

# Nezávazná příručka osvědčených postupů pro provádění směrnice 2006/25/ES (optické záření z umělých zdrojů)



Tato publikace vychází v rámci programu Evropské unie pro zaměstnanost a sociální solidaritu PROGRESS (2007–2013).

Tento program provádí Evropská komise. Jeho účelem je finančně podporovat plnění cílů Evropské unie v oblasti zaměstnanosti, sociálních věcí a rovných příležitostí, a přispívat tak k naplňování cílů strategie Evropa 2020 v uvedené oblasti.

Tento sedmiletý program je zacílen na všechny zúčastněné strany, které mohou pomoci při vytváření vhodných a účinných právních předpisů a politik v oblasti zaměstnanosti a sociálních věcí v celé EU-27, ESVO/EHP a v kandidátských zemích pro členství v EU a zemích usilujících o status kandidátské země.

Více informací naleznete na této adrese: <http://ec.europa.eu/progress>

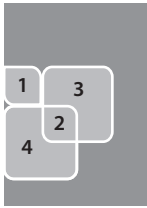
Nezávazná příručka osvědčených postupů  
pro provádění směrnice 2006/25/ES  
(optické záření z umělých zdrojů)

**Evropská komise**

Generální ředitelství pro zaměstnanost, sociální věci a sociální začleňování  
Oddělení B.3

Rukopis dokončen v červnu 2010

Evropská komise a žádná osoba vystupující jejím jménem není zodpovědná za využití níže uvedených informací či za jednání, které by se mohlo řídit informacemi obsaženými v této publikaci.



© Fotografie na obálce: 1, 3, 4: Evropská unie  
Foto 2 : Istock

V případě použití nebo reprodukce fotografií, na které se nevztahují autorská práva Evropské unie, je nutné žádat o svolení přímo vlastníka autorských práv.

*Europe Direct je služba, která vám pomůže  
odpovědět na otázky týkající se Evropské unie.*

Bezplatná telefonní linka (\*):  
**00 800 6 7 8 9 10 11**

(\* Některí operátoři mobilních sítí neumožňují přístup  
k číslům 00 800 nebo mohou tyto hovory účtovat.

Mnoho doplňujících informací o Evropské unii je k dispozici na internetu.

Můžete se s nimi seznámit na portálu Europa (<http://europa.eu>).

Katalogové údaje a výtah jsou uvedeny na konci této publikace.

Lucemburk: Úřad pro publikace Evropské unie, 2011

ISBN 978-92-79-19804-5

doi:10.2767/29851

© Evropská unie, 2011

Reprodukce povolena pod podmínkou uvedení zdroje.

# Obsah

---

1.	Úvod.....	7
1.1	Jak používat tuto příručku .....	7
1.2	Vztah ke směrnici 2006/25/ES.....	9
1.3	Oblast působnosti této příručky .....	9
1.4	Související právní předpisy a další informace .....	10
1.5	Oficiální a neoficiální poradenská centra .....	10
2.	Zdroje optického záření z umělých zdrojů .....	11
2.1	Zdroje nekoherentního záření .....	11
2.1.1	Pracovní činnosti.....	11
2.1.2	Použití.....	12
2.2	Zdroje laserového záření .....	13
2.3	Bezvýznamné zdroje .....	14
3.	Zdravotní účinky vystavení optickému záření.....	16
4.	Požadavky směrnice o optickém záření z umělých zdrojů .....	17
4.1	Článek 4 – Určení expozice a hodnocení rizik.....	17
4.2	Článek 5 – Ustanovení zaměřená na odstranění nebo snížení rizik.....	18
4.3	Článek 6 – Informování a školení zaměstnanců .....	18
4.4	Článek 7 – Projednání se zaměstnanci a jejich účast .....	19
4.5	Článek 8 – Zdravotní dohled .....	19
4.6	Shrnutí.....	19
5.	Používání limitních hodnot expozice .....	20
5.1	Limitní hodnoty expozice laserovému záření .....	20
5.2	Nekoherentní optické záření.....	22
5.3	Odkazy .....	24
6.	Hodnocení rizika v kontextu směrnice.....	25
6.1	Krok 1. Určení nebezpečí a ohrožených osob .....	25
6.2	Krok 2. Vyhodnocení a seřazení rizik podle priorit .....	26
6.3	Krok 3. Rozhodnutí o ochranných opatřeních.....	26
6.4	Krok 4. Přijetí opatření .....	26
6.5	Krok 5. Sledování a přezkoumávání .....	27
6.6	Odkazy .....	27
7.	Měření optického záření .....	28
7.1	Požadavky směrnice.....	28
7.2	Vyhledání další pomoci.....	28
8.	Využívání údajů od výrobců.....	29
8.1	Klasifikace bezpečnosti .....	29
8.1.1	Klasifikace bezpečnosti laserů .....	29
8.1.1.1	Třída 1 .....	29
8.1.1.2	Třída 1M .....	30
8.1.1.3	Třída 2 .....	30
8.1.1.4	Třída 2M .....	30
8.1.1.5	Třída 3R.....	30

8.1.1.6	Třída 3B .....	30
8.1.1.7	Třída 4 .....	31
8.1.2	Klasifikace bezpečnosti nekoherentních zdrojů .....	32
8.1.2.1	Volná skupina .....	32
8.1.2.2	Skupina nebezpečnosti 1 – nízké riziko .....	32
8.1.2.3	Skupina nebezpečnosti 2 – střední riziko .....	33
8.1.2.4	Skupina nebezpečnosti 3 – vysoké riziko .....	33
8.1.3	Klasifikace bezpečnosti strojních zařízení .....	33
8.2	Informace o nebezpečné vzdálenosti a míře nebezpečnosti .....	34
8.2.1	Lasery – jmenovitá vzdálenost s nebezpečím poškození zraku .....	34
8.2.2	Širokopásmové zdroje – nebezpečná vzdálenost a míra nebezpečnosti .....	34
8.3	Další užitečné informace .....	35
<b>9.</b>	<b>Kontrolní opatření ke snížení rizika .....</b>	<b>36</b>
9.1	Hierarchie kontrolních opatření .....	36
9.2	Odstranění rizik .....	36
9.3	Nahrazení méně nebezpečným procesem nebo zařízením .....	37
9.4	Technická opatření .....	37
9.4.1	Zamezení přístupu .....	37
9.4.2	Ochrana vyřazením z činnosti .....	37
9.4.3	Nouzové vypínače .....	37
9.4.4	Blokovací zařízení .....	37
9.4.5	Filtry a kontrolní okénka .....	38
9.4.6	Justační pomůcky .....	38
9.5	Administrativní opatření .....	38
9.5.1	Místní předpisy .....	39
9.5.2	Kontrolovaný prostor .....	39
9.5.3	Bezpečnostní značky a upozornění .....	39
9.5.4	Jmenování osob .....	40
9.5.5	Školení a projednávání .....	40
9.5.5.1	Školení .....	40
9.5.5.2	Projednávání .....	41
9.6	Osobní ochranné prostředky .....	42
9.6.1	Ochrana před jinými riziky .....	43
9.6.2	Ochrana očí .....	43
9.6.3	Ochrana kůže .....	44
9.7	Další užitečné informace .....	44
9.7.1	Základní normy .....	44
9.7.2	Normy podle typu výrobku .....	44
9.7.3	Svařování .....	44
9.7.4	Laserová zařízení .....	44
9.7.5	Intenzivní zdroje světla .....	44
<b>10.</b>	<b>Řízení nežádoucích událostí .....</b>	<b>45</b>
<b>11.</b>	<b>Zdravotní dohled .....</b>	<b>46</b>
11.1	Kdo by měl vykonávat zdravotní dohled? .....	46
11.2	Záznamy .....	46
11.3	Lékařská prohlídka .....	46
11.4	Opatření v případě překročení limitní hodnoty expozice .....	47
<b>PŘÍLOHA A Charakter optického záření .....</b>		<b>48</b>
<b>PŘÍLOHA B Biologické účinky optického záření na oko a kůži .....</b>		<b>49</b>
B 1	Oko .....	49

B 2	Kůže .....	49
B 3	Biologické účinky různých vlnových délek na oko a kůži .....	50
B 3.1	Ultrafialové záření: UVC (100–280 nm); UVB (280–315 nm); UVA (315–400 nm) .	50
B 3.2	Viditelné záření .....	51
B 3.3	IRA záření.....	51
B 3.4	IRB záření.....	51
B 3.5	IRC záření.....	52
<b>PŘÍLOHA C Veličiny a jednotky optického záření z umělých zdrojů .....</b>		<b>53</b>
C 1	Základní veličiny .....	53
C 1.1	Vlnová délka.....	53
C 1.2	Energie .....	53
C 1.3	Další užitečné jednotky.....	53
C 1.4	Veličiny používané u limitních hodnot expozice.....	53
C 1.5	Spektrální a širokopásmové veličiny .....	54
C 1.6	Radiometrické veličiny a efektivní veličiny.....	54
C 1.7	Svitivost .....	54
<b>PŘÍLOHA D Zpracované příklady.....</b>		<b>56</b>
D 1	Kancelář .....	56
D 1.1	Vysvětlení obecné metodiky.....	56
D 1.2	Formát příkladů.....	61
D 1.3	Stropní zářivky za difuzorem.....	61
D 1.4	Samostatná stropní zářivka bez difuzoru.....	62
D 1.5	Řada stropních zářivek bez difuzoru .....	63
D 1.6	Monitor na bázi katodové trubice.....	64
D 1.7	Obrazovka notebooku .....	65
D 1.8	Světlomet s metal-halidovou výbojkou určený pro venkovní plošné osvětlení ..	66
D 1.9	Světlomet s kompaktní zářivkou určený pro venkovní plošné osvětlení .....	67
D 1.10	Elektronický hubič hmyzu .....	68
D 1.11	Stropní bodový reflektor .....	69
D 1.12	Stolní lampa k osvětlení pracovního místa .....	70
D 1.13	Stolní lampa „se spektrem denního světla“ určená k osvětlení pracovního místa .	71
D 1.14	Kopírka .....	72
D 1.15	Stolní digitální dataprojektor .....	73
D 1.16	Přenosný digitální dataprojektor.....	74
D 1.17	Digitální interaktivní tabule.....	75
D 1.18	Zapuštěná stropní kompaktní zářivka.....	76
D 1.19	LED kontrolka .....	77
D 1.20	Digitální osobní asistent (PDA).....	78
D 1.21	Černé UVA světlo.....	79
D 1.22	Uliční lampa s metal-halidovou výbojkou .....	80
D 1.23	Shrnutí údajů z příkladů .....	81
D 2	Laserová show .....	82
D 2.1	Určení rizik a ohrožených osob .....	82
D 2.2	Vyhodnocení a seřazení rizik podle priorit.....	82
D 2.3	Rozhodnutí o ochranných opatřeních a přijetí opatření.....	83
D 2.4	Sledování a přezkoumávání .....	83
D 2.5	Závěr .....	83
D 3	Použití optického záření v medicíně.....	84
D 3.1	Osvětlení pracovišť.....	84
D 3.2	Diagnostická světla .....	85
D 3.3	Terapeutické zdroje .....	86

D 3.4	Zdroje pro speciální testy.....	88
D 4	Řízení v práci.....	89
D 5	Armáda.....	92
D 6	Závěsné zářiče na plynná paliva.....	93
D 7	Laser na zpracování materiálů.....	94
D 7.1	Určení rizik a ohrožených osob.....	94
D 7.2	Vyhodnocení a seřazení rizik podle priorit.....	94
D 7.3	Rozhodnutí o ochranných opatřeních.....	94
D 8	Odvětví pracující s vysokými teplotami.....	95
D 8.1	Zpracování oceli.....	95
D 8.2	Sklárny.....	95
D 8.3	Další informace.....	96
D 9	Fotografování s bleskem.....	96
PŘÍLOHA E Požadavky dalších evropských směrnic.....		98
PŘÍLOHA F Vnitrostátní právní předpisy členských států EU, kterými se provádí směrnice 2006/25/ES (ke dni 10. prosince 2010), a pokyny.....		101
PŘÍLOHA G Evropské a mezinárodní normy.....		107
G 1	Evropské normy.....	107
G 2	Evropské pokyny.....	109
G 3	Dokumenty ISO, IEC a CIE.....	109
PŘÍLOHA H Fotosenzitivita.....		111
H 1	Co je fotosenzitivita?.....	111
H 2	Souvislost s prací... nebo nikoli?.....	111
H 3	Co musíte jako zaměstnavatel udělat?.....	111
H 4	Co dělat, pokud jste při práci vystaveni optickému záření z umělých zdrojů v kombinaci s fotosenzitizujícími látkami?.....	112
PŘÍLOHA I Zdroje.....		113
I 1	Internet.....	113
I 2	Poradní/regulační instituce.....	113
I 3	Normy.....	114
I 4	Sdružení / internetové adresáře.....	114
I 5	Odborné časopisy.....	115
I 6	CD, DVD a další zdroje.....	115
PŘÍLOHA J Slovník pojmů.....		116
PŘÍLOHA K Literatura.....		118
K 1	Historie laserů.....	118
K 2	Lasery ve zdravotnictví.....	118
K 3	Bezpečnost laserového a optického záření.....	118
K 4	Laserová technologie a teorie.....	118
K 5	Pokyny a prohlášení.....	118
PŘÍLOHA L Text směrnice 2006/25/ES.....		120



# 1. Úvod

---

Směrnice 2006/25/ES (dále jen „směrnice“) se vztahuje na všechny umělé zdroje optického záření. Většina požadavků směrnice je analogická stávajícím požadavkům, např. požadavkům rámcové směrnice 89/391/EHS. Proto by směrnice neměla zvyšovat zatížení zaměstnavatelů nad rámec toho, co je již požadováno jinými směrnicemi. Nicméně vzhledem k tomu, že je tak všeobecná, je zapotřebí vymezit ta použití optického záření z umělých zdrojů, která jsou z pohledu zdraví natolik zanedbatelná, že není zapotřebí žádného dalšího hodnocení. Tato příručka by měla poskytovat představu o takovýchto bezvýznamných použitích a pokyny k řadě dalších konkrétních použití, představit metodiku hodnocení a v některých případech také doporučit vyhledání další pomoci.

Řada odvětví má propracované pokyny upravující konkrétní použití optického záření a v takových případech příručka na tyto zdroje informací odkazuje.

Optické záření z umělých zdrojů zahrnuje širokou paletu zdrojů, kterým mohou být zaměstnanci vystaveni na pracovišti i na jiných místech. Mezi tyto zdroje patří i plošné osvětlení pracovišť a osvětlení pracovních míst, signalizační zařízení, množství obrazovek a jiných podobných zdrojů, které jsou nezbytné pro dobré pracovní podmínky zaměstnanců. Z tohoto důvodu není vhodné zaujmout podobný přístup jako k mnoha jiným rizikům a nutně minimalizovat riziko vystavení optickému záření z umělých zdrojů. Tento přístup by mohl zvýšit ohrožení z jiných rizik nebo činností na pracovišti. Pokud bychom například vypnuli osvětlení v kanceláři, všichni by se ocitli ve tmě.

Řada umělých zdrojů optického záření slouží jako vstupy výrobních procesů, pro účely výzkumu a komunikace. Optické záření může vznikat také nahodile, například když je nějaký materiál horký a vyzařuje energii v podobě optického záření.

Existuje celá řada použití optického záření z umělých zdrojů, která vyžadují přímou expozici zaměstnanců v míře, která může převyšovat limitní hodnoty expozice stanovené ve směrnici. K těmto použitím náleží některá použití v odvětví zábavy a medicíny. Tato použití bude

třeba kriticky zhodnotit a ujistit se, že nedochází k překračování limitních hodnot expozice.

Optická záření z umělých zdrojů jsou ve směrnici rozdělena na laserové záření a nekoherentní záření. V této příručce se toto rozdělení používá pouze tam, kde je to jednoznačně přínosné. Tradiční koncepce je taková, že laserové záření je svazek paprsků jedné vlnové délky. Pracovník může být k dráze svazku velmi blízko, aniž by utrpěl nepříznivé zdravotní účinky. Pokud se však ocitne přímo v dráze svazku, může okamžitě dojít k překročení limitní hodnoty expozice. V případě nekoherentního záření je méně pravděpodobné, že optické záření bude mít podobu dobře soustředěného svazku, a úroveň expozice se zvyšuje s tím, jak se pracovník přibližuje ke zdroji. Dalo by se říci, že u laserového svazku je pravděpodobnost expozice nízká, ale následky mohou být závažné; u nekoherentního zdroje může být pravděpodobnost expozice vysoká, ale následky jsou méně závažné. Toto tradiční rozlišení se s vývojem nových technologií optického záření stává méně zřetelným.

Směrnice byla přijata podle článku 137 Smlouvy o založení Evropského společenství, který výslovně nebrání členským státům zachovat nebo zavést přísnější ochranná opatření slučitelná se Smlouvou.

## 1.1 Jak používat tuto příručku

Optické záření z umělých zdrojů se vyskytuje na většině pracovišť. Mnohá optická záření představují malé nebo žádné riziko zranění a některá z nich umožňují bezpečné provádění pracovních činností.

Tuto příručku je třeba používat společně se směrnicí 2006/25/ES (dále jen „směrnice“) a rámcovou směrnicí 89/391/EHS.

Směrnice 2006/25/ES stanoví minimální požadavky týkající se expozice pracovníků rizikům spojeným s optickým zářením z umělých zdrojů. Článek 13 této směrnice požaduje, aby Komise vypracovala praktickou příručku k této směrnici.

Tato příručka má především pomoci zaměstnavatelům, zejména malým a středním podnikům. Může být ale užitečná i pro zástupce zaměstnanců a regulační orgány v členských státech.

Příručka je přirozeně rozdělena do tří částí:

Všichni zaměstnavatelé by si měli prostudovat části 1 a 2 této příručky.



Pokud jsou všechny zdroje přítomné na pracovišti uvedeny v seznamu bezvýznamných použití v části 2.3, není třeba podnikat žádné další kroky.

Jsou-li na pracovišti přítomny zdroje, které nejsou uvedeny v části 2.3, bude hodnocení rizika složitější. Zaměstnavatel by si měl prostudovat i části 3–9 této příručky.



