v. 134. ISBN 08-306-4274-9
- [8] SILFVAST, W. T. *Laser fundamentals*. 2nd ed. New York: Cambridge University Press, 2004, 642 s. ISBN 978-052-1541-053
- [9] WILLIAM, M. S., JOYTIMOROV MAZUMDE, W. M. *Laser material processing*. 4th ed. London: Springer, 2010, 642 s. ISBN 978-184-9960-625
- [10] HECHT, J., TERESI, D. *Laser, light of a million uses*. 4th ed. Mineola, N.Y.: Dover Publications, 1998, 264 s. ISBN 0486401936
- [11] TAYLOR, N. *Laser the inventor, the Nobel laureate, and the thirty-year patent war*. New York, NY: Citadel Press, Kensington Publ, 2000. ISBN 08-065-2471-5
- [12] HECHT, J. *The laser guidebook*. 2nd ed. Blue Ridge Summit, PA: TAB Books, 1992, 498 s. ISBN 08-306-4274-9
- [13] EICHLER, J., EICHLER, H. J. *Laser: Bauformen, Strahlführung, Anwendungen : mit 57 Tabellen, 164 Aufgaben und vollständigen Lösungswegen*. 6., aktualisierte Aufl. Berlin [u.a.]: Springer, 2006, 498 s. ISBN 35-403-0149-6
- [14] KOECHNER, W. *Solid-state laser engineering*. 6th rev. and updated ed. New York, NY: Springer, c2006, 747 s. ISBN 03-872-9094-X
- [15] GOLDBERG, D. J., EICHLER, H. J. *Laser dermatology: pearls and problems*. 6th rev. and updated ed. Malden, Mass.: Blackwell Pub., 2008, 188 s. ISBN 14-051-3420-8

- [16] PASCHOTTA, R., EICHLER, H. J. *Encyclopedia of laser physics and technology: pearls and problems*. 6th rev. and updated ed. Weinheim: Wiley-VCH, c2008, 2844 s. ISBN 35-274-0828-2
- [17] DEMTRÖDER, W. *Laser spectroscopy: basic concepts and instrumentation*. 2nd enl. ed. New York: Springer, c1996, 924 s. ISBN 35-405-7171-X
- [18] MILONNI, P. W., J EBERLY. *Lasers physics: basic concepts and instrumentation*. 2nd enl. ed. Hoboken, N.J.: John Wiley, c2010, 830 s. ISBN 04-703-8771-8
- [19] HITZ, C., EWING, J., HECHT, J., HITZ, C. *Introduction to laser technology: basic concepts and instrumentation*. 3rd ed. New York: IEEE Press, 2001, 288 s. ISBN 07-803-5373-0
- [20] KANNATEY-ASIBU, E., EWING, J., HECHT, J., HITZ, C. *Principles of laser materials processing: basic concepts and instrumentation*. 3rd ed. Hoboken, N.J.: Wiley, c2009, 819 s. Wiley series on processing of engineering materials. ISBN 04-701-7798-5
- [21] PHIPPS, C. R., LUK'ĀNCHUK, B., HECHT, J., HITZ, C. *Laser ablation and its applications: basic concepts and instrumentation*. 3rd ed. New York, N.Y.: Springer, c2007, 586 s. Springer series in optical sciences, v. 129. ISBN 978-038-7304-526
- [22] ANDREWS, D. L., LUK'ĀNCHUK, B., HECHT, J., HITZ, C. *An Introduction to Laser Spectroscopy: basic concepts and instrumentation*. 3rd ed. New York: Kluwer Academic Publishers, 2002, 375 s. Springer series in optical sciences, v. 129. ISBN 0306472988
- [23] LUK'ĀNCHUK, B., HECHT, J., HITZ, C. *Applied laser medicine: with 175 tables*. 3rd ed. Berlin [u.a.]: Springer, 2003, 375 s. Springer series in optical sciences, v. 129. ISBN 35-406-7005-X
- [24] LANGDON, R., LUK'ĀNCHUK, B., HECHT, J., HITZ, C. *Understanding cosmetic laser surgery: with 175 tables*. 3rd ed. Jackson: University Press of Mississippi, 2004, 95 s. Springer series in optical sciences, v. 129. ISBN 15-780-6587-9
- [25] BAUERLE, D., LUK'ĀNCHUK, B., HECHT, J., HITZ, C. *Laser processing and chemistry: with 175 tables*. 4th ed. New York: Springer, 2011, 95 s. Springer series in optical sciences, v. 129. ISBN 978-364-2176-128
- [26] ERNEUX, T., GLORIEUX, P., HECHT, J., HITZ, C. *Laser dynamics: with 175 tables*. 4th ed. New York: Cambridge University Press, 2010, 361 s. Springer series in optical sciences, v. 129. ISBN 978-052-1830-409
