

Ochrana zdraví při práci s lasery v pracovním prostředí zdravotnických zařízení

Souhrn: ve sdělení jsou shrnuty informace o vlastnostech laserového záření, biologických účincích, třídách laserů, o riziku ze záření laserů na pracovištích ve zdravotnických zařízeních a legislativní požadavky dle platných právních předpisů.

Úvod

Laserové záření je uměle vytvořené neionizující záření, které má široké využití v mnoha oborech lidské činnosti. Laserové zdroje jsou vyvíjeny pro konkrétní účel tak, aby bylo co nejlépe využito specifických vlastností záření.

Pro laserové záření je typická: rovnoběžnost paprsků, vysoká intenzita záření, koherence, monochromaticnost. Z hlediska technických parametrů se lasery liší vlnovou délkou záření (může se nacházet v oblasti infračerveného, viditelného nebo ultrafialového /UV/ záření), režimem provozu (spojitý nebo pulsní), výkonovými parametry, průměrem vyzařovaného svazku a dalšími vlastnostmi.

Při cílené úmyslné aplikaci laserového záření na biologické tkáně dochází k absorbování záření ve tkáni a odezvě, která závisí na fyzikálních parametrech aplikovaného záření. Pomocí laserového paprsku jsou prováděny operace; laserové paprsky, které neporuší integritu kůže, jsou aplikovány pro své terapeutické nebo regenerační působení. Za určitých okolností existuje při aplikaci laserového záření možnost ohrožení zdraví osob, které jsou na pracovišti přítomny (zaměstnanci, kteří s laserem pracují, pacient).

Biologické účinky záření laserů

Laserové záření obecně působí na biologické tkáně mechanismem, který může zahrnovat působení tepla, fotochemických procesů a nelineárních účinků. Poškození tkáně je vázáno na fyzikální parametry zdroje záření, zejména vlnovou délku záření, dobu trvání impulsu záření, velikost obrazu, intenzitu ozařování a dávku ozáření. Příčinou všech typů poškození biologické tkáně je absorpce záření touto tkání. Probíhá na úrovni atomů nebo molekul a je to proces závislý na vlnové délce absorbovaného záření. Vlnová délka tedy určuje, kterou tkáň je určitý laser schopen poškodit.

Tepelné účinky jsou spojovány s dobou trvání ozáření od 1 milisekundy do několika sekund. Molekuly po absorbování energie zrychlí kmitání, dojde ke zvýšení teploty ve tkáni. Buňky v této oblasti jsou spálené, poškození tkáně plyne především z rozložení proteinů. Tento typ poškození je běžnější u laserů pracujících v kontinuálním režimu nebo u laserů s dlouhými pulsy, vyskytuje se však i u laserů s krátkými pulsy. Působením vodivosti se tepelná vlna šíří a dochází ke zvětšení plochy poškození.

Fotochemické účinky jsou vyvolány absorpcí dané energie záření, začnou probíhat chemické reakce. Tyto reakce jsou schopny vyvolat poškození již při nízkých úrovních ozáření. Pokožka, čočka oka a částečně i sítnice mohou vykazovat nevratné změny způsobené dlouhým ozářením nízkými úrovněmi UV záření a také viditelného světla s krátkou vlnovou délkou. K poškození dochází, pokud doba ozáření je nadměrná nebo se po dlouhou dobu opakují kratší ozáření.

Nelineární účinky jsou vyvolány lasery s vysokými špičkovými výkony a krátkými pulsy. Cílová tkáň je ve velmi krátkém čase vystavena velice intenzivnímu ozáření, dochází v ní k rychlému nárůstu teploty, při které se kapalné složky buněk přemění v plyn. Při této změně skupenství dojde k explozi a prasknutí buňky. Může dojít k mechanickému poškození tkáně vzdálené od absorbující vrstvy působením posunu tkání vůči sobě.

Lasery vyzařující UV a vzdálené infračervené záření jsou nebezpečné pro rohovku. Lasery vyzařující viditelné a blízké infračervené záření jsou nebezpečné pro sítnici; mezi rohovkou a sítnicí dochází ke zvýšení intenzity ozáření. Poranění nebo spálení sítnice se hojí jizvou, jejíž umístění určuje závažnost poškození. Může vést ke zhoršení vidění, ale i ke ztrátě zraku. Na pokožce se vlivem viditelného a infračerveného záření může objevit zčervenání, puchýře, pigmentace, zanícení a následně zjizvení pokožky.

Třídy laserů

Obecně je laserové záření nositelem rizika poškození oka a kůže. Míru rizika pro oko a kůži vyjadřují třídy laserů určené dle ČSN EN 60825-1:2007. Jedná se o třídy 1, 1M, 2, 2M, 3R, 3B a 4. Ve zdravotnictví se nejčastěji setkáváme s lasery třídy 4 a třídy 3B.