Na základě informací, které jsou v nich obsaženy, by měl být schopen se rozhodnout, zda může provést hodnocení rizik sám, nebo zda by měl vyhledat externí pomoc.

Přílohy obsahují další informace užitečné pro zaměstnavatele, kteří provádějí hodnocení rizik sami.

Při hodnocení rizik mohou zaměstnavatelé pomoci údaje od výrobců. Zejména u některých typů umělých zdrojů optického záření by měly být uváděny údaje o jejich klasifikaci, by bylo možné posoudit možné ohrožení optickým zářením. Doporučuje se, aby si zaměstnavatelé vyžádali příslušné informace od dodavatelů umělých zdrojů optického záření. Řada výrobků bude podléhat požadavkům směrnice Evropského společenství, zejména v souvislosti se značkou CE, a 12. bod odůvodnění směrnice se na tuto skutečnost výslovně odvolává (viz příloha L). Kapitola 8 této příručky poskytuje pokyny k používání údajů výrobců.

Optickému záření z umělých zdrojů jsou vystaveni všichni pracovníci. Příklady zdrojů jsou uvedeny v kapitole 2. Jedním z hlavních úkolů je zajistit, aby zdroje, které mohou představovat riziko vystavení pracovníků úrovním překračujícím limitní hodnoty expozice, byly podrobeny náležitému hodnocení, aniž by byl zaměstnavatel zatížen povinností hodnotit většinu zdrojů, které za přiměřeně předvídatelných podmínek nepředstavují riziko – tzv. „bezvýznamné“ zdroje.

Cílem této příručky je provést uživatele logickou cestou hodnocení rizika expozice pracovníků optickému záření z umělých zdrojů:

Jsou-li přítomny pouze bezvýznamné umělé zdroje optického záření, není zapotřebí žádných dalších opatření. Zaměstnavatelé mohou písemně zdokumentovat, že zdroje přezkoumali a dospěli k tomuto závěru.

Nejsou-li zdroje pouze bezvýznamné nebo je-li riziko neznámé, měli by zaměstnavatelé provést zhodnocení rizika a v případě potřeby zavést vhodná kontrolní opatření.

Kapitola 3 této příručky popisuje možné zdravotní účinky.

Kapitola 4 popisuje požadavky směrnice a v kapitole 5 jsou uvedeny limitní hodnoty expozice. Tyto dvě kapitoly tedy shrnují zákonné požadavky.

Kapitola 6 obsahuje doporučenou metodiku hodnocení rizika. Je možné, že z hodnocení vyplyne závěr, že nehrozí žádné riziko; v takovém případě zde proces končí.

Pokud není k dispozici dostatek informací pro provedení hodnocení rizika, může být třeba provést měření (kapitola 7) nebo použít údaje od výrobců (kapitola 8).

Kapitola 9 se věnuje kontrolním opatřením pro případy, že je třeba snížit riziko.

Pro případ, že by někdo byl vystaven optickému záření z umělých zdrojů v míře přesahující limitní hodnoty expozice, popisuje kapitola 10 pohotovostní plány a kapitola 11 zdravotní dohled.

Přílohy obsahují další informace pro zaměstnavatele a jiné případné osoby, které se účastní procesu hodnocení rizik:

A – Charakter optického záření
B – Biologické účinky optického záření na oči a kůži
C – Veličiny a jednotky optického záření z umělých zdrojů
D – Zpracované příklady. Některé příklady v této příloze obsahují odůvodnění, proč jsou určité zdroje zařazeny mezi bezvýznamné.
E – Požadavky dalších evropských směrnic
F – Existující právní předpisy a pokyny členských států
G – Evropské a mezinárodní normy
H – Fotosenzitivita
I – Zdroje
J – Slovník pojmů
K – Literatura
L – Text směrnice 2006/25/ES

## 1.2 Vztah ke směrnici 2006/25/ES

V souladu s článkem 13 směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/25/ES o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců rizikům spojeným s optickým zářením z umělých

zdrojů se tato příručka zabývá články 4 (Určení expozice a hodnocení rizik) a 5 (Ustanovení zaměřená na odstranění nebo snížení rizik) a přílohami I a II (limitní hodnoty expozice pro nekoherentní respektive laserové záření) směrnice (viz příloha L). Poskytuje rovněž pokyny k dalším článkům směrnice.

Tabulka 1.1 Vztahy mezi články směrnice a částmi této příručky

Články směrnice 2006/25/ES	Název	Část této příručky
Článek 2	Definice	Příloha J
Článek 3	Limitní hodnoty expozice	Kapitoly 6, 7, 8 a 9
Článek 4	Určení expozice a hodnocení rizik	Kapitoly 7, 8 a 9
Článek 5	Ustanovení zaměřená na odstranění nebo snížení rizik	Kapitola 9
Článek 6	Informování a školení zaměstnanců	Kapitola 9
Článek 7	Projednání se zaměstnanci a jejich účast	Kapitola 9
Článek 8	Zdravotní dohled	Kapitola 11

## 1.3 Oblast působnosti této příručky

Tato příručka je určena pro všechny podniky, v nichž mohou být zaměstnanci vystaveni optickým zářením z umělých zdrojů. Směrnice neposkytuje definici optických záření z umělých zdrojů. Do působnosti směrnice jednoznačně nespádají zdroje, jako jsou sopečné výbuchy, Slunce a sluneční záření odražené například z Měsíce. Existuje však řada zdrojů, u kterých to není tak zřejmé. Byl by oheň zapálený člověkem považován umělý zdroj, ale oheň zažehnutý bleskem nikoli?

Z oblasti působnosti směrnice nejsou výslovně vyňaty žádné umělé zdroje optického záření. Řada zdrojů, například kontrolky na elektrických spotřebičích, však bude bezvýznamná. Tato příručka poskytuje seznam zdrojů, u nichž lze všeobecně mít za to, že zde pravděpodobně nedojde k překročení limitních hodnot expozice.

V praxi se budou vyskytovat případy možné expozice zaměstnanců, které jsou složitější, a proto přesahují rámec této příručky. Při posuzování složitých případů expozice by měli zaměstnavatelé požádat o radu externí odborníky.

## 1.4 Související právní předpisy a další informace

Použití této příručky není samo o sobě zárukou dodržení zákonných požadavků na ochranu před optickým zářením z umělých zdrojů, které platí v jednotlivých členských státech. Závazné jsou právní předpisy, kterými členské státy provedly směrnici 2006/25/ES. Tyto právní předpisy mohou být přísnější než minimální požadavky stanovené ve směrnici, z níž tato příručka vychází.

Další pomůckou při plnění požadavků směrnice může být to, že výrobci smejí vyrábět zařízení vyzařující optické záření z umělých zdrojů vyhovující evropským normám. Tato příručka obsahuje odkazy na příslušné normy. Tyto normy lze získat za úplaty od vnitrostátních normalizačních institucí.

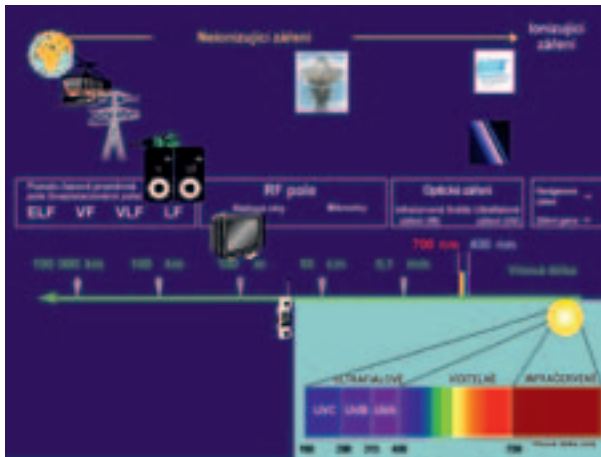
Další informace lze získat ve vnitrostátních právních předpisech a normách a související literatuře. Příloha F obsahuje odkazy na publikace příslušných orgánů jednotlivých členských států. Zařazení odkazu na určitou publikaci do této přílohy nicméně neznamená, že je celý její obsah v naprostém souladu s touto příručkou.

## 1.5 Oficiální a neoficiální poradenská centra

Pokud tato příručka neobsahuje odpovědi na otázky týkající se plnění požadavků na ochranu před optickým zářením z umělých zdrojů, měli byste se obrátit přímo na vnitrostátní zdroje informací. K těmto zdrojům patří inspektoráty práce, úrazové pojišťovny nebo sdružení a komory působící v obchodu, průmyslu a řemeslech.

## 2. Zdroje optického záření z umělých zdrojů

### 2.1 Zdroje nekoherentního



#### záření

#### 2.1.1 Pracovní činnosti

Je těžké najít nějaké povolání, u něhož by vůbec nedocházelo k vystavení optickému záření z umělých zdrojů. Každý, kdo pracuje ve vnitřním prostředí budovy, bude pravděpodobně vystaven emisím optického záření z osvětlení a počítačových monitorů. Lidé, kteří pracují venku, mohou potřebovat nějakou formu pracovního osvětlení v době, kdy přirozené světlo není dostatečné. Osoby, které při práci cestují, budou pravděpodobně vystaveny umělému osvětlení, i kdyby to bylo pouze vystavení světélům z jiných vozidel. Toto vše jsou uměle vytvářené formy optického záření a lze mít za to, že spadají do oblasti působnosti směrnice.

Vedle stálých zdrojů, jakými jsou osvětlení a počítačové monitory, může být optické záření z umělých zdrojů produkováno buď záměrně, jako nezbytná součást určitého procesu, nebo nahodile, tedy jako nežádoucí vedlejší produkt. Například pro vyvolání fluoreskujícího efektu u barviva je zapotřebí vyrobit ultrafialové záření a barvivo tomuto záření vystavit. Naproti tomu vznik množství ultrafialového záření při obloukovém sváření není pro proces sváření v žádném případě nezbytný – i když je nevyhnutelný.

Ať už je optické záření produkováno záměrně pro určitý účel nebo vzniká neúmyslně jako vedlejší produkt určitého procesu, je stále zapotřebí kontrolovat expozici tomuto záření, a to nejméně v míře stanovené ve směrnici. Uměle vytvářené optické záření je přítomné na většině pracovišť, ale zejména v těchto typech odvětví:

- odvětví, kde se pracuje s žářem, například sklářský a kovo zpracující průmysl, kde pece vyzařují infračervené záření,
- tiskařský průmysl, kde se inkousty a barvy často ustalují procesy fotoindukované polymerace,
- umění a zábava, kde mohou být účinkující a manekýni přímo osvětlováni reflektory, efektoými světly, modelingovými světly a blesky,
- zábava, kde mohou být pracovníci v hledišti osvětlováni běžnými a efektoými světly,
- nedestrukční testování, které může zahrnovat aplikaci ultrafialového záření k odhalení fluoreskujících barviv,
- lékařské ošetření, kde mohou být lékaři a pacienti vystaveni světélům reflektorů na operačním sále a léčebnému použití optického záření,
- kosmetické ošetření, které využívá lasery a lampy a také zdroje ultrafialového a infračerveného záření,
- prodejny a sklady, kde jsou velké otevřené budovy osvětlovány silnými plošnými světly,
- léčiva a výzkum, kde se může používat sterilizace ultrafialovým zářením,
- čištění odpadních vod, kde se může používat sterilizace ultrafialovým zářením,
- výzkum, kde se mohou používat lasery a užitečným nástrojem může být fluorescence vyvolaná ultrafialovým zářením,
- zpracování kovů zahrnující sváření,
- výroba plastů zahrnující laserové svařování.

Výše uvedený seznam nemá sloužit jako úplný výčet.

## 2.1.2 Použití

Následující tabulka poskytuje určitou představu o tom, jaké druhy použití mají jednotlivé oblasti spektra. Měla by

také ukazovat, jaké oblasti spektra mohou být přítomny bez ohledu na to, že nejsou pro daný proces nezbytné. Jednotlivé oblasti spektra jsou popsány v příloze A.

Vlnová délka	Pro jaké účely se používá	Kdy může vznikat nezáměrně
UVC	Baktericidní sterilizace Fluorescence (laboratoře) Fotolitografie	Vytvrzování inkoustu Některé plošné osvětlení a pracovní osvětlení Některé lampy do projektorů Obloukové sváření
UVB	Solária Fototerapie Fluorescence (laboratoře) Fotolitografie	Baktericidní lampy Vytvrzování inkoustu Některé plošné osvětlení a pracovní osvětlení Lampy do projektorů Obloukové sváření
UVA	Fluorescence (laboratoře, nedestrukční testování, zábavné efekty, odhalování zločinů, odhalování padělků, označování vlastnictví) Fototerapie Solária Vytvrzování inkoustu Pasti na hmyz Fotolitografie	Baktericidní lampy Plošné osvětlení a pracovní osvětlení Lampy do projektorů Obloukové sváření
Viditelná část spektra	Plošné osvětlení a pracovní osvětlení Kontrolky Semaforey Odstraňování chloupků a žilek Vytvrzování inkoustu Pasti na hmyz Fotolitografie Fotokopírování Promítání Televizní a počítačové obrazovky	Solária Některé aplikace spojené s ohřevem/sušením Sváření
IRA	Pohybová čidla Topení Sušení Odstraňování chloupků a žilek Komunikace	Některé plošné osvětlení a pracovní osvětlení Sváření
IRB	Topení Sušení Komunikace	Některé plošné osvětlení a pracovní osvětlení Sváření
IRC	Topení Sušení	Některé plošné osvětlení a pracovní osvětlení Sváření

Některé oblasti spektra, které jsou uvedeny jako nezáměrně vznikající, mohou být emitovány pouze při poruše. Například některé typy svétlometů jsou založeny na vysokotlaké rtuťové výbojce. Ta produkuje záření ve všech

oblastech světla, ale je obvykle uzavřena ve vnějším plášti, který zamezuje vyzařování většího množství záření UVB a UVC. Když je tento plášť poškozen a lampa se dále používá, bude vyzařovat nebezpečně úroveň UV záření.

## 2.2 Zdroje laserového záření

Laser byl poprvé úspěšně předveden v roce 1960. Zpočátku se lasery používaly pouze ve výzkumu a pro vojenské účely. Obvykle je provozovali lidé, kteří je zkonstruovali a postavili, a tito lidé byli také ohroženi laserovým zářením. Dnes jsou však lasery doslova všudepřítomné. Používají se v mnoha aplikacích na pracovištích, někdy v zařízeních, kde laserové záření kontrolují výkonné technické prostředky, takže uživatel ani nepotřebuje vědět, že zařízení obsahuje laser.

Laserové svazky se obvykle vyznačují tím, že jsou tvořeny jednou vlnovou délkou nebo malým počtem diskretních vlnových délek; záření má nízkou rozbíhavost, takže si v daném prostoru zhruba zachovává stejnou sílu nebo energii na značnou vzdálenost; a laserový svazek je

koherentní nebo jsou jednotlivé vlny svazku ve fázi. Laserové svazky je obvykle možné zaostřit na malé místo, kde mohou způsobovat poranění a poškození povrchů. Všechny tyto informace jsou zobecněné. Existují lasery, které produkují laserové svazky v širokém spektru vlnových délek; existují zařízení, která produkují silně rozbíhavé svazky; a některé laserové svazky nejsou po většinu délky své dráhy koherentní. Laserové svazky mohou být vysílány kontinuálně (tzv. kontinuální vlna, CW), nebo mohou být pulsní.

Lasery se rozlišují podle „aktivního prostředí“, které se používá k vygenerování svazku laserových paprsků. Toto prostředí může být pevné, kapalné nebo plynné. Lasery s pevným aktivním prostředím se dělí na lasery na bázi krystalických pevných látek, tzv. pevnolátkové lasery, a na polovodičové lasery. Následující tabulka uvádí některé běžně používané lasery a vlnové délky jejich záření.

Typ	Laser	Základní vlnová délka	Výkon
PLYNOVÉ	Helium-neon (HeNe)	632,8 nm	CW až 100 mW
	Helium-kadmium (HeCd)	422 nm	CW až 100 mW
	lonty argonu (Ar)	488, 514 nm plus modré proužky	CW až 20 W
	lonty kryptonu (Kr)	647 nm plus UV, modrá a žlutá	CW až 10 W
	Oxid uhličitý (CO <sub>2</sub> )	10 600 nm (10,6 μm)	Pulsní nebo CW až 50 kW
	Dusík (N)	337,1 nm	Pulsní > 40 mJ
	Excimer xenon-chlor (XeCl) Excimer krypton-fluor (KrF) Excimer xenon-fluor (XeF) Excimer argon-fluor (ArF)	308 nm 248 nm 350 nm 193 nm	Pulsní až 1 J
PEVNOLÁTKOVÉ	Rubín	694,3 nm	Pulsní až 40 J
	Neodym:YAG (Nd:YAG)	1 064 a 1 319 nm 532 a 266 nm	Pulsní nebo CW až TW, 100 W průměr CW
	Neodymové sklo (Nd:Glass)	1 064 nm	Pulsní až 150 J
VLÁKNOVÉ	Ytterbium (Yb)	1 030–1 120 nm	CW až kW
DISKOVÉ (THIN DISK)	Ytterbium:YAG (Yb:YAG)	1 030 nm	CW až 8 000 W
DESKOVÉ (SLAB)	Oxid uhličitý (CO <sub>2</sub> ) Laserový krystal	10 600 nm	CW až 8 000 W
POLOVODIČOVÉ	Různé materiály – např. GaN GaAlAs InGaAsP	400–450 nm 600–900 nm 1 100–1 600 nm	CW (některé pulsní) až 30 W
KAPALINOVÉ (BARVIVOVÉ)	Barvivo – jako laserové prostředí se používá více než 100 různých laserových barviv	300–1 800 nm 1 100–1 600 nm	Pulsní až 2,5 J CW až 5 W

Další informace o laserech naleznete v publikacích uvedených v seznamu literatury v příloze K.

Následující tabulka obsahuje přehled některých použití laserů.