- [27] MURRAY, G. I., CURRAN, S., HECHT, J., HITZ, C. *Laser capture microdissection: methods and protocols*. 4th ed. Totowa, N.J.: Humana Press, c2005, 319 s. Methods in molecular biology (Clifton, N.J.), v. 293. ISBN 15-882-9260-6

- [28] BRABEC, T., CURRAN, S., HECHT, J., HITZ, C. *Strong field laser physics: methods and protocols*. 4th ed. New York, NY: Springer, c2008, 591 s. Springer series in optical sciences, v. 134. ISBN 978-038-7400-778
- [29] ION, J. C., CURRAN, S., HECHT, J., HITZ, C. *Laser processing of engineering materials: principles, procedure and industrial application*. 4th ed. Amsterdam: Elsevier/Butterworth-Heinemann, 2005, 556 s. Springer series in optical sciences, v. 134. ISBN 07-506-6079-1
- [30] DAHOTRE, N. B. , HARIMKAR, P. S., HECHT, J., HITZ, C. *Laser fabrication and machining of materials: principles, procedure and industrial application*. 4th ed. New York, N.Y.: Springer, c2008, 558 s. Springer series in optical sciences, v. 134. ISBN 9780387723440-
- [31] SOROKINA, I. T., VODOPYANOV, L. K., HECHT, J., HITZ, C. *Solid-state mid-infrared laser sources: principles, procedure and industrial application*. 4th ed. New York: Springer, 2003, 557 s. Springer series in optical sciences, v. 134. ISBN 35-400-0621-4
- [32] SOROKINA, I. T., VODOPYANOV, L. K., HECHT, J., HITZ, C. *Laser precision microfabrication: principles, procedure and industrial application*. 4th ed. New York: Springer, 2011, 557 s. Springer series in optical sciences, v. 134. ISBN 978-364-2105-227
- [33] RAULIN, CH., KARSAI, S., HECHT, J., HITZ, C. *Laser and IPL technology in dermatology and aesthetic medicine: principles, procedure and industrial application*. 4th ed. New York: Springer, c2011, 419 s. Springer series in optical sciences, v. 134. ISBN 36-420-3438-1
- [34] RULLIÈRE, C., KARSAI, S., HECHT, J., HITZ, C. *Femtosecond laser pulses: principles and experiments*. 2nd ed. New York: Springer, c2005, 426 s. Springer series in optical sciences, v. 134. ISBN 03-870-1769-0
- [35] JOHNSON, CH. S., GABRIEL, D. A., HECHT, J., HITZ, C. *Laser light scattering: principles and experiments*. 2nd ed. New York: Dover, 1994, 96 s. Springer series in optical sciences, v. 134. ISBN 04-866-8328-1
- [36] RUBAHN, H., GABRIEL, D. A., HECHT, J., HITZ, C. *Laser applications in surface science and technology: principles and experiments*. 2nd ed. New York: Wiley, c1999, 336 s. Springer series in optical sciences, v. 134. ISBN 0471984493
- [37] BASTING, D., MAROWSKY, G., HECHT, J., HITZ, C. *Excimer laser technology: principles and experiments*. 2nd ed. New York: Springer/Praxis, c2005, 433 s. Springer series in optical sciences, v. 134. ISBN 35-402-0056-8
- [38] DUARTE, F., MAROWSKY, G., HECHT, J., HITZ, C. *Tunable laser applications: principles and experiments*. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC/Taylor, c2009, 444 s. Springer series in optical sciences, v. 134. ISBN 14-200-6009-0

- [39] VRBOVÁ, M. *Lasery a moderní optika - oborová encyklopedie*. Praha. ISBN 80-858-4956-9
- [40] HÁBOVČÍK, P. *Lasery a fotodetektory*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1989, 318 s. ISBN 80-050-0526-1
- [41] SALEH, B. *Základy fotoniky 3*. Praha, 1991, 330 s. ISBN 80-858-6305-7
- [42] HECHT, J., *BEAM: The Race to Make the Laser*, Oxford University Press, 2005.