Laserové zařízení **třídy 3B** představují riziko poškození oka při pohledu do svazku včetně nahodilých krátkodobých ozáření a také při zásahu zrcadlově odraženým paprskem. Sledování difuzních odrazů je běžně bezpečné. Některé lasery třídy 3B mohou vytvářet malá poškození pokožky a představovat riziko zapálení hořlavých materiálů (v případech, kdy má svazek malý průměr nebo je zaostřen).

Laserové zařízení **třídy 4** poškodí oko při pohledu do svazku, při zásahu oka zrcadlově odraženým paprskem, při pozorování rozptýlených odrazů; při ozáření pokožky způsobuje popálení. Tyto lasery představují i nebezpečí vzniku požáru.

Lasery ve zdravotnictví

Ve zdravotnictví je pacientům poskytována zdravotní péče zejména pomocí laserů třídy 4 a třídy 3B. Převážná většina laserů třídy 4 se využívá v různých medicínských oborech zejména k operacím (chirurgie, ORL, urologie, gynekologie, kožní, oční, plicní, zubní lékařství). Lasery třídy 4 se rovněž využívají v estetické medicíně, např. k odstraňování vrásek, rozšířených žilek, chloupků aj.

Lasery třídy 3B mají výkon nižší než lasery třídy 4, záření laserů třídy 3B neporuší integritu kůže. Využívají se jejich účinky protizánětlivé, analgetické, biostimulační; používají se např. na rehabilitačních pracovištích, v ORL, v kožním, očním, zubním lékařství.

Se způsobem aplikace laserového záření souvisí nevelká, ale existující možnost odrazu laserového paprsku od povrchů na pracovišti a ohrožení zdraví přítomných osob. Pro minimalizaci ohrožení zdraví je nezbytné plnit opatření, která se týkají laserových zařízení, pracovišť určených k aplikaci laserového záření, používání osobních ochranných pracovních prostředků. V očním lékařství se používají k léčebným aplikacím lasery, které chrání oči lékaře filtrem, jenž je součástí okuláru, přes který lékař sleduje ošetřované místo; tento nepoužívá ochranné brýle, pacient rovněž ne, neboť jde o záměrnou léčebnou aplikaci, ale případná další osoba na pracovišti již má být vybavena ochrannými brýlemi.

Mezi základní opatření na ochranu zdraví patří:

označení pracoviště určeného pro provozování laseru třídy 3B a třídy 4 bezpečnostními značkami tak, aby další osoby byly varovány před vstupem na pracoviště bez příslušných osobních ochranných pracovních prostředků; opatření laseru výstražným štítkem s třídou laseru, výstražným textem v českém jazyce a symbolem laserového záření; opatření laseru signalizací chodu; zabezpečení laseru před zneužitím nepovolnou osobou; zamezení možnosti nekontrolovaného zrcadlového odrazu paprsku; používání osobních ochranných pracovních prostředků (ochranných brýlí poskytujících ochranu před vlnovou délkou záření shodnou s vlnovou délkou záření konkrétního laseru) osobami přítomnými při aplikaci.

Ke každému laseru musí být připojena technická dokumentace.

Legislativa

Aktuální legislativa upravující opatření na ochranu zdraví při práci se zdroji neionizujícího záření včetně laserů je zastoupena zákonem č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů (dále „zákon“). Jeho prováděcím předpisem je nařízení vlády č. 291/2015 Sb. o ochraně zdraví před neionizujícím zářením (dále „nařízení vlády č. 291/2015 Sb.“), /toto nařízení vlády nahradilo s účinností od 18.11.2015 nařízení vlády č. 1/2008 Sb., ve znění nařízení vlády č. 106/2010 Sb./; zapracovává příslušné předpisy Evropské unie - Směrnici Evropského parlamentu a Rady 2006/25/ES o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců rizikům spojeným s fyzikálními činiteli (optickým zářením z umělých zdrojů) a Směrnici Evropského parlamentu a Rady 2013/35/EU o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců rizikům spojeným s fyzikálními činiteli (elektromagnetickými poli).

Dalším souvisejícím právním předpisem je vyhl. č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli, ve znění pozdějších předpisů (dále „vyhl. č. 432/2003 Sb.“).

Platné znění zákona a nařízení vlády č. 291/2015 Sb. stanovují požadavky, které mají zajistit ochranu zdraví zaměstnanců a ostatních osob před neionizujícím zářením včetně laserů.