Kategorie	Příklady použití
Zpracování materiálů	Řezání, sváření, značení laserem, vrtání, fotolitografie, rychlé zpracování
Optické měření	Měření vzdálenosti, sledování, laserová velocimetrie, laserové vibrometry, metoda ESPI – elektronická spekl interferometrie, optovláknové hydrofony, vysokorychlostní snímání, stanovení velikosti částic
Medicína	Oční lékařství, operace očí, fotodynamická terapie, dermatologie, laserový nůž, operace cév, zubní lékařství, lékařská diagnostika
Komunikace	Komunikace s optickými vlákny, prostorová komunikace, satelitní komunikace
Optické ukládání informací	Kompaktní disk / DVD, laserová tiskárna
Spektroskopie	Určování látek
Holografie	Zábava, ukládání informací
Zábava	Laserové show, laserová ukazovátka

## 2.3 Bezvýznamné zdroje

Příloha D této příručky obsahuje zpracované příklady některých umělých zdrojů optického záření, které mohou být běžné na mnoha pracovištích, například v obchodech a kancelářích. Vzhledem k tomu, že se na trhu vyskytují nespočetná zařízení v nejrůznějších provedeních, není možné sestavit zde pro každý uvažovaný typ zdroje vyčerpávající seznam obsahující všechny existující zdroje a použití optického záření. Rozdíly, například v zakřivení reflektoru, tloušťce skleněného pláště nebo výrobci zářivky, mohou mít značný vliv na optické záření vyzařované zdrojem. Každý příklad je proto zcela přesný pouze pro daný typ a model zdroje, který byl zkoumán.

Pokud však zpracovaný příklad ukazuje, že:

- daný zdroj může způsobovat expozici, která představuje pouze malý zlomek ( $\approx < 20\%$ ) limitních hodnot expozice, nebo že
- zdroj může způsobit expozici vyšší, než jsou limitní hodnoty, ale pouze za extrémně nepravděpodobných podmínek,

pak lze mít za to, že normální expozice zdrojům těchto typů představuje bezvýznamné zdravotní riziko a zdroj lze tedy považovat za „bezpečný“.

Níže uvedené tabulky představují tyto běžné zdroje ve dvou skupinách:

- bezvýznamné (vzhledem k nepodstatnému množství emitovaného záření),
- nepředstavující nebezpečí při normálním použití

(tj. nadměrná expozice může nastat pouze za jiných než obvyklých podmínek).

Jsou-li na pracovišti přítomny pouze zdroje uvedené v těchto tabulkách a jsou-li tyto zdroje používány pouze za uvedených podmínek, lze mít za to, že není zapotřebí provádět žádné další hodnocení rizika. Pokud tyto předpoklady nejsou splněny, osoba odpovědná za bezpečnost by měla zvážit informace uvedené ve zbytku této příručky: k dispozici jsou rovněž rozsáhlé přílohy, které obsahují více podrobností.

Zdroje, které pravděpodobně budou představovat bezvýznamnou expozici a lze je považovat za „bezpečné“

Stropní zářivkové osvětlení se zářivkami zakrytými difuzory

Počítačové obrazovky nebo podobná zobrazovací zařízení

Stropní kompaktní zářivkové osvětlení

Kompaktní plošné zářivkové osvětlení

UVA pasti na hmyz

Stropní wolfram halogenová bodová světla

Pracovní osvětlení s wolframovými žárovkami (včetně žárovek se spektrem denního světla)

Stropní wolframové žárovky

Fotokopírky

Interaktivní tabulové systémy

LED kontrolky

Digitální osobní asistenti (PDA)

Směrové svítlny vozidel, brzdové, zpětné a mlhové světlomety

Fotografické blesky

Závěsné zářiče na plynná paliva

Pouliční osvětlení



Zdroje, u kterých je nepravděpodobné, že by za stanovených podmínek představovaly zdravotní riziko	
Zdroj	Podmínky pro bezpečné použití
Stropní zářivkové osvětlení bez zářivek zakrytých difuzory	Bezpečné při intenzitě osvětlení běžné pro práci ( $\approx 600$ luxů).
Metal-halidové / vysokotlaké rtuťové plošné osvětlení	Bezpečné, je-li přední krycí sklo neporušené a není-li zdroj světla v linii očí.
Stolní projektory	Bezpečné, nehledí-li se přímo do světelného zdroje.
Nízkotlaké UVA zářivky s černým světlem	Bezpečné, není-li zdroj světla v linii očí.
Jakékoli laserové zařízení „třídy 1“ (dle EN 60825-1)	Bezpečné, jsou-li kryty neporušené. V případě sejmutí krytů nemusí být bezpečné.
Jakýkoli výrobek z „volné skupiny“ (dle EN 62471)	Bezpečné, není-li zdroj světla v linii očí. V případě sejmutí krytů nemusí být bezpečné.
Přední světlomety vozidel	Bezpečné, nehledět delší dobu přímo do světelného zdroje.

## 3. Zdravotní účinky vystavení optickému záření

Optické záření je pohlcováno ve vnějších vrstvách těla, a proto se jeho biologické účinky omezují převážně na kůži a oči, mohou se však vyskytnout i systémové účinky. Záření různých vlnových délek způsobují různé účinky v závislosti na tom, jaká část kůže nebo oka záření pohltí, a na typu interakce, k níž dojde: v ultrafialové oblasti spektra převládají fotochemické účinky, v infračervené oblasti převládají účinky tepelné. Laserové záření může produkovat další účinky spojené s rychlou absorpcí energie tkání a je nebezpečné zejména pro oči, kde může čočka soustředit svazek do jednoho místa.

Biologické účinky lze obecně rozdělit na akutní (nastávající rychle) a chronické (nastávající v důsledku dlouhotrvajících a opakovaných expozic v delším časovém horizontu). Obecně platí, že akutní účinky nastávají pouze tehdy, pokud expozice překročí určitou prahovou úroveň, která je obvykle pro každého člověka jiná. Většina limitních hodnot expozice je založena na studiích prahových hodnot pro akutní

účinky a byla odvozena ze statistického zpracování těchto prahových hodnot. Překročení limitní hodnoty expozice tedy nemusí nutně vést k nežádoucímu zdravotnímu účinku. Při zvýšení expozice nad limitní hodnotu expozice roste riziko nežádoucích zdravotních účinků. Většina účinků popsaných níže nastane u zdravého dospělého pracujícího člověka při úrovni podstatně vyšší, než jsou limitní hodnoty stanovené ve směrnici. Nicméně osoby, které jsou abnormálně citlivé na světlo, mohou utrpět nežádoucí účinky při úrovních nižších, než jsou limitní hodnoty expozice.

Chronické účinky často nemají prahovou hodnotu, pod níž nenastanou. Následkem toho nelze riziko vzniku těchto účinků snížit na nulu. Toto riziko lze snížit – snížením expozice – a dodržování limitních hodnot expozice by mělo snížit rizika expozice umělým zdrojům optického záření na úroveň nižší, než je úroveň, kterou společnost přijala s ohledem na expozici přirozeně se vyskytujícímu optickému záření.

Vlnová délka (nm)		Oko	Kůže
100–280	UVC	Fotokeratitida Fotokonjunktivitida	Erytém Rakovina kůže
280–315	UVB	Fotokeratitida Fotokonjunktivitida Zákaly	Erytém Elastóza (fotostárnutí) Rakovina kůže
315–400	UVA	Fotokeratitida Fotokonjunktivitida Zákaly Poškození sítnice světlem	Erytém Elastóza (fotostárnutí) Okamžitá pigmentace Rakovina kůže
380–780	Viditelná část spektra	Poškození sítnice světlem (riziko „modrého světla“) Popálení sítnice	Popálení
780–1 400	IRA	Zákaly Popálení sítnice	Popálení
1 400–3 000	IRB	Zákaly	Popálení
3 000–10 <sup>6</sup>	IRC	Popálení rohovky	Popálení

## 4. Požadavky směrnice o optickém záření z umělých zdrojů

Úplný text směrnice je uveden v příloze L této příručky. Tato kapitola obsahuje přehled hlavních požadavků.

Směrnice stanoví minimální požadavky na ochranu zaměstnanců před zdravotními a bezpečnostními riziky, která vznikají nebo mohou vzniknout expozicí optickému záření z umělých zdrojů při práci. Členské státy proto mohou zavést nebo již mají zavedeny požadavky přísnější.

### 4.1 Článek 4 – Určení expozice a hodnocení rizik

Směrnice klade hlavní důraz na to, že by zaměstnavatelé měli zajistit, aby zaměstnanci nebyli vystaveni úrovním optického záření z umělých zdrojů převyšujícím limitní hodnoty expozice obsažené v přílohách směrnice.

Zaměstnavatelé to mohou prokázat pomocí informací, které obdrželi spolu se zdroji, pomocí obecných hodnocení, která provedou oni sami nebo která si nechají provést od jiných subjektů, provedením teoretických hodnocení nebo měření. Směrnice nestanoví metodiku, takže záleží na každém zaměstnavateli, jak tohoto hlavního cíle dosáhne. Zaměstnavatelé mají využívat platných zveřejněných norem a případně „dostupných vnitrostátních nebo mezinárodních vědecky podložených zásad“.

Mnohé požadavky směrnice se podobají požadavkům směrnice 89/391/EHS, a proto pro zaměstnavatele, kteří již plní požadavky uvedené směrnice, pravděpodobně nebude splnění požadavků této směrnice znamenat žádnou výraznou práci navíc. Požaduje se nicméně, aby zaměstnavatel při provádění hodnocení věnoval zvláštní pozornost těmto aspektům (čl. 4 odst. 3):

Věnovat pozornost	Komentář
a) úrovní, vlnové délce a trvání expozice umělým zdrojům optického záření;	Toto je základní informace o posuzované situaci. Je-li úroveň expozice podstatně nižší než limitní hodnota expozice, která by platila pro expozici za celý pracovní den (uvažuje se 8 hodin), pak není zapotřebí provádět žádné další hodnocení, pokud nedochází k expozici z více zdrojů. Viz písmeno h).
b) limitním hodnotám expozice podle článku 3 této směrnice;	Z informací v písmenu a) by mělo být možné určit příslušné limitní hodnoty expozice.
c) všem účinkům na zdraví a bezpečnost zaměstnanců, kteří patří ke zvláště ohroženým rizikovým skupinám;	Doporučuje se spíše reagovat na vzniklé situace než přijímat opatření předem. V podniku mohou být například zaměstnanci někteří zaměstnanci, kteří vědí, že jsou zvláště citliví na blikající světlo. Pak by měl zaměstnavatel zvážit, zda je možné zavést úpravy pracovní činnosti.
d) všem možným účinkům na zdraví a bezpečnost zaměstnanců vyvolaným vzájemným působením optického záření a světlocitlivých chemických látek na pracovišti;	Doporučuje se, aby zaměstnavatelé ve svých konkrétních podmínkách zvážili, zda hrozí zvýšení citlivosti na světlo působením chemických látek používaných na pracovišti. Podobně jako u písmena c) však zaměstnavatel bude spíše reagovat na problémy hlášené zaměstnanci v případech, kdy dochází ke zvýšení citlivosti na světlo působením chemických látek používaných mimo pracoviště.

Věnovat pozornost	Komentář
e) všem nepřímým účinkům, jako dočasnému oslepení, výbuchu nebo požáru;	U některých pracovních postupů může být problémem vystavení očí jasným světlem. Běžná reakce spočívající v odvrácení se od zdroje světla by měla poskytovat určitou úroveň ochrany při úrovních expozice nepřesahujících limitní hodnotu expozice. Zaměstnavatel by však měl zvážit umělé zdroje optického záření, které mohou způsobit odvedení pozornosti, oslepení, oslnění a přetrvávající obrazy tam, kde by takové expozice mohly ohrozit bezpečnost pracovníka nebo druhých osob. Optické záření z některých umělých zdrojů může být schopno vyvolat výbuch nebo požár. To platí zejména o laserech třídy 4, ale na toto riziko je třeba pamatovat i u jiných zdrojů, zejména v prostředích, kde mohou být přítomny hořlavé nebo výbušné látky.
f) existenci záložního zařízení určeného ke snížení úrovně expozice optickému záření z umělých zdrojů;	O této možnosti se doporučuje uvažovat tam, kde existuje možnost expozice zaměstnanců umělým zdrojům optického záření nad limitní hodnoty expozice.
g) odpovídajícím informacím získaným ze zdravotního dohledu včetně zveřejněných informací, pokud je to možné;	Tyto informace mohou pocházet zevnitř organizace zaměstnavatele, od skupin zastupujících odvětví nebo od mezinárodních organizací, jako jsou například Světová zdravotnická organizace a Mezinárodní komise pro ochranu před neionizujícím zářením.
h) mnohočetným zdrojům expozice optickému záření z umělých zdrojů;	Z informací získaných v písmenu a) a b) může být možné určit, jaký podíl limitní hodnoty expozice bude znamenat každý umělý zdroj optického záření. Zjednodušený přístup bude takový, že se tento podíl stanoví pro všechny zdroje, kterým mohou být zaměstnanci vystaveni, a jednotlivé podíly se sečtou. Je-li součet menší než jedna, je nepravděpodobné, že by došlo k překročení limitních hodnot expozice. Je-li součet větší než jedna, bude zapotřebí provést podrobnější hodnocení.
i) zařazení laseru, jak je definováno v souladu s příslušnou normou CENELEC, a každému obdobnému zařazení týkajícímu se jakéhokoliv umělého zdroje, který může způsobit poškození stejného rozsahu jako laser třídy 3B nebo 4;	Lasery třídy 3B a 4 emitují přístupné laserové záření, které by mohlo vést k překročení limitních hodnot expozice. Za určitých okolností nicméně mohou vyžadovat hodnocení i lasery nižších tříd nebezpečnosti. Norma EN 62471 zavádí jinou klasifikaci nelaserových umělých zdrojů optického záření. Hodnocení by měla být podrobena zařízení skupiny nebezpečnosti 3, ale i u nižších skupin nebezpečnosti je vhodné uvážit situace, při nichž může dojít k expozici.
j) údajům poskytnutým v souladu s příslušnými směrnici Společenství výrobci zdrojů optického záření a souvisejícího pracovního zařízení.	Zaměstnavatelé by měli za účelem provedení hodnocení požadovaných touto směrnicí vyžadovat příslušné informace od výrobců a dodavatelů umělých zdrojů optického záření a souvisejících výrobků. Doporučuje se, aby dostupnost takových informací byla podkladem pro rozhodování o koupi.

## 4.2 Článek 5 – Ustanovení zaměřená na odstranění nebo snížení rizik

Je důležité si uvědomit, že na rozdíl od mnoha jiných nebezpečí může snížení úrovně optického záření z umělých zdrojů pod určitou úroveň ve skutečnosti riziko úrazu zvýšit. Očividným příkladem je plošné osvětlení prostoru. Ukazatele a kontrolky potřebují vyzařovat vhodné množství optického záření, aby mohly sloužit svému účelu. Z tohoto důvodu se článek 5 zaměřuje na odstranění nebo snížení rizika. Tento přístup se podobá

přístupu použitému ve směrnici 89/391/EHS a těmito zásadami se dále zabývá kapitola 9 této příručky.

## 4.3 Článek 6 – Informování a školení zaměstnanců

Požadavky článku 6 se podobají požadavkům směrnice 89/391/EHS. Na rizika je důležité pohlížet komplexně. Zaměstnanci by měli vědět, že řada umělých zdrojů optického záření na pracovišti pro ně nepředstavuje zdravotní riziko a že mnohé z nich ve skutečnosti zlepšují jejich

pracovní podmínky. Pokud však byla zjištěna rizika, měly by být zaměstnancům poskytnuty vhodné informace a školení. Touto problematikou se dále zabývá kapitola 9.

#### 4.4 Článek 7 – Projednání se zaměstnanci a jejich účast

Tento článek se týká požadavků uložených směrnicí 89/391/EHS.

#### 4.5 Článek 8 – Zdravotní dohled

Článek 8 vychází z požadavků směrnice 89/391/EHS. Mnoho konkrétních podrobností bude pravděpodobně záviset

na systémech zavedených členskými státy. Kapitola 11 této příručky obsahuje určité rady ke zdravotnímu dohledu.

#### 4.6 Shrnutí

Řada požadavků této směrnice je již zahrnuta v jiných směrnicích, zejména ve směrnici 89/391/EHS (viz příloha E). Pokyny k plnění článků této směrnice jsou uvedeny v dalších kapitolách této příručky.

## 5. Používání limitních hodnot expozice

Přílohy I a II směrnice stanoví limitní hodnoty expozice (LHE) pro nekoherentní optické záření a laserové záření. Tyto LHE zohledňují biologickou účinnost optického záření z hlediska schopnosti způsobit poškození při různých vlnových délkách, dobu trvání expozice optickému záření a cílovou tkáň. LHE se zakládají na obecných pokynech vydaných Mezinárodní komisí pro ochranu před neionizujícím zářením (ICNIRP). Další informace o principu LHE lze nalézt v pokynech, které jsou k dispozici na adrese <http://www.icnirp.org/> (viz Odkazy). Stojí za zmínku, že ICNIRP může tyto pokyny měnit: pokud by k tomu došlo, může následně dojít ke změně LHE ve směrnici.

Podobné, i když ne totožné limitní hodnoty expozice vydala také Americká konference státních průmyslových hygieniků (ACGIH).

K tomu, aby bylo možné zvolit správnou LHE, je nezbytné znát rozsah vlnových délek optického záření. Je třeba říci, že na daný rozsah vlnových délek se může vztahovat více LHE. LHE pro laserové záření je obvykle snazší stanovit, protože záření má jednu vlnovou délku. Pro laserové výrobky, které emitují laserové záření na více než jedné vlnové délce, nebo pro prostředí s více zdroji však může být třeba zohlednit doplňkové efekty.

Kompletní analýza expozice zaměstnanců a srovnání s LHE může být složitá a může přesahovat rámec této příručky. Cílem níže uvedených informací je pomoci zaměstnavatelům při rozhodování, zda vyhledat další pomoc.