- [43] TAYLOR, N.: *Laser: The Inventor, the Noble Laureate, and the Thirty-Year Patent War*, Citadel, 2003.
- [44] TOWNES, C. H.: *How the Laser Happened: Adventures of a Scientist*, Oxford University Press, 2000.
- [45] *Typy laserů* [online]. [cit. 2012-03-01]. Dostupný z WWW: <http://laser.zcu.cz/wiki/rozdeleni-laseru>.
- [46] *Významní vědci* [online]. [cit. 2012-03-14]. Dostupný z WWW: [http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/1964.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1964.html)
- [47] HECHT, J.: *Laser Pioneers*, Academic Press, 1991
- [48] TOWNES, C. H.: *Making Waves*, AIP Press, 1995.
- [49] CHIAO, R. Y.: *Amazing Light : A Volume Dedicated To Charles Hard Townes On His 80th Birthday*, Springer, 1996.
- [50] *Laserové záření* [online]. [cit. 2012-03-12]. Dostupný z WWW: <http://www.therapy.cz/laserove-zareni.php>
- [51] *Viditelné spektrum* [online]. [cit. 2012-04-04]. Dostupný z WWW: <http://premediablog.widen.com/blog/the-color-space/call-me-mr-biv-v1>
- [52] JANDOVÁ, D., MAROWSKY, C., HECHT, J., HITZ, C. *Balneologie: chirurgovy poznámky*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 404 s. Springer series in optical sciences, v. 134. ISBN 9788024728209
- [53] JAVŮREK, Jan. *Fototerapie biolaserem - léčebná metoda budoucnosti*. Praha: Grada Publishing, 1995. ISBN 80-716-9046-5
- [54] BISHT, D., GUPTA, Sc., MISTRA, V., MITAL, V. P., SHAMA, P. *Effect of low intensity laser radiation on healing of open skin wounds in rats*. Indian J. Med. Res., 100, 1994.
- [55] DYSON, M., YOUNG, S. *The effect of laser therapy on wound contraction*. Congres on Laser, Laser in Medicine and Surgery, Bologna, 1985.
- [56] KARU, T. I. *The Science of Low-Power Laser Therapy*. Gordon and Breach Science Publishers, Amsterdam, 1998

- [57] LEE, P., KIBEOM, K., KISUK, K. *Effects of low incident energy levels of infrared laser irradiation on healing of infected open skin wounds in rats*. Laser Therapy, 1993.
- [58] LUBART, R., FRIEDMANN, H., PELED I. and Grosmann N. *Light effects on fibroblast proliferation*. Laser Therapy, 1993
- [59] SIMUNOVIČ, Z. a kol. *Laser in Medicine and Dentistry*. Rijeka: Vitagraf, 2000. ISBN 953-6059-30-6
- [60] TUNÉR. *Laser Therapy - Clinical Practice and Scientific Background*. Grangersberg: Prima Books, 2002. ISBN 91-630-7616-0
- [61] NIEMZ, MARKOLF H. *Laser-tissue interactions : fundamentals and applications*. Berlín : Springer-Verlag, 2004. 305 s. ISBN 3-540-40553-4
- [62] KUNA, P., NAVRÁTIL, L. *Neinvazivní laseroterapie*. Praha: Manus, 1997, 148 s. ISBN 80-902-3181-0
- [63] GVOZDJÁKOVÁ, A., NAVRÁTIL, L. *Mitochondrial medicine: Mitochondrial metabolism, diseases, diagnosis and therapy*. London: Springer, c2008, 409 s. ISBN 9781402067143
- [64] MAZÁNEK, J., NAVRÁTIL, L. *Traumatologie orofaciální oblasti: Mitochondrial metabolism, diseases, diagnosis and therapy*. 2. přepr. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2007, 177 s. ISBN 978-802-4714-448
- [65] NAVRÁTIL, L. *Vnitřní lékařství: pro nelékařské zdravotnické obory*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 424 s. ISBN 978-802-4723-198
- [66] MARTINCOVÁ, O., NAVRÁTIL, L. *Slovník neologizmů: pro nelékařské zdravotnické obory*. 1. vyd. Praha: Grada, 1998, 356 s. ISBN 80-200-0640-0
- [67] LONGO, L., NAVRÁTIL, L. *Laser Florence 2001: a window on the laser medicine world : 7-11 November 2001, Florence, Italy*. 1. vyd. Bellingham, Wash., USA: SPIE, c2002, 248 s. Proceedings of SPIE--the International Society for Optical Engineering, v. 4903. ISBN 08-194-4690-4
- [68] [AL], Ed. by Zbigniew Kwasnik [et] a Radom University in RADOM. *Selected problems of the foundations of rehabilitation, physiotherapy, locomotor activity of people with disabilities, ballroom dance: a window on the laser medicine world : 7-11 November 2001, Florence, Italy*. 1. vyd. Radom: Radom University, 2009, 248 s. Proceedings of SPIE--the International Society for Optical Engineering, v. 4903. ISBN 978-836-1047-230