Podle § 35 odst. 2) zákona osoba, která používá, popř. provozuje stroj nebo zařízení, které je zdrojem neionizujícího záření včetně laserů, je povinna

- a) činit taková technická a organizační opatření, aby expozice fyzických osob v rozsahu upraveném prováděcím právním předpisem nepřekračovaly nejvyšší přípustné hodnoty neionizujícího záření;
 - b) při zjišťování a hodnocení expozice fyzických osob a úrovně neionizujícího záření postupovat způsobem stanoveným prováděcím právním předpisem;
 - d) v případech stanovených prováděcím právním předpisem označit výstrahou místa (oblasti, pásma), ve kterých expozice osob neionizujícímu záření může překročit nejvyšší přípustné hodnoty;
- V § 36 zákona jsou pak stanoveny povinnosti výrobce a dovozce laseru - je povinen zajistit
- a) zařazení laseru do třídy způsobem stanoveným prováděcím právním předpisem a označení laseru štítkem s uvedením tohoto zařazení,
 - b) opatření laserů zařazených do třídy 1M a vyšší výstražným textem a laserů třídy 3B a 4 signalizací chodu,
 - c) uvedení údajů nezbytných pro ochranu zdraví stanovených prováděcím právním předpisem v technické dokumentaci připojené ke každému laseru.

Nejvyšší přípustné hodnoty záření laserů pro oko a pro kůži jsou stanoveny v nařízení vlády č. 291/2015 Sb. Prakticky veškeré lasery třídy 3B a třídy 4 jsou zdrojem záření, které překračuje limitní hodnoty pro oko, záření laserů třídy 4 překračuje také limitní hodnoty pro kůži. Při hodnocení expozice fyzických osob laserovému záření se neprovádí rutinně měření jako u jiných faktorů pracovního prostředí, ale vychází se z technické dokumentace, která musí obsahovat všechny podstatné informace o laseru-zejména technické parametry a údaje nezbytné pro ochranu zdraví - a musí být připojena ke každému laseru.

Podle § 2 odst 1) nařízení vlády č. 291/2015 Sb. se toto nařízení nevztahuje na pacienty, kteří jsou při poskytování zdravotní služby exponováni neionizujícímu záření ve frekvenční oblasti od 0 Hz do $1,7 \times 10^{15}$ Hz.

V dalších paragrafech, zejména § 6 - § 9, jsou pak specifikovány požadavky, které již jsou výše uvedeny (zajištění osobních ochranných pracovních prostředků, které zajistí snížení expozice pod nejvyšší přípustné hodnoty, vybavení laserů třídy 3B a třídy 4 signalizací chodu, zabezpečení těchto laserů proti uvedení do chodu nepovolanou osobou, označení prostorů určených pro jejich provozování bezpečnostními značkami pro laserové záření a zákazem vstupu nepovolaných fyzických osob, obsah technické dokumentace, která musí být připojena ke každému laseru, opatření laserů třídy 2 a vyšší bezpečnostní značkou a výstražným textem v českém jazyce, rozsah informací poskytnutých zaměstnavatelem zaměstnanci).

Podle vyhlášky č. 432/2003 Sb. není pro faktor neionizující záření definována kategorie druhá, ale pouze kategorie třetí (práce se zdroji neionizujícího záření, včetně laserů, jemuž jsou osoby exponovány a které přesahují nejvyšší přípustné hodnoty stanovené právním předpisem upravujícím ochranu zdraví před neionizujícím zářením, ochranu osob je však možné zajistit osobními ochrannými pracovními prostředky). To znamená, že do kategorie třetí náleží práce s lasery třídy 3B a třídy 4 (jedná se o rizikovou práci, na kterou se vztahují všechny další zákonné požadavky související s rizikovými pracemi). Novela zákona zrušila § 43, který stanovoval povinnost kategorizovat práci osoby, která podniká podle zvláštního právního předpisu a není zaměstnavatelem podle zvláštního právního předpisu. Povinnost kategorizace prací ve smyslu § 37 zákona se tak nyní vztahuje pouze na zaměstnavatele. Všechny osoby, které používají, popř. provozují lasery, však musí dodržovat zákonné požadavky na ochranu zdraví při práci s lasery.

Další právní předpisy, které se obecně týkají povinností zaměstnavatelů, jsou zákon č. 262/2006 Sb., ve znění pozdějších předpisů (zákoník práce), zákon č. 309/2006 Sb., ve znění pozdějších předpisů, o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci..

Seznam použité literatury:

1. Jana Buchancová a kolektiv: Pracovní lékařstvo a toxikológia; Vydavateľstvo Osveta, spol. s r.o., Martin 2003
2. Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů
3. Nařízení vlády č. 291/2015 Sb. o ochraně zdraví před neionizujícím zářením
4. ČSN EN 60825-1:2007 Bezpečnost laserových zařízení-Část 1:Klasifikace zařízení a požadavky
5. Vyhláška MZ ČR č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli, ve znění pozdějších předpisů

Magdalena Letovská, Krajská hygienická stanice Moravskoslezského kraje se sídlem v Ostravě, Na Bělidle 7, Ostrava