### 5.1 Limitní hodnoty expozice laserovému záření

Systém klasifikace laserů (viz kapitola 8.1.1) poskytuje uživatelům představu o míře nebezpečnosti laserového

svazku – za konkrétních podmínek měření. Laserové výrobky třídy 1 by měly být bezpečné pro běžné použití, a proto by neměly vyžadovat další hodnocení. Při údržbě nebo servisu laserového výrobku třídy 1 však hodnocení bude potřeba, pokud tento výrobek obsahuje zabudovaný laser vyšší třídy. Není-li uvedeno jinak, měli by zaměstnavatelé předpokládat, že svazky paprsků laserů třídy 3B a 4 znamenají riziko poranění očí. Lasery třídy 4 představují také riziko poranění kůže.

Tam, kde jsou používány lasery třídy 3B a třídy 4, by měla být jmenována odpovědná osoba, například bezpečnostní technik pro laserová zařízení.

Zařazení laserového výrobku do třídy 2 se provádí tehdy, pokud při náhodném vystavení až na dobu 0,25 s nedojde k překročení LHE. Pokud z použití výrobku vyplývá, že mohou být oči zaměstnanců opakovaně vystavovány laserovému svazku, mělo by se provést podrobnější hodnocení s cílem stanovit, zda může dojít k překročení LHE.

Lasery tříd 1M, 2M a 3R by měly být podrobeny hodnocení s cílem určit možné situace, kdy může dojít k expozici.

LHE pro laserové záření jsou uvedeny v příloze II směrnice, která je přetištěna v příloze L této příručky. LHE jsou vyjádřeny formou ozáření (ve watttech na metr čtvereční,  $W m^{-2}$ ) nebo formou expozice záření (v joulech na metr čtvereční,  $J m^{-2}$ ).

Při výpočtu ozáření nebo expozice záření by měla být použita průměrná hodnota ozáření nebo expozice záření z laserového svazku na stanovený průřez, takzvaný limitní otvor, jak je stanoveno v tabulkách 2.2, 2.3 a 2.4 v příloze II směrnice.

Jak nalézt správnou tabulku LHE laserovému záření:

Expozice oka – krátká doba expozice (< 10 s) – tabulka 2.2

Expozice oka – 10 s nebo delší – tabulka 2.3

Expozice kůže – tabulka 2.4

Při rozhodování o délce expozice bude záležet na tom, zda jde o expozici náhodnou, nebo záměrnou. U náhodných expozic se obvykle uvažuje 0,25 s pro laserové

svazky od 400 do 700 nm a 10 nebo 100 s pro všechny ostatní vlnové délky, je-li orgánem vystaveným záření oko. Je-li záření vystavena pouze kůže, bylo by rozumné použít 10 nebo 100 s pro všechny vlnové délky.

Pro tyto délky expozice je možné vypočítat maximální zářivý tok stanoveným otvorem, než dojde k překročení LHE. V následující tabulce jsou uvedeny tyto výpočty pro expozici oka laserovému svazku z malého zdroje s kontinuální vlnou.

Rozsah vlnových délek (nm)	Limitní otvor (mm)	Délka expozice (s)	LHE (W m <sup>-2</sup> )	Maximální zářivý tok otvorem (W)	Maximální zářivý tok otvorem (mW)
180 až 302,5	1	10	3,0	0,0000024	0,0024
≥ 302,5 až 315	1	10	3,16 až 1 000	0,0000025 až 0,00079	0,0025 až 0,79
305	1	10	10	0,0000079	0,0079
308	1	10	39,8	0,000031	0,031
310	1	10	100	0,000079	0,079
312	1	10	251	0,00020	0,20
≥ 315 až 400	1	10	1 000	0,00079	0,79
≥ 400 až 450	7	0,25	25,4	0,00098	0,98
≥ 450 až 500	7	0,25	25,4	0,00098	0,98
≥ 500 až 700	7	0,25	25,4	0,00098	0,98
≥ 700 až 1 050	7	10	10 až 50	0,00039 až 0,0019	0,39 až 1,9
750	7	10	12,5	0,00049	0,49
800	7	10	15,8	0,00061	0,61
850	7	10	19,9	0,00077	0,77
900	7	10	25,1	0,00097	0,97
950	7	10	31,6	0,0012	1,2
1 000	7	10	39,8	0,0015	1,5
≥ 1 050 až 1 400	7	10	50 až 400	0,0019 až 0,015	1,9 až 15
≥ 1 050 až 1 150	7	10	50	0,0019	1,9
1 170	7	10	114	0,0044	4,4
1 190	7	10	262	0,010	10
≥ 1 200 až 1 400	7	10	400	0,015	15
≥ 1 400 až 1 500	3,5	10	1 000	0,0096	9,6
≥ 1 500 až 1 800	3,5	10	1 000	0,0096	9,6
≥ 1 800 až 2 600	3,5	10	1 000	0,0096	9,6
≥ 2 600 až 10 <sup>5</sup>	3,5	10	1 000	0,0096	9,6
≥ 10 <sup>5</sup> až 10 <sup>6</sup>	11	10	1 000	0,095	95

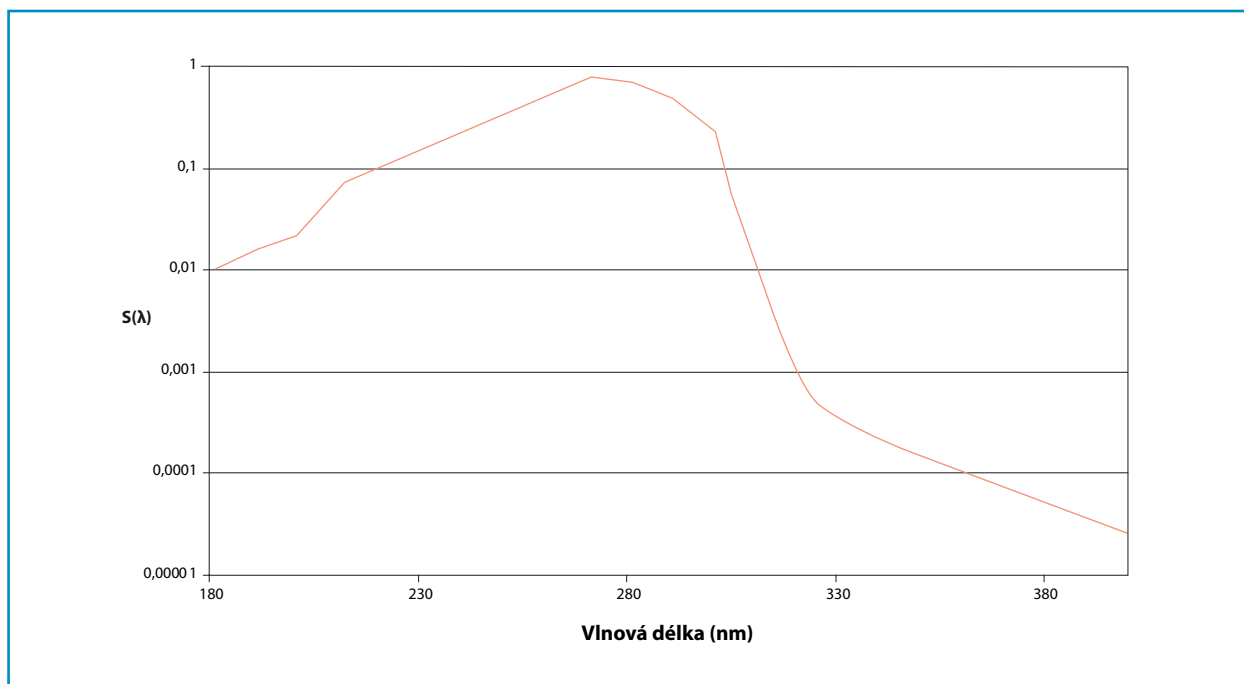
Další pokyny k posuzování LHE jsou k dispozici v normě IEC TR 60825-14. Je třeba uvést, že tento dokument používá namísto LHE termín maximální přípustná expozice (MPE).

## 5.2 Nekoherentní optické záření

Používání LHE pro nekoherentní optické záření je obvykle složitější než v případě záření laserového. To proto, že zaměstnanci mohou být vystaveni většímu rozsahu vlnových délek namísto vlnové délky jediné. Je však možné přijmout řadu zjednodušujících předpokladů pro nejhorší možné případy a s jejich pomocí určit, zda je potřeba provést podrobnější hodnocení.

V tabulkách 1.2 a 1.3 v příloze I směrnice jsou uvedeny tři bezrozměrné koeficienty. Váhový koeficient  $S(\lambda)$  se používá na vlnové délky od 180 do 400 nm a upravuje hodnoty spektrálního ozáření nebo spektrální expozice záření tak, aby byla zohledněna závislost nežádoucích zdravotních účinků záření na oči a kůži na vlnové délce. Po uplatnění váhového koeficientu se příslušný údaj následně označuje pojmem efektivní ozáření nebo efektivní expozice záření.

**Obrázek 5.1 – Váhový koeficient  $S(\lambda)$**



Funkce  $S(\lambda)$  dosahuje své maximální hodnoty 1,0 při 270 nm. Pro jednoduchost je možné předpokládat, že veškeré vyzařování v rozsahu od 180 nm do 400 nm probíhá na vlnové délce 270 nm (protože funkce  $S(\lambda)$  má maximální hodnotu 1, je to stejné jako tuto funkci jednoduše ignorovat). Vzhledem k tomu, že LHE je vyjádřena formou expozice záření ( $J m^{-2}$ ), je možné, známe-li ozáření produkované zdrojem, podle níže uvedené tabulky zjistit maximální

dobu, po kterou zaměstnanec může být záření vystaven, nemá-li překročit LHE, která je stanovena na  $30 J m^{-2}$ .

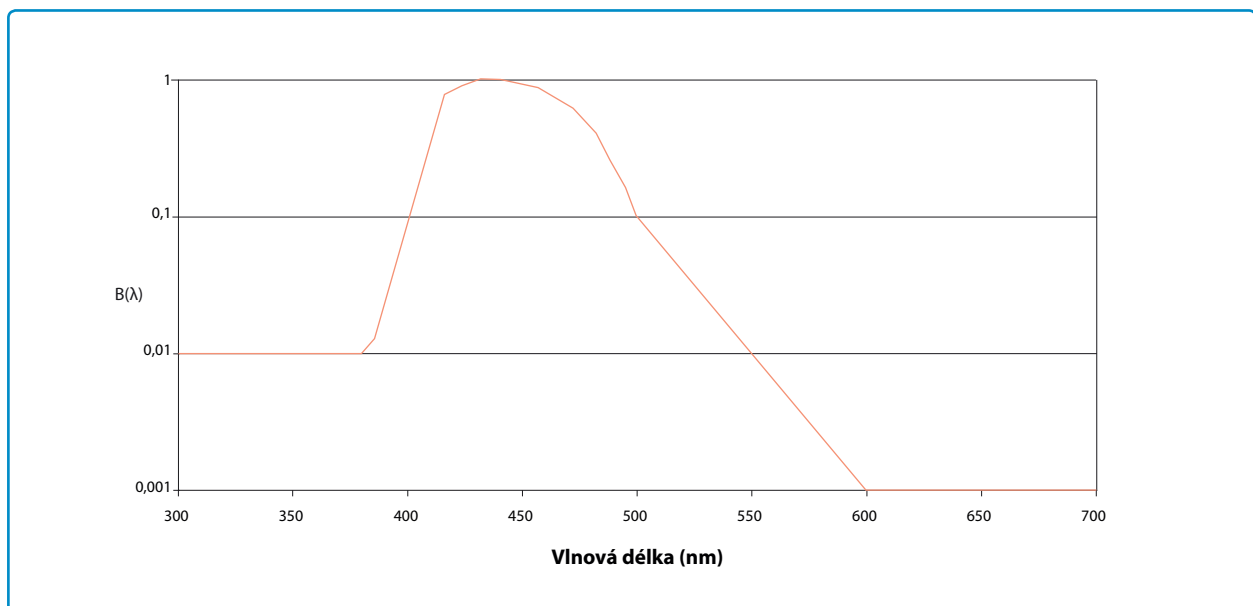
Pokud tato doba není překročena při předpokladu, že veškeré vyzařování probíhá na vlnové délce 270 nm, není zapotřebí provádět žádné další hodnocení. Je-li LHE překročena, je zapotřebí provést podrobnější spektrální hodnocení.



Délka expozice za 8hodinový den	Ozáření (efektivní) – $W m^{-2}$
8 hodin	0,001
4 hodiny	0,002
2 hodiny	0,004
1 hodina	0,008
30 minut	0,017
15 minut	0,033
10 minut	0,05
5 minut	0,1
1 minuta	0,5
30 sekund	1,0
10 sekund	3,0
1 sekunda	30
0,5 sekundy	60
0,1 sekundy	300

Koeficient  $B(\lambda)$  se používá na vlnové délky od 300 do 700 nm k zohlednění závislosti fotochemického poškození oka na vlnové délce. Závislost na vlnové délce je nastíněna v dalším textu.

**Obrázek 5.2 – Váhový koeficient  $B(\lambda)$**

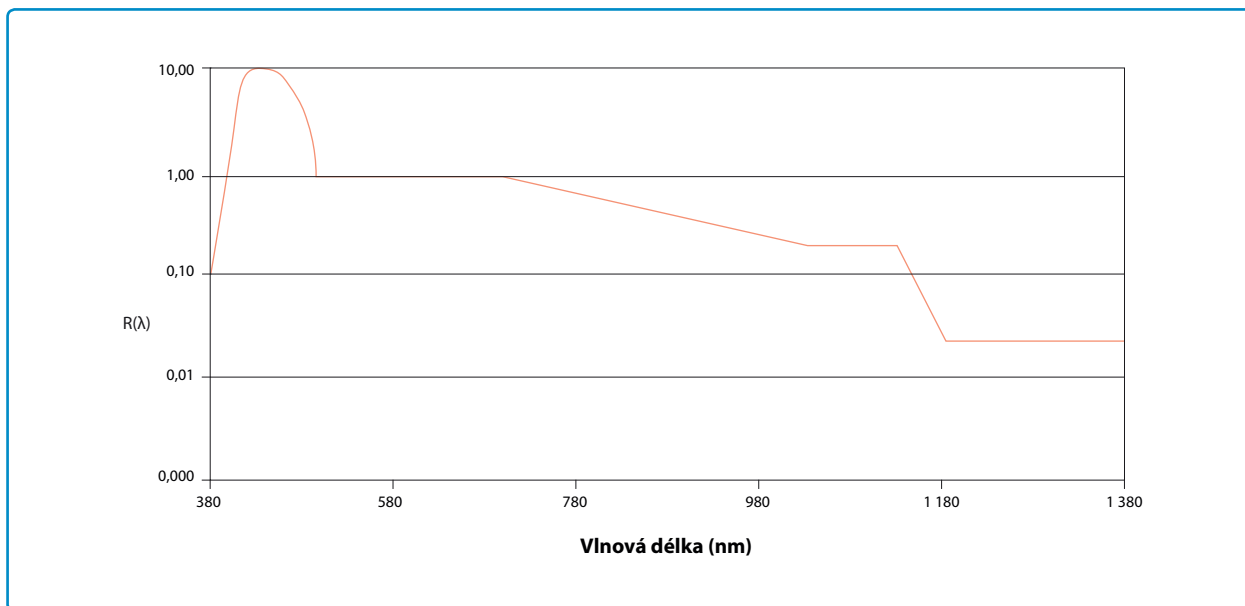


Tento váhový koeficient dosahuje své maximální hodnoty 1,0 mezi 435 a 440 nm. Pokud není překročena hodnota LHE při předpokladu, že veškeré vyzařování v rozmezí od 300 nm do 700 nm probíhá na vlnové délce cca 440 nm (protože funkce  $B(\lambda)$  má maximální hodnotu 1, je to

stejně jako tuto funkci jednoduše ignorovat), pak hodnota LHE nebude překročena při podrobnějším hodnocení.

Váhový koeficient  $R(\lambda)$  je definován v rozsahu od 380 do 1 400 nm a je popsán níže.

**Obrázek 5.3 – Váhový koeficient  $R(\lambda)$**



Funkce  $R(\lambda)$  dosahuje své maximální hodnoty mezi 435 a 440 nm. Pokud není překročena hodnota LHE při předpokladu, že veškeré vyzařování v rozmezí od 380 nm do 1 400 nm probíhá na vlnové délce cca 440 nm (protože funkce  $R(\lambda)$  má maximální hodnotu 10, je to stejné jako jednoduše vynásobit všechny nevážené hodnoty číslem 10), pak hodnota LHE nebude překročena při podrobnějším hodnocení.

Tabulka 1.1 přílohy I směrnice stanoví LHE pro různé vlnové délky. Na některé rozsahy vlnových délek se může vztahovat více limitních hodnot expozice. Neměla by být překročena žádná ze stanovených limitních hodnot expozice.

## 5.3 Odkazy

„Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelengths Between 180 nm and 400 nm (Incoherent Optical Radiation)“ (Obecné pokyny k limitním hodnotám expozice ultrafialovému záření o vlnové délce od 180 nm do 400 nm (nekoherentní optické záření)), *Health Physics* 87 (2), 2004, s. 171–186.

„Revision of the Guidelines on Limits of Exposure to Laser radiation of wavelengths between 400 nm and 1,4  $\mu\text{m}$ “ (Revize obecných pokynů k limitním hodnotám expozice laserovému záření o vlnové délce od 400 nm do 1,4  $\mu\text{m}$ ), *Health Physics* 79 (4), 2000, s. 431–440.

„Guidelines on Limits of Exposure to Broad-Band Incoherent Optical Radiation (0,38 to 3  $\mu\text{m}$ )“ (Obecné pokyny k limitním hodnotám expozice širokopásmovému nekoherentnímu optickému záření (0,38 až 3  $\mu\text{m}$ )), *Health Physics* 73 (3), 1997, s. 539–554.

„Guidelines on UV Radiation Exposure Limits“ (Obecné pokyny k limitním hodnotám expozice UV záření), *Health Physics* 71 (6), 1996, s. 978.

„Guidelines on Limits of Exposure to Laser Radiation of Wavelengths between 180 nm and 1 mm“ (Obecné pokyny k limitním hodnotám expozice laserovému záření o vlnové délce od 180 nm do 1 mm), *Health Physics* 71 (5), 1996, s. 804–819.