- [69] SLEZÁKOVÁ, L., Radom University in RADOM. *Ošetřovatelství v gynekologii a porodnictví: a window on the laser medicine world : 7-11 November 2001, Florence, Italy*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 269 s. Sestra (Grada), v. 4903. ISBN 978-80-247-3373-9

- [70] PHIPPS, C. R., LUK'IANCHUK, B. *Laser ablation and its applications: a window on the laser medicine world : 7-11 November 2001, Florence, Italy*. 1. vyd. New York, N.Y.: Springer, c2007, 586 s. Springer series in optical sciences, v. 129. ISBN 978-038-7304-526
- [71] RUBACH, A., WEISE, H. J., SCHULTE-UEBBING, C.. *Principles of ear acupuncture: microsystem of the auricle*. 1. vyd. New York: Thieme, c2001, 267 s. Springer series in optical sciences, v. 129. ISBN 08-657-7937-6
- [72] MITCHELL, L., MITCHELL, D. A., MCCAUL, L. *Oxford handbook of clinical dentistry: microsystem of the auricle*. 5th ed. New York: Oxford University Press, c2009, 761 s. Springer series in optical sciences, v. 129. ISBN 978-019-9553-303
- [73] CIARAN L.S. LEWIS, CIARAN L. S., RILEY, D., MITCHELL, D. A., MCCAUL, L.. *X-ray lasers 2008: proceedings of the 11th International Conference, August 17-22, 2008, Belfast, UK*. Online-Ausg. Dordrecht: Springer, 2009, 761 s. Springer series in optical sciences, v. 129. ISBN 978-140-2099-236
- [74] PAVONE, MITCHELL, D. A ,MCCAUL, L. *Laser imaging and manipulation in cell biology: proceedings of the 11th International Conference, August 17-22, 2008, Belfast, UK*. Online-Ausg. Weinheim: Wiley-VCH, 2010, 761 s. Springer series in optical sciences, v. 129. ISBN 978-352-7409-297
- [75] RIGHETTI, P., MITCHELL, D. A ,MCCAUL, L. *Isoelectric focusing: theory, methodology, and applications*. 1st ed. New York: Sole distributors for the U.S.A. and Canada, Elsevier-North Holland, c1983, 386 s. Springer series in optical sciences, v. 129. ISBN 04-448-0498-6
- [76] MILLER, J., HAGLUND, R. a Lorna MCCAUL, L.. *Laser ablation and desorption: theory, methodology, and applications*. 1st ed. San Diego: Academic Press, c1998, 647 s. Springer series in optical sciences, v. 129. ISBN 01-247-5975-0
- [77] ATTWOOD, D., HAGLUND, R., MCCAUL, L. *Soft X-Rays and Extreme Ultraviolet Radiation: Principles and Applications*. 1 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2000, 470 s. Springer series in optical sciences, v. 129. ISBN 05-216-5214-6
- [78] HUETTENBRINK, K. B., *Lasers in otorhinolaryngology:Principles and Applications*. 1 ed. Stuttgart: Thieme, 2005, 470 s. Springer series in optical sciences, v. 129. ISBN 15-889-0330-3
- [79] KNAPPE, W. S., AMBROSCH, P.. *Endoscopic laser surgery of the upper aerodigestive tract: with special emphasis on cander sugery*. 1 ed. New York: Thieme, 2000, 470 s. Springer series in optical sciences, v. 129. ISBN 08-657-7996-1
- [80] NAVRÁTIL, L. *Medicínská biofyzika*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2005, 524 s. ISBN 80-247-1152-4



- [81] FEŘTEKOVÁ, V. *Kosmetika v teorii a v praxi*. 4., aktualiz. vyd. Praha: Maxdorf, 2005, 341 s. ISBN 80-734-5046-1
- [82] CAMPBELL, N. A., REECE, J. B. *Biologie*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2006, 1332 s. ISBN 80-251-1178-4
- [83] *Biologie* [online]. [cit. 2012-04-12]. Dostupné z WWW: <http://www.gymhol.cz/projekt/biologie/kuze/obr1.htm>
- [84] ROVENSKÝ, J., *Revmatologický výkladový slovník: with special emphasis on cander sugery*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006, 275 s. Springer series in optical sciences, v. 129. ISBN 80-247-1614-3
- [85] SCHMIDTOVÁ, A., HÜBELOVÁ, E. *Celulitida: with special emphasis on cander sugery*. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2008, 275 s. Springer series in optical sciences, v. 129. ISBN 978-802-4716-190.