## 6. Hodnocení rizika v kontextu směrnice

Hodnocení rizika se řadí k obecným požadavkům směrnice 89/391/EHS. Přístup prezentovaný v této příručce je založen na postupu doporučeném Evropskou agenturou pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci, který je rozdělen do posloupnosti pěti kroků:

Přístup k hodnocení rizika
Krok 1. Určení nebezpečí a ohrožených osob
Krok 2. Vyhodnocení a seřazení rizik podle priorit
Krok 3. Rozhodnutí o ochranných opatřeních
Krok 4. Přijetí opatření
Krok 5. Sledování a přezkoumávání

Kompletní hodnocení rizika musí brát v úvahu všechna rizika spojená s pracovní činností. Zde se však pro účely směrnice budeme zabývat pouze riziky spojenými s optickým zářením. V případě některých aplikací poskytne výrobce dostatek informací, z nichž je možné vyvodit závěr, že je riziko vhodně řízeno. Hodnocení rizika potom nemusí být nijak obtížné. Pokud to nevyžadují vnitrostátní právní předpisy, u bezvýznamných zdrojů nemusí být hodnocení rizika písemně zdokumentováno. Zaměstnavatelé se však mohou rozhodnout hodnocení písemně zdokumentovat, aby mohli doložit, že bylo provedeno.

### 6.1 Krok 1. Určení nebezpečí a ohrožených osob

Měly by být určeny všechny zdroje optického záření. Některé zdroje již budou zabudovány v zařízeních takovým způsobem, že při běžném používání nebude moci dojít k expozici zaměstnanců. Přesto bude potřeba uvážit, jak by mohlo dojít k expozici zaměstnanců během životního cyklu zdroje. Pokud zaměstnanci vyrábějí výrobky produkující optické záření, mohou být více ohroženi než uživatelé. Životní cyklus výrobku produkujícího optické záření obvykle vypadá takto:

#### Životní cyklus výrobku

1. Výroba
2. Testování
3. Instalace
4. Plánování a konstrukce
5. Uvedení do provozu
6. Běžný provoz
7. Chybové režimy
8. Běžná údržba
9. Servis
10. Úpravy
11. Likvidace

K expozici optickému záření obvykle dochází tehdy, když je výrobek v provozu. Fáze 1 až 3 mohou probíhat v závodě jiného zaměstnavatele. Fáze 4 až 10 obvykle probíhají na běžném pracovišti. Je také třeba říci, že některé fáze životního cyklu se pravidelně opakují. Zařízení může například každý týden vyžadovat běžnou údržbu, servis se může provádět každých šest měsíců. Po každé servisní práci může být zapotřebí provést v určité míře operace za účelem uvedení zařízení do provozu. Jindy se zařízení nachází ve fázi „běžného provozu“.

Zaměstnavatel by měl zvážit, které skupiny zaměstnanců nebo dodavatelů mohou být vystaveny optickému záření v jednotlivých fázích životního cyklu.

#### Krok 1

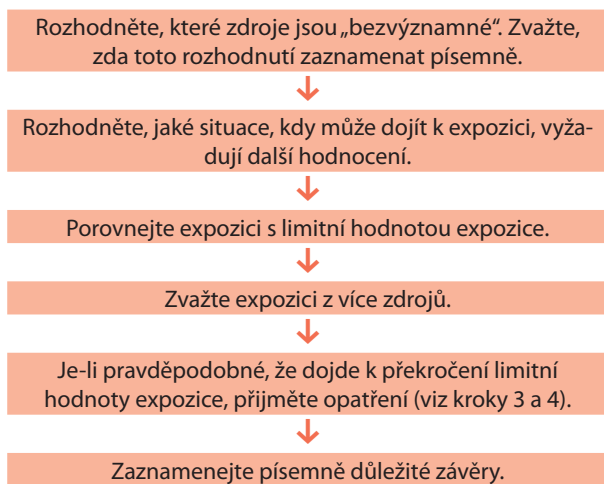
Zaznamenejte všechny zdroje expozice optickému záření z umělých zdrojů, které přicházejí v úvahu, a všechny osoby, které mohou být záření vystaveny.

## 6.2 Krok 2. Vyhodnocení a seřazení rizik podle priorit

Směrnice vyžaduje, aby expozice zaměstnanců optickému záření byly nižší než limitní hodnoty expozice stanovené v přílohách I a II směrnice. Mnoho zdrojů optického záření na pracovišti bude bezvýznamných. Rady pro některé konkrétní aplikace poskytuje příloha D této příručky. Při posuzování, zda je zdroj bezvýznamný, bude třeba přihlídnout také k tomu, kolika zdrojům může být zaměstnanec vystaven. V případě jediného zdroje může být zdroj považován za bezvýznamný, pokud je expozice zaměstnance na pracovišti za celý pracovní den nižší než 20 % LHE. Pokud je však na pracovišti deset takových zdrojů, pak by expozice z každého zdroje musela být nižší než 2 % LHE, aby tyto zdroje mohly být považovány za bezvýznamné.

Je třeba zdůraznit, že směrnice vyžaduje, aby „rizika“ byla odstraněna nebo snížena na minimum. To nemusí nutně znamenat, že by množství optického záření mělo být sníženo na minimum. Je zřejmé, že vypnutí všech světel ohrozí bezpečnost a zvýší riziko zranění.

Přístup k hodnocení rizika je následující:



Určení rizika expozice, tj. pravděpodobnosti jejího nastání, nemusí být zcela jasné. Na pracovišti může být přítomen dobře kolimovaný laserový svazek a riziko expozice tomuto laserovému svazku může být malé. Důsledky takové případné expozice však mohou být značné. Naproti tomu riziko expozice optickému záření z mnoha nekoherentních umělých zdrojů může být vysoké, ale následky malé.

Pro většinu pracovišť není nutné riziko expozice kvantifikovat, stačí mu pouze „selským rozumem“ přiřadit vysokou, střední nebo nízkou pravděpodobnost.



Směrnice nedefinuje, co znamená slovo „mohou“ ve výrazu „mohou být zaměstnanci vystaveni“. Proto, pokud vnitrostátní předpisy nestanoví jinak, stačí použít zdravý rozum.

### Krok 2

Zvažte, zda písemně zaznamenat bezvýznamné zdroje.

Zaznamenejte zdroje, u nichž existuje riziko překročení limitní hodnoty expozice.

Posudte riziko.

Pamatujte na případné pracovníky, kteří jsou zvláště vnímaví na světlo.

Stanovte pořadí kontrolních opatření ke snížení rizika pro zdroje, u nichž existuje riziko překročení limitní hodnoty expozice zaměstnanců, podle priorit.

I když se lze při určování maximálního ozáření, kterému může být zaměstnanec každý den vystaven, orientovat podle limitních hodnot expozice, takové opakované expozice každý pracovní den nejsou ideální. Je spíše vhodné zamyslet se nad tím, jak snížit expozice ultrafialovému záření na co nejnižší možnou úroveň, než fungovat beze změn, dokud není dosažena limitní hodnota expozice.

## 6.3 Krok 3. Rozhodnutí o ochranných opatřeních

Kapitola 9 této příručky obsahuje rady ohledně ochranných opatření, která lze použít k minimalizaci rizika expozice optickému záření z umělých zdrojů. Obecně se dává přednost kolektivní ochraně před ochranou osobní.

### Krok 3

Rozhodněte o vhodných ochranných opatřeních.

Zaznamenejte důvody pro své rozhodnutí.

## 6.4 Krok 4. Přijetí opatření

Ochranná opatření, o nichž bylo rozhodnuto, je třeba zavést. Na základě posouzení rizika expozice optickému

záření z umělých zdrojů se určí, zda je možné pokračovat v práci, nebo zda by bylo vhodné práci zastavit, dokud nebudou ochranná opatření zavedena.

#### Krok 4

Rozhodněte, zda je možné pokračovat v práci.

Zavedte ochranná opatření.

Seznamte zaměstnance s důvody, proč byla ochranná opatření zavedena.

## 6.5 Krok 5. Sledování a přezkoumávání

Je důležité pravidelně kontrolovat, zda bylo hodnocení rizika účinné a zda jsou ochranná opatření dostatečná. Je také zapotřebí provést přezkum hodnocení rizika, pokud dojde ke změně umělých zdrojů optického záření nebo úpravě pracovních postupů.

Zaměstnanci o sobě nemusí vědět, že jsou citliví na světlo, nebo se u nich může vyvinout citlivost na světlo až

po provedení hodnocení rizika. Všechna sdělení by měla být zaznamenána a případně by měl být uplatněn zdravotní dohled (viz kapitola 11 této příručky). Může být zapotřebí změnit umělý zdroj / umělé zdroje optického záření nebo jinak upravit pracovní postupy.

#### Krok 5

Rozhodněte, jak často budou prováděny pravidelné přezkumy – například každých 12 měsíců.

Zajistěte, aby byl proveden přezkum v případě změny situace, například zavedení nových zdrojů nebo změny pracovních postupů, nebo v případě, že nastane nežádoucí událost.

Přezkumy a závěry evidujte písemně.

## 6.6 Odkazy

Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci: <http://osha.europa.eu/cs/topics/riskassessment>.

## 7. Měření optického záření

### 7.1 Požadavky směrnice

V rámci hodnocení rizika může být zapotřebí provést měření optického záření. Požadavky směrnice na hodnocení rizika jsou zakotveny v článku 4, který stanoví:

„... zaměstnavatel v případě zaměstnanců vystavených umělým zdrojům optického záření vyhodnocuje a podle potřeby měří nebo vypočítává úroveň expozice optickému záření, kterému mohou být zaměstnanci vystaveni ...“

Tato formulace umožňuje zaměstnavateli určit úroveň expozice zaměstnanců jinými prostředky než měřením, tj. výpočtem (s využitím údajů poskytnutých třetí stranou, například výrobcem).

Je-li možné získat údaje, které postačují pro účely hodnocení rizika, pak měření není zapotřebí. To je ideální situace, protože měření optického záření na pracovišti je složitá záležitost. Měřicí zařízení bývá drahé a správně používat ho může pouze kvalifikovaná osoba. Nezkoušená obsluha může snadno udělat chybu, která povede k velké nepřesnosti získaných údajů. Často je také nutné shromáždit časové a pohybové údaje o pracovních úkonech, které jsou předmětem hodnocení.

### 7.2 Vyhledání další pomoci

Pokud si zaměstnavatel není ochoten zakoupit zařízení pro měření optického záření a neumí s ním pracovat, bude potřebovat pomoc. Potřebná měřicí zařízení (společně s odbornými pracovníky, kteří je umí obsluhovat) najde u:

- státních zdravotních a bezpečnostních institucí,
- výzkumných institucí (například univerzit s katedrou optiky),
- výrobců optických měřicích zařízení (a případně jejich prodejců),
- specializovaných soukromých poradenských firem v oblasti zdraví a bezpečnosti.

Když se zaměstnavatel obrátí na některý z těchto možných zdrojů pomoci, měl by pamatovat na to, že by oslovená instituce měla být schopna doložit, že disponuje:

- znalostí limitních hodnot expozice a jejich použitím,
- zařízením, které dokáže měřit všechny rozsahy vlnových délek, které zaměstnavatele zajímají,
- zkušenostmi s používáním měřicího zařízení,
- metodikou pro prokazatelnou kalibraci zařízení podle některé platné vnitrostátní normy,
- schopností odhadnout nejistotu prováděných měření.

Nejsou-li splněna všechna tato kritéria, může být výsledné hodnocení rizika nedokonalé v důsledku toho, že:

- budou použity nesprávné limitní hodnoty nebo budou limitní hodnoty nesprávně uplatněny,
- se nepodaří získat pro všechny platné limitní hodnoty srovnatelné údaje,
- numerické hodnoty údajů budou obsahovat hrubé chyby,
- nebudou k dispozici údaje, které by byly porovnatelné s příslušnými limitními hodnotami, aby bylo možné dojít k jednoznačnému závěru.

## 8. Využívání údajů od výrobců

Zdroje vyzařující optické záření jsou velmi rozmanité, a proto jsou velmi rozmanitá i rizika plynoucí z jejich používání. Při hodnocení rizik a stanovování potřebných opatření k jejich snížení by měly uživatelům pomoci údaje poskytnuté výrobcí zařízení vyzařujících optické záření. Velmi užitečná pro hodnocení rizik může být zejména klasifikace bezpečnosti laserových a nelaserových zdrojů a nebezpečných vzdáleností.

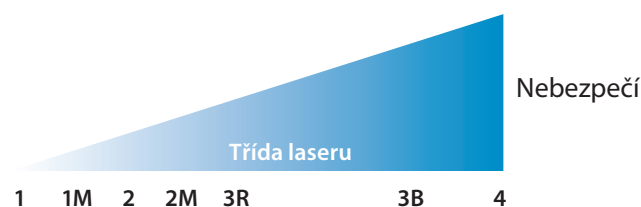
### 8.1 Klasifikace bezpečnosti

Systémy klasifikace laserových a nelaserových zdrojů udávají potenciální riziko nežádoucích zdravotních účinků. V závislosti na podmínkách použití, délce expozice nebo prostředí tato rizika mohou nebo nemusí vést ke skutečným nežádoucím zdravotním účinkům. S pomocí klasifikace mohou uživatelé vybrat vhodná kontrolní opatření ke snížení těchto rizik.

#### 8.1.1 Klasifikace bezpečnosti laserů

Klasifikace laserů je založena na koncepci přípustné meze záření (AEL). Tato mez je definována pro každou třídu laserů. Přípustná mez záření zohledňuje nejen výkon laserového výrobku, ale také přístup člověka k vyzařovanému laserovému záření. Lasery jsou rozděleny do sedmi skupin: čím vyšší třída, tím vyšší schopnost způsobit újmu. Riziko je možné výrazně snížit dalšími opatřeními na ochranu uživatele, včetně dalších technických opatření ke snížení rizika, například opláštování.

Zapamatujte si
Písmeno „M“ v názvu tříd 1M a 2M je odvozeno z anglického výrazu <i>Magnifying optical viewing instruments</i> (zvětšovací optické přístroje).
Písmeno „R“ v názvu třídy 3R je odvozeno z anglického výrazu <i>Reduced requirements</i> (snížené požadavky) nebo <i>Relaxed requirements</i> (zmírněné požadavky): u této třídy jsou kladeny nižší požadavky na výrobce (např. zařízení nemusí mít hlavní vypínač, vypínač svazku nebo zesilovač a ochranný spínač) i na uživatele.
Písmeno „B“ v názvu třídy 3B má historické kořeny.



##### 8.1.1.1 Třída 1

Laserové výrobky, jejichž používání je považováno za bezpečné, včetně podmínek dlouhodobého přímého sledování svazku, a to i za pomoci optických přístrojů (lup nebo dalekohledů). Uživatelé laserových výrobků třídy 1 za běžných provozních podmínek obvykle nepodléhají kontrolním opatřením ke snížení rizik optického záření. Při údržbě nebo servisu může být uživatel vystaven vyšší úrovni záření.

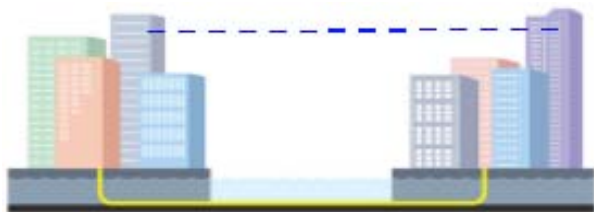


Do této třídy náleží výrobky obsahující vysoce výkonné lasery chráněné pouzdrem, které zabraňuje expozici člověka záření a které není možné otevřít bez vypnutí laseru, nebo které vyžadují pro získání přístupu k laserovému svazku použití určitých nástrojů, například:

- laserové tiskárny,
- CD a DVD přehrávače a rekordéry,
- laserová zařízení ke zpracování materiálů.

### 8.1.1.2 Třída 1M

Lasery, které jsou bezpečné pro prosté oko za provozních podmínek, jež lze přiměřeně předpokládat, ale mohou být nebezpečné, jestliže uživatel použije pro sledování uvnitř svazku optické přístroje (např. lupu nebo dalekohled).



*Příklad:* rozpojené komunikační systémy na bázi optických vláken.



Sledování viditelných laserových výrobků tříd 1 a 1M uvnitř svazku může způsobit oslnění, zejména při slabém okolním osvětlení.

### 8.1.1.3 Třída 2

Laserové výrobky, které vyzařují viditelné záření a jsou bezpečné při chvilkové expozici, a to i s použitím optických přístrojů, ale mohou být nebezpečné při záměrném pozorování svazku. Laserové výrobky třídy 2 nejsou ze své podstaty zcela bezpečné pro oči, ale předpokládá se, že přirozené fyziologické reakce zahrnující odvrácení hlavy a mrkací reflex zajišťují dostatečnou ochranu zraku.



*Příklad:* čtečky čárového kódu.

### 8.1.1.4 Třída 2M

Laserové výrobky, které vyzařují svazky laserových paprsků a jsou bezpečné při krátkodobé expozici pouze pro prosté oko: při použití lup nebo dalekohledů může dojít k poškození oka. Ochranu zraku obvykle zajišťují přirozené fyziologické reakce zahrnující odvrácení hlavy a mrkací reflex.



*Příklad:* nivelační a zaměřovací přístroje pro stavebnictví.

### 8.1.1.5 Třída 3R

Přímé sledování uvnitř svazku je potenciálně nebezpečné, ale v praxi je riziko poškození oka při krátkodobé a neúmyslné expozici ve většině případů poměrně nízké; nevhodné použití neškolenými osobami nicméně může být nebezpečné. Riziko je omezené díky přirozené fyziologické reakci na jasné světlo v případě viditelného záření a díky reakci rohovky na teplo v případě vzdáleného infračerveného záření.

Lasery třídy 3R by se měly používat pouze tam, kde není pravděpodobný přímý pohled dovnitř svazku.



*Příklady:* zeměměřičské přístroje, výkonnější laserová ukazovátka, zaměřovací lasery.

Fyziologická obranná reakce není všeobecná



Pohled do laserových výrobků tříd 2, 2M nebo laserových výrobků 3R s viditelným svazkem může způsobit zaslepení, oslnění a přetrvávání obrazů na sítnici, zejména při slabém okolním osvětlení. To může mít nepřímé dopady na celkovou bezpečnost, plynoucí z dočasného narušení zraku nebo z leknutí. Narušení zraku může být znepokojivé zejména při provádění úkonů náročných z pohledu bezpečnosti, například obsluhu strojů, práci ve výškách, práci s vysokým napětím nebo při řízení.

### 8.1.1.6 Třída 3B

Lasery, které jsou nebezpečné pro oči, jestliže dojde k přímému ozáření svazkem ve jmenovité vzdálenosti



s nebezpečím poškození zraku (NOHD – viz bod 8.2.1). Sledování difúzních odrazů je za běžných podmínek bezpečné, pokud oko není k difúznímu odrazu blíže než 13 cm a pokud doba expozice nepřesáhne 10 s. Lasery třídy 3B, které se blíží k horní hranici pro tuto třídu, mohou způsobit drobná poranění kůže nebo dokonce představovat nebezpečí vznícení hořlavých materiálů.

*Příklady:* lasery pro fyzioterapeutické ošetření, přístroje pro laboratorní výzkum.



## 8.1.1.7 Třída 4

Laserové výrobky, u nichž je v nebezpečné vzdálenosti nebezpečné přímé sledování i vystavení kůži a u nichž může být nebezpečné i sledování difuzních odrazů. Tyto lasery často představují nebezpečí požáru.

➤ Laserové výrobky tříd 3B a 4 by měly být používány až po zhodnocení rizika a určení ochranných opatření nezbytných k zajištění bezpečného provozu.

*Příklady:* laserové promítací obrazovky, laserové chirurgické přístroje a zařízení pro laserové řezání kovů.

Tabulka 8.1 Shrnutí požadovaných kontrolních opatření pro jednotlivé třídy bezpečnosti laserů

	Třída 1	Třída 1M	Třída 2	Třída 2M	Třída 3R	Třída 3B	Třída 4
Popis třídy nebezpečnosti	Bezpečné za přiměřeně předvídatelných podmínek	Bezpečné pro prosté oko; mohou být nebezpečné při použití optických přístrojů	Bezpečné pro krátké expozice; ochrana oka je zajištěna fyziologickou reakcí	Bezpečné pro prosté oko při krátké expozici; mohou být nebezpečné při použití optických přístrojů	Riziko poranění je poměrně nízké, ale mohou být nebezpečné při nevhodném použití neškolenými osobami	Přímé sledování je nebezpečné	Nebezpečné pro oči a kůži; nebezpečí vzniku požáru
Kontrolovaný prostor	Není požadován	Lokálně nebo uzavřený prostor	Není požadován	Lokálně nebo uzavřený prostor	Uzavřený prostor	Uzavřený prostor a ochrana blokovacím zařízením	Uzavřený prostor a ochrana blokovacím zařízením
Zabezpečení klíčem	Není požadováno	Není požadováno	Není požadováno	Není požadováno	Není požadováno	Požadováno	Požadováno
Školení	Dle pokynů výrobce pro bezpečné použití	Doporučeno	Dle pokynů výrobce pro bezpečné použití	Doporučeno	Požadováno	Požadováno	Požadováno
Osobní ochranné prostředky	Nejsou požadovány	Nejsou požadovány	Nejsou požadovány	Nejsou požadovány	Mohou být požadovány – podle závěrů hodnocení rizik	Požadovány	Požadovány
Ochranná opatření	Nejsou za podmínek běžného použití potřeba	Zamezte používání optických přístrojů provádějících zvětšování, zaostřování nebo soustředování paprsků	Nedívejte se do svazku	Nedívejte se do svazku. Zamezte používání optických přístrojů provádějících zvětšování, zaostřování nebo soustředování paprsků.	Zabraňte přímé expozici oka	Zabraňte přímé expozici oka a kůži svazku. Chraňte se před náhodnými odrazy.	Zabraňte přímé expozici oka a kůži svazku i difuznímu odrazu.

### Omezení systému klasifikace laserů

Klasifikace bezpečnosti laserů se vztahuje na přístupné laserové záření – nebere v úvahu další rizika, jako jsou elektrická energie, jiná záření, výpary, hluk apod.

Klasifikace bezpečnosti laserů se vztahuje na běžné používání výrobku – nemusí platit pro údržbu nebo servis nebo případy, kdy původní zařízení tvoří součást složitě instalace.

Klasifikace bezpečnosti laserů se vztahuje na jeden výrobek – nebere v úvahu kumulativní expozici z více zdrojů.

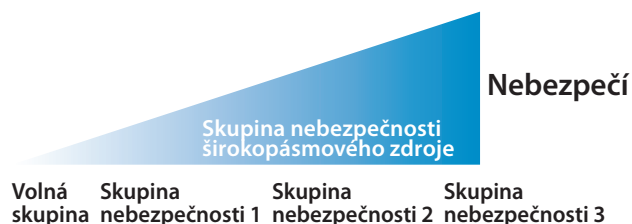
## 8.1.2 Klasifikace bezpečnosti nekoherentních zdrojů

Klasifikace bezpečnosti nekoherentních (širokopásmových) zdrojů je definována v normě EN 62471: 2008 a vychází z maximálního záření, které je dosažitelné v celém provozním rozsahu výrobku během provozu výrobku v kterémkoli okamžiku po jeho vyrobění. Klasifikace bere v úvahu množství optického záření, distribuci vlnových délek a přístup osob k optickému záření. Širokopásmové zdroje jsou rozděleny do 4 skupin nebezpečnosti: čím vyšší skupina, tím vyšší schopnost způsobit újmu.

Klasifikace udává potenciální riziko nežádoucích zdravotních účinků. V závislosti na podmínkách použití, délce expozice nebo prostředí tato rizika mohou nebo nemusí vést ke skutečným nežádoucím zdravotním účinkům. S pomocí klasifikace mohou uživatelé vybrat vhodná kontrolní opatření ke snížení těchto rizik.

Podle vzrůstajícího rizika se používá toto řazení skupin nebezpečnosti:

- Volná skupina: žádné fotobiologické nebezpečí za podmínek, které lze předvídat.
- Skupina nebezpečnosti 1: skupina nízké nebezpečnosti, riziko je regulováno přirozenou snahou uživatele omezit expozici.
- Skupina nebezpečnosti 2: skupina střední nebezpečnosti, riziko je regulováno fyziologickou obrannou reakcí na velmi jasné zdroje světla. Tyto reflexní reakce však nejsou všeobecné.
- Skupina nebezpečnosti 3: skupina vysoké nebezpečnosti, záření může představovat riziko i při chvilkovém nebo krátkodobém působení.



V rámci každé skupiny nebezpečnosti byla stanovena pro každé nebezpečí různá časová kritéria. Tato kritéria byla zvolena tak, aby ve zvolené době nebyly překročeny platné limitní hodnoty expozice.

### 8.1.2.1 Volná skupina

Nepředpokládají se žádná přímá rizika optického záření, a to ani při neustálém, neomezeném použití. Tyto zdroje nepředstavují žádné z těchto fotobiologických rizik:



- riziko aktinického UV záření po dobu expozice o délce 8 hodin,
- riziko tzv. „near-UV“ záření po dobu 1 000 s,
- riziko „modrého světla“ pro sítnici po dobu 10 000 s,
- riziko tepelného poškození sítnice po dobu 10 s,
- riziko infračerveného záření pro oko po dobu 1 000 s,
- riziko infračerveného záření bez silného vizuálního stimulu po dobu 1 000 s.



*Příklady:* domácí a kancelářské osvětlení, počítačové monitory, obrazovky přístrojů, kontrolky.

*Příklad:* kapesní svítilna pro domácnost.

### 8.1.2.2 Skupina nebezpečnosti 1 – nízké riziko

Tyto výrobky jsou bezpečné pro většinu použití, s výjimkou velmi dlouhých expozic, kde lze očekávat přímou expozici oka. Tyto zdroje nepředstavují díky přirozené snaze uživatele omezit expozici žádné z těchto fotobiologických rizik:

- riziko aktinického UV záření po dobu 10 000 s,
- riziko tzv. „near-UV“ záření po dobu 300 s,
- riziko „modrého světla“ pro sítnici po dobu 100 s,
- riziko infračerveného záření pro oko po dobu 100 s,
- riziko infračerveného záření bez silného vizuálního stimulu po dobu 100 s.

### 8.1.2.3 Skupina nebezpečnosti 2 – střední riziko

Zdroje, které nepředstavují žádné z následujících fotobiologických rizik díky fyziologické obranné reakci na velmi jasné zdroje světla, díky nepříjemnému pocitu tepla nebo tam, kde jsou nereálné delší expozice:

- riziko aktinického UV záření po dobu 1 000 s,
- riziko tzv. „near-UV“ záření po dobu 100 s,
- riziko „modrého světla“ pro sítnici po dobu 0,25 s (obránná reakce),
- riziko tepelného poškození sítnice po dobu 0,25 s (obránná reakce),
- riziko infračerveného záření pro oko po dobu 10 s,
- riziko infračerveného záření bez silného vizuálního stimulu po dobu 10 s.

### 8.1.2.4 Skupina nebezpečnosti 3 – vysoké riziko

Zdroje, které mohou představovat riziko i při chvilkové nebo krátkodobé expozici v nebezpečné vzdálenosti. Je nezbytné přijmout ochranná bezpečnostní opatření.



Skupinu nebezpečnosti a riziko optického záření mohou snížit opatření jako odfiltrování nežádoucího nadměrného optického záření (např. UV), odstínění zdroje za účelem zamezení přístupu k optickému záření nebo použití optických zařízení rozptylujících světelný svazek.

#### Omezení systému klasifikace širokopásmových zdrojů

Klasifikace bezpečnosti se vztahuje na přístupné optické záření – nebere v úvahu další rizika, jako jsou elektrická energie, jiná záření, výpary, hluk apod.

Klasifikace bezpečnosti se vztahuje na běžné používání výrobku – nemusí platit pro údržbu nebo servis nebo případy, kdy původní zařízení tvoří součást složitě instalace.

Klasifikace bezpečnosti se vztahuje na jeden výrobek – nebere v úvahu kumulativní expozici z více zdrojů.

Výrobky jsou klasifikovány v případě systémů pro všeobecné osvětlování (GLS) ve vzdálenosti, která produkuje osvětlení 500 lx, a v případě jiných aplikací ve vzdálenosti 200 mm od zdroje – klasifikace proto nemusí být reprezentativní pro všechny podmínky použití.

### 8.1.3 Klasifikace bezpečnosti strojních zařízení

Strojní zařízení, která produkují optické záření, mohou být klasifikována také podle normy EN 12198. Tato norma se vztahuje na veškeré záření, záměrné i nahodilé, mimo zdrojů používaných výhradně k osvětlování.

Strojní zařízení jsou v závislosti na přístupných emisích záření rozdělena do tří kategorií. Tyto tři kategorie jsou v pořadí podle vzrůstajícího rizika uvedeny v tabulce 8.2.

**Tabulka 8.2 Klasifikace bezpečnosti strojních zařízení podle normy EN 12198**

Kategorie	Omezení a ochranná opatření	Informace a školení
0	Žádná omezení	Nejsou potřeba žádné informace.
1	Omezení: omezení přístupu, mohou být zapotřebí ochranná opatření.	Výrobce musí poskytovat informace o nebezpečích, rizicích a druhotných účincích.
2	Jsou nezbytná zvláštní omezení a ochranná opatření.	Výrobce musí poskytovat informace o nebezpečích, rizicích a druhotných účincích. Může být zapotřebí provádět školení.

Zařazování strojních zařízení do jednotlivých kategorií se provádí na základě efektivních radiometrických hodnot uvedených v tabulce 8.3, měřených ve vzdálenosti 10 cm.

Tabulka 8.3 Limitní hodnoty emisí záření pro klasifikaci strojních zařízení podle EN 12198

$E_{\text{eff}}$	$E_R$	$L_R$	$E_R$	Kategorie
	(pro $\alpha < 11$ mrad)	(pro $\alpha \geq 11$ mrad)		
$\leq 0,1 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	$\leq 1 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	$\leq 10 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	$\leq 33 \text{ W m}^{-2}$	0
$\leq 1,0 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	$\leq 10 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	$\leq 100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	$\leq 100 \text{ W m}^{-2}$	1
$> 1,0 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	$> 10 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	$> 100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	$> 100 \text{ W m}^{-2}$	2

## 8.2 Informace o nebezpečné vzdálenosti a míře nebezpečnosti

U některých aplikací může být užitečné znát vzdálenost, na kterou může být optické záření nebezpečné.

Vzdálenost, v níž poklesne úroveň expozice na úroveň limitní hodnoty expozice, se označuje jako nebezpečná vzdálenost: za touto vzdáleností již nehrozí nebezpečí újmy. Tento údaj, pokud ho výrobce poskytne, může být užitečným podkladem pro hodnocení rizika a zajištění bezpečného pracovního prostředí.

### 8.2.1 Lasery – jmenovitá vzdálenost s nebezpečím poškození zraku

Laserový svazek se postupně rozbíhá a v určité vzdálenosti se bude ozáření rovnat LHE pro oči. Tato vzdálenost se označuje jako jmenovitá vzdálenost s nebezpečím poškození zraku (*Nominal ocular hazard distance*, NOHD). Ve větších vzdálenostech nebude překročena LHE – laserový svazek je za touto vzdáleností považován za bezpečný.

Výrobci často poskytují informaci o NOHD ve specifikacích výrobků. Pokud tato informace není k dispozici, lze NOHD vypočítat z těchto údajů výrobce o laserovém záření:

- zářivý tok ( $W$ ),
- počáteční průměr svazku ( $m$ ),
- rozbíhavost ( $rad$ ),
- limitní hodnota expozice (LHE) ( $W \text{ m}^{-2}$ ).

I když situace může být komplikovaná, pokud je vzdálenost velká nebo pokud svazek nemá kruhový průřez, následující rovnice poskytuje slušný odhad NOHD:

$$NOHD = \sqrt{\frac{4 \times \text{zářivý tok}}{\pi \times LHE}} \cdot \frac{\text{počáteční průměr}}{\text{rozbíhavost}}$$

### 8.2.2 Širokopásmové zdroje – nebezpečná vzdálenost a míra nebezpečnosti

Vzdálenost, v níž poklesne úroveň expozice na úroveň limitní hodnoty expozice, se označuje jako nebezpečná vzdálenost (NV): za touto vzdáleností již nehrozí nebezpečí újmy. K hodnotě NV by se mělo přihlížet při vymezování hranic prostoru, v němž podléhá přístup k optickému záření a činnost pracovníků kontrole a dohledu za účelem ochrany před optickým zářením. Nebezpečné vzdálenosti mnohou být definovány pro expozici oka nebo pro expozici kůže.

Informace o rizicích optického záření se dají prezentovat také formou míry nebezpečnosti (MN), což je poměr úrovně expozice v určité vzdálenosti a limitní hodnoty expozice v této vzdálenosti:

$$MN (\text{vzdálenost, délka expozice}) = \frac{\text{úroveň expozice (vzdálenost, délka expozice)}}{\text{limitní hodnota expozice}}$$

Míra nebezpečnosti, MN, má velký praktický význam. Je-li hodnota MN větší než 1, znamená to, že je třeba přijmout vhodná kontrolní opatření ke snížení rizika: dle potřeby zkrátit délku expozice nebo omezit přístupnost zdroje (tlumení, vzdálenost). Je-li hodnota MN menší než 1, LHE není v daném místě při uvažované délce expozice překročena.

Výrobci často poskytují údaje o nebezpečné vzdálenosti a míře nebezpečnosti ve specifikacích výrobků. Tyto údaje by měly pomoci uživateli při hodnocení rizika a výběru vhodných kontrolních opatření ke snížení rizika.

## 8.3 Další užitečné informace

EN 60825-1: 2007. Bezpečnost laserových zařízení – Část 1: Klasifikace zařízení a požadavky.

IEC TR 60825-14: 2004. Bezpečnost laserových zařízení – Část 14: Příručka pro uživatele.

EN 62471: 2008. Fotobiologická bezpečnost světelných zdrojů a soustav světelných zdrojů.

EN 12198 – 1: 2000. Bezpečnost strojních zařízení – Posuzování a snižování rizik vznikajících zářením emitovaným strojními zařízeními – Část 1: Všeobecné zásady.

EN 12198 – 2: 2002. Bezpečnost strojních zařízení – Posuzování a snižování rizik vznikajících zářením emitovaným strojními zařízeními – Část 2: Postup měření emise záření.

EN 12198 – 3: 2000. Bezpečnost strojních zařízení – Posuzování a snižování rizik vznikajících zářením emitovaným strojními zařízeními – Část 3: Snižování záření tlumením nebo stíněním.

## 9. Kontrolní opatření ke snížení rizika

Hierarchie kontrolních opatření ke snížení rizika je založena na základním pravidlu, že pokud je zjištěno nějaké riziko, musí být toto riziko sníženo technickými konstrukčními prostředky. Teprve pokud to není možné, měla by být zavedena alternativní ochrana. Je jen málo případů, kdy je nezbytné spoléhat na osobní ochranné prostředky a administrativní postupy.

Výběr vhodných opatření pro konkrétní situaci by se měl řídit výsledkem hodnocení rizika. Měly by se shromáždit všechny dostupné informace o zdrojích optického záření a možné expozici osob. Porovnání expozice záření uvedené ve specifikacích zařízení nebo zjištěné měřením s platnými limitními hodnotami/hodnotou expozice obvykle umožňuje zhodnotit expozici osob na pracovišti optickému záření. Cílem je dospět k jednoznačnému rozhodnutí, zda platné limitní hodnoty budou překročeny, či nikoli.

Lze-li jednoznačně konstatovat, že expozice optickému záření je bezvýznamná a že limitní hodnoty expozice nebudou překročeny, nejsou zapotřebí žádná další opatření.