- [86] FOSTER, H. *Celulitida: 7 způsobů jak se za 6 týdnů zbavit celulitidy*. 1. české vyd. Praha: Svojtka, 2008, 275 s. Springer series in optical sciences, v. 129. ISBN 80-735-2768-5
- [87] STŘEDA, L. *Univerzita hubnutí: 7 způsobů jak se za 6 týdnů zbavit celulitidy*. 2. vyd. (1. ve [www.euroinstitutu.eu](http://www.euroinstitutu.eu)). Praha: [www.euroinstitutu.eu](http://www.euroinstitutu.eu), 2009, 251 s. Springer series in optical sciences, v. 129. ISBN 978-80-87372-00-5
- [88] ROBINSON, M., *Celulitida konečně zdošana: 7 způsobů jak se za 6 týdnů zbavit celulitidy*. 2. vyd. (1. ve [www.euroinstitutu.eu](http://www.euroinstitutu.eu)). Praha: IDM, c1996, 251 s. Springer series in optical sciences, v. 129. ISBN 80-238-2009-5
- [89] *Celulitida* [online]. [cit. 20012-04-12] Dostupný z WWW: <http://www.studiopohody.cz/celulitida/>
- [90] GAWANDE, A., MAROWSKY, G., HECHT, J., HITZ, C. *Komplikace: chirurgovy poznámky*. Vyd. 1. Praha: Baronet, 2010, 317 s. Springer series in optical sciences, v. 134. ISBN 9788073843151
- [91] GAWANDE, A., MAROWSKY, G., HECHT, J., HITZ, C. *Technický slovník naučný: chirurgovy poznámky*. 1. vyd. Praha: Encyklopedický dům, 2001-2005, 8 s. Springer series in optical sciences, v. 134. ISBN 80-860-4416-5
- [92] RULCOVÁ, J. *Akné: příčiny, projevy a terapeutické možnosti; rady lékaře*. 1. vyd. Praha: Triton, 2005, 108 s. Springer series in optical sciences, v. 129. ISBN 80-725-4661-9
- [93] VOHRADNÍKOVÁ, O. *Akné: příčiny, projevy a terapeutické možnosti; rady lékaře*. České vyd. 1. Praha: Jan Vašut, 2000, 32 s. Radí vám lékař, v. 129. ISBN 80-723-6183-X
- [94] JONÁŠ, J., STRNADELOVÁ, V. *Akné: přírodní léčení*. Vyd. 1. V Praze: Remat, 1998, 102 s. Jonášova knižnice zdraví, v. 129. ISBN 80-901-5197-3

- [95] LEIBOLD, G., STRNADELOVÁ, V. *Akné: příčiny a úspěšná léčba*. 1. vyd. Překlad Lidia Běhounková. Praha: Svoboda, 1995, 115 s. Jonášova knihnice zdraví, v. 129. ISBN 80-205-0463-X
- [96] *Obrázek akné* [online]. [cit. 20012-04-12]. Dostupný z WWW: <http://www.medistellar.com/index.html>
- [97] TOPINKOVÁ, E., STRNADELOVÁ, V. *Obrazový atlas chorobných stavů: diferenciální diagnostika*. 1. vyd. Překlad Lidia Běhounková. Praha: Grada, 2006, 346 s. Jonášova knihnice zdraví, v. 129. ISBN 80-247-1670-4
- [98] LEIFER, G., STRNADELOVÁ, V. *Úvod do porodnického a pediatrického ošetrovatelství: diferenciální diagnostika*. 1. vyd. Překlad Lidia Běhounková. Praha: Grada, 2004, 951 s. Jonášova knihnice zdraví, v. 129. ISBN 80-247-0668-7
- [99] COLLINS, R. *Diferenciální diagnostika prvního kontaktu*. 2. české vyd. Praha: Grada, 2007, 578 s. ISBN 978-80-247-0897-3