Pokud je emitované záření významné a/nebo délka expozice dlouhá, je možné, že limitní hodnoty budou překročeny a bude zapotřebí přijmout nějaká ochranná opatření. Po zavedení ochranných opatření by mělo být hodnocení zopakováno.

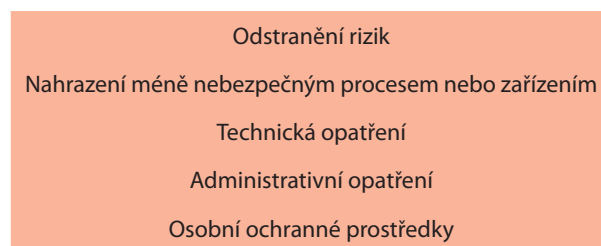
Opakování měření a hodnocení může být zapotřebí, pokud:

- došlo ke změně zdroje záření (např. byl instalován další zdroj nebo je zdroj provozován za jiných provozních podmínek),
- došlo ke změně charakteru pracovní činnosti,
- se změnila délka expozice,
- byla zavedena, zrušena nebo změněna ochranná opatření,
- od posledního měření a hodnocení už uplynula dlouhá doba, takže výsledky už nemusí být platné,
- je třeba uplatnit jiný soubor limitních hodnot expozice.

Kontrolní opatření uplatněná ve fázi konstrukce a instalace mohou skýtat značné výhody, pokud jde o bezpečnost a provoz. Pozdější zavedení takových opatření může být nákladné.

### 9.1 Hierarchie kontrolních opatření

Existuje-li možnost expozice vyšší než LHE, mělo by být riziko řízeno kombinací vhodných kontrolních opatření ke snížení rizika. Priority těchto opatření jsou stejné jako při řízení rizika obecně:



### 9.2 Odstranění rizik

Je zdroj nebezpečného optického záření skutečně nezbytný?

Opravdu musí tato světla SVÍTIT?



### 9.3 Nahrazení méně nebezpečným procesem nebo zařízením

Je současná nebezpečná úroveň optického záření nezbytná?



Opravdu potřebujete tak jasná světla?



### 9.4 Technická opatření

Dalo by se zařízení přepracovat nebo potlačit či snížit nebezpečné optické záření u zdroje?

Nelze-li realizovat opatření vyšší priority (odstranění nebo nahrazení), je další nejvhodnější možností zavedení technických prostředků ke snížení expozice. Administrativní opatření mohou být použita v kombinaci s opatřeními vyšší úrovně. Je-li omezení expozice osob neproveditelné, prakticky nemožné nebo neúplné, mělo by se jako o poslední instanci uvažovat o osobních ochranných prostředcích (OOP).

Ochranné kryty Pouzdra Blokovací zařízení Spínače se zpožděním	Výstražná světla Akustické signály	Tlumiče a clony Kontrolní okénka a okénka s filtry Odstranění odrazů
	Dálkové ovládání Justační pomůcky	

#### 9.4.1 Zamezení přístupu

Zamezení přístupu lze docílit buď pomocí pevných ochranných krytů nebo pomocí pohyblivých ochranných krytů s blokovacími zařízeními. Pevné ochranné kryty se obvykle používají u těch částí zařízení, které nevyžadují pravidelný přístup a jsou na zařízení osazeny trvale.

Je-li zapotřebí zachovat přístup, lze použít pohyblivý/otevřací ochranný kryt s blokovacím zařízením.

#### Důležité

Ochranné kryty by měly být přiměřené a pevné.

Neměly by vytvářet žádná další rizika a měly by co nejméně překážet.

Neměly by se dát snadno obejít nebo překonat – jde-li o pevný ochranný kryt.

Měly by být umístěny v dostatečné vzdálenosti od nebezpečné zóny – jde-li o pevnou zábranu k udržení odstupů.

Zamezení přístupu k laserovému svazku

#### 9.4.2 Ochrana vyřazením z činnosti

Když je třeba často procházet přes fyzické zábrany, mohou být tyto zábrany vnímány jako příliš omezující, zejména pokud obsluha musí provádět nakládku/vykládku nebo justaci zařízení. V takovém případě se obvykle používají čidla, která detekují přítomnost obsluhy a vydají příkaz k zastavení. Jde vlastně o samočinné vypínače: neomezují přístup, ale detekují ho. Přesné umístění čidla závisí na době, kterou stroj potřebuje na to, aby dosáhl bezpečného stavu.

#### 9.4.3 Nouzové vypínače

Mají-li zaměstnanci přístup do nebezpečné zóny, je nezbytné, aby byly k dispozici nouzové vypínače pro případ, že by se někdo v nebezpečné zóně dostal do potíží. Nouzový vypínač musí mít rychlou odezvu a zastavit všechny činnosti v nebezpečné zóně. Většina lidí zná nouzové vypínače s červenou hlavou; tato tlačítka by měla být rozmístěna v prostoru v dostatečném množství tak, aby vždy bylo nějaké po ruce. Alternativou je přenosný spínač propojený kabelem s nouzovým vypínačem; to je často pohodlnější způsob zajištění ochrany v nebezpečné zóně. V blízkosti pohyblivých součástí mohou být instalovány jiné formy vypínačů, které detekují neočekávanou přítomnost osob, jako například páčkový přepínač, ochranná lišta nebo tyč.

#### 9.4.4 Blokovací zařízení

Existuje mnoho variant blokovacích zařízení a každá z nich má své specifické vlastnosti. Je důležité zvolit správné zařízení pro dané konkrétní použití.

**Důležité**

Blokovací zařízení by mělo mít dobrou konstrukci a být spolehlivé za předvídatelných extrémních podmínek.

Porucha blokovacího zařízení by měla uvést výrobek do bezpečného stavu a s blokovacím zařízením by se nemělo dít manipulovat.

Stav blokovacího zařízení by měl být jasně signalizován, např. velkým označením na tlačítku pro odblokování a výstražnými signály na obslužných panelech.

Blokovací zařízení by mělo znemožňovat chod stroje, dokud nebudou znovu dovřeny ochranné kryty.



*Kontrolní okénka v chráněném prostoru*

**Další užitečné informace**

- EN 953: 1997. Bezpečnost strojních zařízení – Ochranné kryty – Všeobecné požadavky pro konstrukci a výrobu pevných a pohyblivých ochranných krytů.
- EN 13857: 2008. Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečné vzdálenosti k zamezení dosahu k nebezpečným místům horními a dolními končetinami.
- EN 349: 1993. Bezpečnost strojních zařízení – Nejmenší mezery k zamezení stlačení částí lidského těla.
- EN 1088: 1995. Blokovací zařízení spojená s ochrannými kryty.
- EN 60825-4: 2006. Ochranné kryty laserů.

### 9.4.5 Filtry a kontrolní okénka

Řadu průmyslových procesů lze zcela nebo částečně uzavřít. Proces je následně možné sledovat na dálku, přes vhodné kontrolní okénko, optickými přístroji nebo prostřednictvím televizní kamery. Bezpečnost lze zajistit použitím filtrů z vhodných materiálů, které zamezují přenosu nebezpečných úrovní optického záření. Díky tomu pak není nutné spoléhat se na používání ochranných brýlí a dochází ke zlepšení bezpečnosti a pracovních podmínek obsluhy.

Příklady jsou rozmanité, od velkých řídicích místností po kontrolní okénko osazené v malém ochranném krytu kolem zóny interakce.

**Důležité**

Filtr by měl být vyroben z vhodného odolného materiálu.

Měl by být odolný vůči nárazu.

Neměl by ohrožovat bezpečnost provozu.

Prostupnost optického záření okénka a jinými opticky průhlednými panely by měla být podrobena hodnocení jako potenciální riziko. I když optický svazek nemusí představovat přímé nebezpečí pro sítnici, občasné záblesky mohou způsobovat druhotné bezpečnostní problémy u jiných činností prováděných v okolí.

### 9.4.6 Justační pomůcky

Je-li v rámci běžné údržby zapotřebí provést justaci součástí v dráze světelného svazku, měly by být pro tento účel poskytnuty nějaké bezpečné prostředky, například:

- použití méně výkonného viditelného laseru, který sleduje osu výkonnějšího světelného svazku,
- masky nebo terče.

**Důležité**

Jako justační pomůcka by se nikdy nemělo používat lidské oko nebo kůže.

## 9.5 Administrativní opatření

Administrativní opatření jsou druhou fází hierarchie kontrolních opatření. Obvykle předpokládají, že lidé budou jednat na základě informací, a proto jsou efektivní pouze do té míry, do jaké je efektivní jednání těchto lidí. Přesto však mají svou funkci a mohou být v některých situacích, například při uvádění do provozu a při servisu, hlavním opatřením ke snížení rizika.

Výběr administrativních opatření závisí na konkrétním riziku. Lze použít například jmenování osob pověřených



řízením bezpečnosti, omezení přístupu, výstražné značky a štítky nebo předepsané postupy.

Je vhodné zavést formální integrovaný přístup k řízení bezpečnosti v souvislosti s optickým zářením. Tento přístup by měl být písemně zdokumentován, aby byla k dispozici evidence, jaká opatření byla přijata a proč. Tato dokumentace může být užitečná také v případě vyšetřování nehod. Součástí dokumentace mohou být:

- sdělení o politice bezpečnosti v souvislosti s optickým zářením,
- přehled hlavních organizačních opatření (jmenování osob a co se od nich očekává),
- kopie hodnocení rizika,
- akční plán s uvedením případných dalších kontrolních opatření stanovených na základě hodnocení rizika společně s časovým harmonogramem jejich zavedení,
- přehled zavedených kontrolních opatření společně se stručným odůvodněním každého z nich,
- kopie případných zvláštních písemných ujednání nebo místních předpisů upravujících práci v kontrolovaném prostoru optického záření,
- rejstřík oprávněných uživatelů,
- plán údržby kontrolních opatření. Tento plán může zahrnovat rozvrh akcí potřebných pro udržení nebo testování kontrolních opatření,
- podrobné údaje o formálních opatřeních pro řízení vztahů s třetími stranami, například servisními techniky,
- podrobné údaje o plánech pro mimořádné případy,
- plán auditu,
- kopie auditorských zpráv,
- kopie související korespondence.

Mělo by být zvykem pravidelně přezkoumávat účinnost programu (například jednou za rok) ve světle auditorských zpráv a změn právních předpisů a norem.

### 9.5.1 Místní předpisy

Tam, kde hodnocení rizika odhalí možnost vystavení nebezpečné úrovni optického záření, je vhodné zavést systém písemných bezpečnostních pokynů (nebo místních předpisů) upravujících provádění práce s optickým zářením. Tyto předpisy by měly obsahovat popis pracovního prostoru, kontaktní údaje na poradce pro optické

záření (viz bod 9.5.4), údaje o tom, kdo je oprávněn zařízení používat, údaje o případných povinných testech před použitím, pokyny k provozu, popis nebezpečí a podrobný popis opatření pro mimořádné situace.

Místní předpisy by měly být k dispozici v prostorách, na něž se vztahují, a měly by být vydány všem osobám, kterých se týkají.

### 9.5.2 Kontrolovaný prostor

Hrozí-li nebezpečí přístupu k optickému záření v míře přesahující LHE, může být zapotřebí vymezit kontrolovaný prostor. Do kontrolovaného prostoru by měl být povolen přístup pouze oprávněným osobám. Zamezení přístupu by mělo být provedeno pokud možno fyzickými prostředky, například pomocí zdí a dveří celé místnosti. Prostor může být chráněn zámky, číselnými klávesnicemi nebo zábranami.

Měly by být zavedeny postupy, jimiž vedoucí pracovníci formálně udělují oprávnění uživatelům. Před udělením oprávnění by měl být pracovník podroben formálnímu hodnocení s cílem posoudit jeho vhodnost a toto hodnocení by mělo zahrnout posouzení jeho kvalifikace, kompetencí a znalostí místních předpisů. Výsledky tohoto hodnocení by měly být zaznamenány a jména všech oprávněných uživatelů by měla být evidována v oficiálním rejstříku.

### 9.5.3 Bezpečnostní značky a upozornění

Bezpečnostní značky a upozornění tvoří důležitou součást každého systému administrativních kontrolních opatření. Bezpečnostní značky jsou účinné pouze tehdy, když jsou jasné a jednoznačné a jsou-li vyvěšeny jen v tom případě, kdy je to vhodné – jinak bývají často ignorovány.

Výstražné značky mohou obsahovat informace o typu používaného zařízení. Pokud mají pracovníci povinně používat osobní ochranné prostředky, mělo by to být také uvedeno.

Výstražné značky jsou účinnější, pokud jsou vyvěšeny pouze tehdy, když je zařízení v chodu. Všechny bezpečnostní značky by měly být umístěny ve výši očí, aby byly co nejlépe vidět.



Nejběžnější značky používané v pracovním prostředí upozorňující na nebezpečí a doporučující použití osobních ochranných prostředků.

Všechny bezpečnostní značky by měly vyhovovat požadavkům směrnice o bezpečnostních značkách (92/58/EHS).

#### 9.5.4 Jmenování osob

Řízení bezpečnosti optického záření by mělo být prováděno přes stejnou strukturu řízení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci jako řízení bezpečnosti jiných potenciálně nebezpečných činností. Konkrétní organizační řešení se může lišit v závislosti na velikosti a struktuře organizace.

Řada aplikací nemusí vyžadovat vyškoleného odborníka na řízení bezpečnosti v souvislosti s optickým zářením. Také může být obtížné, aby pracovníci sledovali aktuální vývoj v oblasti bezpečnosti v souvislosti s optickým zářením, pokud tyto své znalosti používají jen zřídka. Proto některé společnosti využívají rad externích poradců, kteří jsou odborníky na bezpečnost v souvislosti s optickým zářením. Tito poradci jsou schopni poskytnout doporučení k:

- technickým řešením pro snížení rizika,

- písemným postupům pro bezpečné používání zařízení, provozním opatřením a opatřením v oblasti bezpečnosti práce,
- výběru osobních ochranných prostředků,
- vzdělávání a školení zaměstnanců.

Pro účely dohledu nad každodenními stránkami bezpečnosti v souvislosti s optickým zářením na pracovišti může být vhodné jmenovat dostatečně poučeného pracovníka.

#### 9.5.5 Školení a projednávání

##### 9.5.5.1 Školení

Směrnice (článek 6) vyžaduje, aby zaměstnanci, kteří jsou vystaveni rizikům vyplývajícím z optického záření z umělých zdrojů, nebo jejich zástupci obdrželi informace a školení týkající se zejména:

opatření přijatých na základě této směrnice
limitních hodnot expozice a souvisejících možných rizik
výsledků hodnocení, měření nebo výpočtů úrovně expozice optickému záření z umělých zdrojů podle článku 4 této směrnice spolu s vysvětlením jejich významu a možných rizik
způsobů, jak rozpoznat zdraví škodlivé účinky expozice a jak je ohlašovat
okolností, za nichž mají zaměstnanci nárok na zdravotní dohled
bezpečných pracovních postupů k minimalizaci rizik souvisejících s expozicí
správného používání vhodných ochranných pracovních prostředků

Doporučuje se, aby úroveň školení odpovídala riziku expozice optickému záření z umělých zdrojů. Tam, kde jsou všechny zdroje považovány za „bezvýznamné“, by mělo stačit o této skutečnosti zaměstnance nebo jejich zástupce informovat. Zaměstnanci nebo jejich zástupci by však měli vědět, že mohou existovat zvláště vnímavé rizikové skupiny, a znát postup, jak tyto případy řešit.

Tam, kde je na pracovišti přítomno optické záření z umělých zdrojů, které může překročit limitní hodnotu expozice, je třeba uvážit poskytnutí oficiálního školení a případné jmenování pracovníků do určitých funkcí. Při určování potřebné úrovně školení by měl zaměstnavatel přihlídnout k těmto aspektům:

odborná způsobilost zaměstnanců a současná znalost rizik vyplývajících z optického záření z umělých zdrojů
existující hodnocení rizik a jejich závěry
zda mají být zaměstnanci nápomocni při hodnocení rizika nebo jejich přezkumu
zda je pracoviště neměnné a rizika byla oficiálně vyhodnocena jako přijatelná, nebo zda se pracovní prostředí často mění
zda má zaměstnavatel přístup k externím odborníkům, kteří mu pomáhají s řízením rizik
noví zaměstnanci na pracovišti nebo zaměstnanci nově pracující s optickým zářením z umělých zdrojů

Na rizika je důležité pohlížet v širších souvislostech. Například pro použití laserového ukazovátka třídy 2 není třeba požadovat formální školení. Školení pro zaměstnance používající lasery tříd 3B a 4 a nekoherentní zdroje skupiny nebezpečnosti 3 se bude požadovat téměř vždy. Není však možné stanovit konkrétní délku programu školení nebo jeho konkrétní formu. Proto je hodnocení rizika tak důležité.

V ideálním případě by měl být požadavek školení a způsob jeho realizace stanoven před zahájením používání daného umělého zdroje optického záření.

### 9.5.5.2 Projednávání

Článek 7 směrnice odkazuje na obecné požadavky článku 11 směrnice 89/391/EHS:

## Článek 11

### Projednání se zaměstnanci a jejich účast

1. Zaměstnavatelé projednávají se zaměstnanci nebo jejich zástupci a umožní jim účastnit se všech jednání týkajících se bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Patří sem:

- projednání se zaměstnanci,
- právo zaměstnanců nebo jejich zástupců podávat návrhy,
- vyvážená účast v souladu s vnitrostátními právními předpisy nebo zvyklostmi.

2. Zaměstnanci nebo zástupci zaměstnanců pro oblast bezpečnosti a ochrany zdraví při práci se účastní vyváženým způsobem, v souladu s vnitrostátními právními předpisy nebo zvyklostmi, nebo s nimi zaměstnavatel předem a včas projedná:

- a) každé opatření, které může mít podstatný vliv na bezpečnost a ochranu zdraví;
- b) určení zaměstnanců uvedených v čl. 7 odst. 1 a čl. 8 odst. 2 a činností uvedených v čl. 7 odst. 1;
- c) informace uvedené v čl. 9 odst. 1 a článku 10;
- d) možné přizvání externích odborníků (služeb nebo osob) stanovené v čl. 7 odst. 3;
- e) plánování a organizaci školení uvedeného v článku 12.