- [100] STANBERRY, L. R. *Understanding herpes*. Rev. 2nd ed. Editor Jan Lomíček, Zuzana Lomíčková. Jackson: University Press of Mississippi, 2006, 135 s. ISBN 978-157-8068-685
- [101] SCIPIO, CH. *Making peace with herpes: a holistic guide to overcoming the stigma and freeing yourself from outbreaks*. Rev. 2nd ed. Editor Jan Lomíček, Zuzana Lomíčková. Sechelt, B.C: Green Sun Press, 2006, 135 s. ISBN 09-780-7801-2
- [102] SPENCER, J.V. *Herpes: a holistic guide to overcoming the stigma and freeing yourself from outbreaks*. Rev. 2nd ed. Editor Jan Lomíček, Zuzana Lomíčková. Philadelphia: Chelsea House Publishers, c2005, 119 s. ISBN 07-910-8379-9
- [103] GROSS, G., DOERR, H. W. *Herpes zoster: recent aspects of diagnosis and control*. Rev. 2nd ed. Editor Jan Lomíček, Zuzana Lomíčková. New York: Karger, c2006, 193 s. ISBN 978-380-5579-827
- [104] BROWN, S., MACLEAN, A. R. *Herpes simplex virus protocols: recent aspects of diagnosis and control*. Rev. 2nd ed. Editor Jan Lomíček, Zuzana Lomíčková. Totowa, N.J.: Humana Press, c1998, 419 s. ISBN 08-960-3347-3
- [105] HEHLMANN, A., MACLEAN, A. R. *Hlavní symptomy v medicíně: praktická příručka pro lékaře a studenty*. 1. vyd. Editor Jan Lomíček, Zuzana Lomíčková. Praha: Grada, 2010, 450 s. ISBN 978-80-247-2612-0
- [106] *LASOCARE Lunar Cosmetics* [online]. [cit. 2012-05-01]. Dostupné z WWW: <http://www.medistellar.com/.html>.

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1: <i>Laserové záření</i> [50].....	13
Obr. 2: <i>Srovnání laseru a žárovky</i> [45].....	14
Obr. 3: <i>Vlnové délky jednotlivých barev spektra</i> [51] .....	14
Obr. 4: <i>Základní konstrukce laseru</i> [48].....	17
Obr. 5: <i>Jednoduchá stavba kůže</i> [83].....	28
Obr. 6: <i>Tvorba celulitidy</i> [89] .....	30
Obr. 7: <i>(A) aknézní pleť před ošetřením, (B) pleť po ošetření laserem</i> [38] .....	31
Obr. 8: <i>Zanícená papula</i> [96] .....	32
Obr. 9: <i>Sonda Argentum</i> [96].....	39
Obr. 10: <i>Sonda Hexaline</i> [96] .....	39
Obr. 11: <i>Scanner Panorama</i> [96] .....	40

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tabulka 1: Historický vývoj laserových systémů [1] .....</i>	11
<i>Tabulka 2: Prostředí plynové atomární – typy laserů .....</i>	19
<i>Tabulka 3: Prostředí plynové iontové – typy laserů .....</i>	19
<i>Tabulka 4: Prostředí plynové molekulární – typy laserů .....</i>	19
<i>Tabulka 5: Prostředí pevnolátkové – typy laserů .....</i>	20
<i>Tabulka 6: Prostředí polovodičové – typy laserů .....</i>	20
<i>Tabulka 7: Typy laserů – barvivové lasery .....</i>	20
<i>Tabulka 8: Podle režimu práce – typy laserů a jejich výkon a frekvence .....</i>	21