3. Zástupci zaměstnanců pro oblast bezpečnosti a ochrany zdraví při práci mají právo požádat zaměstnavatele, aby přijal vhodná opatření, a předložit mu k tomuto účelu návrhy ke zmírnění rizik pro zaměstnance nebo k odstranění zdrojů nebezpečí.

4. Zaměstnancům uvedeným v odstavci 2 a zástupcům zaměstnanců uvedeným v odstavcích 2 a 3 nesmí být na újmu jejich činnosti uvedené v odstavcích 2 a 3.

5. Zaměstnavatel je povinen poskytnout zástupcům zaměstnanců pro oblast bezpečnosti a ochrany zdraví při práci dostatečné pracovní volno bez ztráty odměny za práci a dát jim k dispozici nezbytné prostředky, aby mohli vykonávat práva a úkoly vyplývající z této směrnice.

6. Zaměstnanci nebo jejich zástupci jsou oprávněni obracet se v souladu s vnitrostátními právními předpisy nebo zvyklostmi na orgány příslušné pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci, považují-li zaměstnavatelem přijatá opatření a poskytnuté prostředky za nedostatečné pro zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Zástupci zaměstnanců musí mít možnost přednést své připomínky při návštěvách a kontrolách příslušného orgánu.

TR 60825-14: 2004 doporučuje minimální požadavky na školení pro uživatele laserových zařízení.

EN 60825-2: 2004 stanoví další požadavky na uživatele pracující s komunikačními systémy s optickými vlákny.

EN 60825-12: 2004 stanoví další požadavky na uživatele pracující se systémy prostorové komunikace.

CLC/TR 50448: 2005 stanoví pokyny k úrovním způsobilosti osob v oblasti laserové bezpečnosti.

## 9.6 Osobní ochranné prostředky

Snížení neúmyslné expozice optickému záření by mělo být součástí konstrukčních specifikací zařízení. Vystavení optickému záření by mělo být co nejvíce sníženo pomocí fyzických zabezpečovacích prvků, například technických kontrolních prostředků. Osobní ochranné prostředky (OOP) by se měly používat pouze tehdy, když jsou technická a administrativní kontrolní opatření neúčinná.

Účelem OOP je snížit optické záření na úroveň, která nezpůsobuje u exponované osoby nežádoucí zdravotní účinky. Poranění způsobená optickým zářením nemusejí být v okamžiku expozice zjevná. Je třeba říci, že limitní hodnoty expozice závisejí na vlnové délce, a proto může na vlnové délce záviset i stupeň ochrany poskytované osobními ochrannými prostředky.

I když akutní poranění kůže vzniklé expozicí optického záření pravděpodobně nebude mít nepříznivý vliv na kvalitu života dotyčného jednotlivce, je si třeba uvědomit, že pravděpodobnost poranění kůže může být vysoká, zejména na ruku a obličej. Zvláště znepokojivé je vystavení kůže optickému záření o vlnové délce nižší než 400 nm, které může zvyšovat riziko vzniku rakoviny kůže.

#### Důležité

→ OOP by měly být přiměřené příslušným rizikům, aniž by samy zvyšovaly jakékoli riziko.

OOP by měly být přiměřené podmínkám na pracovišti.

OOP by měly počítat s ergonomickými požadavky a zdravotním stavem daného pracovníka.

### 9.6.1 Ochrana před jinými riziky

Při výběru vhodných OOP na ochranu proti expozici optickému záření je třeba přihlížet k těmto dalším nebezpečím, která nesouvisejí s optickým zářením:

- náraz
- úder
- stlačení
- chemické látky
- teplo/zima
- škodlivý prach
- biologické látky
- elektrická energie

Následující tabulka uvádí příklady:

Osobní ochranné prostředky	Funkce
Prostředky na ochranu očí: ochranné brýle, obličejový štít, maska	Osobní prostředky na ochranu očí by měly umožňovat pracovníkovi vidět vše v pracovním prostoru, ale snižovat optické záření na přijatelnou úroveň. Výběr vhodné ochrany očí závisí na mnoha faktorech, například vlnové délce, zářivém toku/energii, optické hustotě, potřebě dioptrických skel, pohodlí atd.
Ochranný oděv a rukavice	Zdroje optického záření mohou představovat nebezpečí požáru a může být zapotřebí použít ochranný oděv. Zařízení, která produkují UV záření, mohou představovat nebezpečí pro kůži, která by měla být zakryta vhodným ochranným oděvem a rukavicemi. Rukavice by se měly nosit při práci s chemickými nebo biologickými činidly. Ochranný oděv nebo rukavice mohou být vyžadovány dle specifikací konkrétní aplikace.

Dýchací přístroj	Během zpracování mohou vznikat toxické a škodlivé výpary nebo prachy. Pro nouzové použití může být zapotřebí dýchací přístroj.
Chrániče sluchu	V některých průmyslových aplikacích může být nebezpečím hluk.

### 9.6.2 Ochrana očí

Překračuje-li expozice limitní hodnoty expozice (LHE), může dojít k poranění očí. Pokud ostatní opatření nestačí k odstranění rizika expozice očí převyšující platné LHE, měla by se používat ochrana očí doporučená výrobcem zařízení nebo poradcem pro bezpečnost v souvislosti s optickým zářením a zkonstruovaná výslovně pro dané vlnové délky a zářivý tok.

Na prostředcích na ochranu očí by mělo být jasně uvedeno rozpětí vlnových délek a odpovídající úroveň ochrany. To je zvláště důležité, je-li na pracovišti více zdrojů, které vyžadují rozdílné typy prostředků na ochranu očí, například lasery pracující na různých vlnových délkách, které vyžadují svou vlastní ochranu očí. Doporučuje se také zavést jednoznačnou a spolehlivou metodu značení prostředků na ochranu očí, v níž bude jasná vazba na konkrétní zařízení, pro něž je daný prostředek na ochranu očí určen.

Míra, do jaké prostředek na ochranu očí ztlumí optické záření v nebezpečné oblasti spektra, by měla přinejmenším postačovat k tomu, aby se úroveň expozice snížila pod platnou LHE.

Důležitými charakteristikami prostředků na ochranu očí, které mohou ovlivnit schopnost obsluhy vykonávat požadované operace, aniž by došlo ke zhoršení bezpečnosti v jiných oblastech, než pokud jde o optické záření, jsou propustnost světla a barva prostředí vnímaná přes ochranné filtry.

Osobní prostředky na ochranu očí by měly být správně skladovány, pravidelně čištěny a kontrolovány podle přijatého harmonogramu kontrol.

## Kritéria pro výběr prostředků na ochranu očí

<b>OT.:</b> Požadovaná úroveň ochrany?	→ Zvolte prostředek na ochranu očí, který je schopen tlumit záření vyšší, než je úroveň expozice LHE
<b>OT.:</b> Propustnost světla? Kvalita vidění?	→ Zvolte prostředek na ochranu očí s propustností světla > 20 %. Pokud takový prostředek není k dispozici, zvyšte úroveň osvětlení. Kontrolujte filtry, zda nejsou poškrábané a popraskané.
<b>OT.:</b> Vnímání barev pracovního prostředí?	→ Zkontrolujte, zda jsou prostředkem na ochranu očí jasně vidět ovládací prvky zařízení a nouzové značení.
<b>OT.:</b> Příliš mnoho odrazů?	→ Vyhýbejte se zrcadlové povrchové úpravě nebo filtrům a rámečkům s vysokým leskem.
<b>OT.:</b> Je-li prostředek na ochranu očí napájen ze sítě nebo baterií a dojde k výpadku napájení, přestane být bezpečný?	→ Zvolte filtr, který zajišťuje maximální tlumení, i když není napájen.

### 9.6.3 Ochrana kůže

Pokud jde o expozici optickému záření při práci, jsou nejvíce ohroženými oblastmi kůže obvykle ruce, obličej, hlava a krk, protože jiné části těla zpravidla bývají zakryty pracovním oblečením. Ruce lze chránit rukavicemi, které se vyznačují malou propustností pro nebezpečné optické záření. Obličej lze chránit absorpčním obličejovým štítem nebo maskou, které mohou zároveň chránit zrak. Hlavu a krk ochrání vhodná pokrývka hlavy.



## 9.7 Další užitečné informace

Směrnice Rady 89/656/EHS o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví pro používání osobních ochranných prostředků zaměstnanci při práci.

### 9.7.1 Základní normy

EN 165: 2005 – Osobní prostředky na ochranu očí – Slovník.

EN 166: 2002 – Osobní prostředky na ochranu očí – Základní ustanovení.

EN 167: 2002 – Osobní prostředky na ochranu očí – Optické zkušební metody.

EN 168: 2002 – Osobní prostředky na ochranu očí – Neoptické zkušební metody.

### 9.7.2 Normy podle typu výrobku

EN 169: 2002 – Osobní prostředky na ochranu očí – Filtry pro svařování a podobné technologie. Požadavky na činitel prostupu a doporučené použití.

EN 170: 2002 – Osobní prostředky na ochranu očí – Filtry proti ultrafialovému záření. Požadavky na činitel prostupu a doporučené použití.

EN 171: 2002 – Osobní prostředky na ochranu očí – Filtry proti infračervenému záření. Požadavky na činitel prostupu a doporučené použití.

### 9.7.3 Svařování

EN 175: 1997 – Osobní ochrana – Prostředky pro ochranu očí a obličeje při svařování a podobných postupech.

EN 379: 2003 – Osobní prostředky na ochranu očí – Automatické svářečské filtry.

EN 1598: 1997 – Ochrana zdraví a bezpečnost práce při svařování a příbuzných procesech – Průsvitné závěsy, pásy a zástěny pro obloukové svařování.

### 9.7.4 Laserová zařízení

EN 207: 1998 – Filtry a brýle proti laserovému záření.

EN 208: 1998 – Brýle pro justiční práce s lasery a laserovými systémy.

### 9.7.5 Intenzivní zdroje světla

BS 8497-1: 2008. Osobní prostředky na ochranu očí před intenzivními zdroji světla používanými na člověka a zvířata pro kosmetické a lékařské účely. Část 1: Specifikace výrobků.

BS 8497-2: 2008. Osobní prostředky na ochranu očí před intenzivními zdroji světla používanými na člověka a zvířata pro kosmetické a lékařské účely. Část 2: Pokyny k použití.

# 10. Řízení nežádoucích událostí

Pro účely této příručky se nežádoucími událostmi rozumí situace, kdy je někdo zraněn nebo onemocní (dále jen „nehody“), nebo události, které téměř nastaly („skoronehody“), či nežádoucí situace (dále jen „incidenty“).

Při použití kolimovaných laserových svazků je riziko expozice laserovému svazku obecně nízké, ale následky mohou být velké. Naproti tomu u nekoherentních umělých zdrojů optického záření je riziko expozice vysoké, ale následky mohou být malé.

Doporučuje se mít připraveny nouzové plány pro řešení přiměřeně předvídatelných nežádoucích událostí týkajících se optického záření z umělých zdrojů. Míra podrobnosti a složitosti těchto plánů bude záviset na riziku. Je pravděpodobné, že zaměstnavatel bude mít obecné

nouzové plány, takže bude moci s výhodou uplatnit podobné přístupy i na případ optického záření.

Doporučuje se mít vypracovány podrobné nouzové plány pro pracovní postupy, kde může dojít k přístupu k optickému záření z těchto zdrojů:

laserová zařízení třídy 3B

laserová zařízení třídy 4

nekoherentní zdroje skupiny nebezpečnosti 3

Nouzové plány by měly popisovat činnosti a povinnosti v případě:

skutečné expozice zaměstnance vyšší než LHE

podezření na to, že došlo k expozici zaměstnance vyšší než LHE

# 11. Zdravotní dohled

Článek 8 směrnice popisuje požadavky na zdravotní dohled a odkazuje na všeobecné požadavky směrnice 89/391/EHS. Podrobné uspořádání zdravotního dohledu se bude pravděpodobně odvíjet od vnitrostátních požadavků. Proto je návrh předkládaný v této kapitole velmi obecný.

Požadavky tohoto článku je třeba vnímat z pohledu více než stovky let expozice pracovníků optickému záření z umělých zdrojů. Počet hlášených nežádoucích zdravotních účinků je malý a hlášení jsou omezena na malý počet odvětví, v nichž byla obvykle zavedena kontrolní opatření k dalšímu snížení počtu těchto případů.

Poté, co byl vynalezen laser, byla vydána doporučení týkající se pravidelných vyšetření očí pracovníků, kteří s lasery pracují. Téměř 50 let zkušeností však ukázalo, že taková vyšetření jsou jako součást programu zdravotního dohledu bezcenná a mohou pro pracovníka představovat další riziko.

Pracovník, který je v práci vystaven optickému záření z umělých zdrojů, by neměl být podrobován vyšetřením očí před nástupem do zaměstnání, rutinně během doby trvání pracovního poměru nebo po jeho ukončení jen proto, že vykonává takovou práci. Podobně je tomu s kožními vyšetřeními: mohou být pro pracovníky přínosná, ale není důvod provádět je jen proto, že je pracovník běžně vystavován optickému záření z umělých zdrojů.

## 11.1 Kdo by měl vykonávat zdravotní dohled?

Zdravotní dohled by měl vykonávat:

- lékař,
- závodní lékař nebo
- zdravotnický orgán odpovědný za zdravotní dohled v souladu s vnitrostátními právními předpisy a zvyklostmi.

## 11.2 Záznamy

Členské státy jsou povinny přijmout opatření k zajištění toho, aby se vedly a aktualizovaly osobní zdravotní záznamy. Tyto záznamy by měly obsahovat shrnutí výsledků prováděného zdravotního dohledu.

Záznamy by měly být vedeny vhodným způsobem, aby do nich bylo později možné nahlížet, přičemž se dbá na jejich důvěrnou povahu.

Zaměstnanci by měli mít na svou žádost přístup ke svým osobním zdravotním záznamům.

## 11.3 Lékařská prohlídka

Existuje-li podezření nebo je-li zjištěno, že zaměstnanec byl vystaven optickému záření z umělých zdrojů překračujícímu limitní hodnoty expozice, měla by být zaměstnanci poskytnuta lékařská prohlídka.

Lékařská prohlídka se provede i v případě, pokud se zjistí, že zaměstnanec trpí identifikovatelnou chorobou nebo nepříznivými zdravotními následky, které jsou považovány za důsledek expozice optickému záření z umělých zdrojů.

Problémem při realizaci tohoto požadavku je, že řada nepříznivých zdravotních následků může být důsledkem expozice přirozenému optickému záření. Proto je důležité, aby osoba provádějící lékařskou prohlídku byla obeznámena s možnými nepříznivými zdravotními následky vzniklými působením konkrétních zdrojů expozice optickému záření z umělých zdrojů na pracovišti.



## 11.4 Opatření v případě překročení limitní hodnoty expozice

Pokud existuje podezření, že byly překročeny limitní hodnoty expozice, nebo se má za to, že zjištěné nepříznivé zdravotní následky nebo identifikovatelná choroba byly způsobeny optickým zářením z umělých zdrojů na pracovišti, mělo by dojít k aktivaci těchto opatření:

- Zaměstnanci by měly být sděleny výsledky.
- Zaměstnanec by měl dostat informace a rady ohledně dalšího zdravotního dohledu.
- Měl by být informován zaměstnavatel, s přihlédnutím k případnému lékařskému tajemství.
- Zaměstnavatel by měl přezkoumat hodnocení rizika.
- Zaměstnavatel by měl přezkoumat dosavadní kontrolní opatření (což může zahrnovat vyhledání odborné rady).
- Zaměstnavatel by měl zajistit případný nezbytný trvalý zdravotní dohled.

# PŘÍLOHA A Charakter optického záření

Každodenním příkladem optického záření je světlo – pokud je vyzařováno lampou, je to příklad optického záření z umělého zdroje. Pojem „optické záření“ se používá z toho důvodu, že světlo je jednou z forem elektromagnetického záření a že má účinky na oko – když do oka vstoupí, je soustředěno a rozpoznáno.

Světlo se vyskytuje v celém spektru barev od nachových a modrých tónů přes odstíny zelené a žluté po oranžovou a červenou. Barvy, které ve světle vnímáme, jsou dány vlnovými délkami přítomnými ve světelném spektru. Kratší vlnové délky vnímáme jako ležící na modrém konci spektra, delší vlnové délky na červeném. Světlo si můžeme představit jako proud nehmotných částic (fotonů), z nichž každá má svou charakteristickou vlnovou délku.

Spektrum elektromagnetického záření sahá daleko za vlnové délky, které jsme schopni vidět. Příklady elektromagnetického záření s vyššími vlnovými délkami jsou infračervené záření, mikrovlnné záření a rádiové vlny. Příklady elektromagnetického záření s kratšími vlnovými délkami jsou ultrafialové záření, rentgenové záření a záření gama.

Z vlnové délky elektromagnetického záření můžeme určit další užitečné údaje o jeho vlastnostech.

Kdykoli se elektromagnetické záření dostane do kontaktu s nějakým materiálem, je pravděpodobné, že v místě kontaktu uloží určitou energii. To může v materiálu způsobit nějaké účinky – například viditelné světlo dopadající na rohovku uloží v rohovce dostatek energie na to, aby spustilo biochemické reakce, které vyprodukují signál, jenž se vyšle optickým nervem do mozku. Množství energie, která je k dispozici na takovéto interakce s materiálem, závisí na množství záření a na jeho energii. Množství energie dostupné v elektromagnetickém záření

závisí na vlnové délce. Čím kratší je vlnová délka, tím více má záření energie. Modré světlo má tedy více energie než světlo zelené, které jí má zase více než světlo červené. Ultrafialové záření má více energie než viditelné světlo jakékoli vlnové délky.

Vlnová délka záření také určuje, do jaké míry záření proniká do těla a působí na něj. Například záření UVA se přenáší na rohovku méně efektivně než zelené světlo.

Pod „optické záření“ se řadí i některé neviditelné části elektromagnetického spektra. Jde o ultrafialovou a infračervenou oblast spektra. I když tato záření nemůžeme vidět (sítnice nemá pro tyto vlnové délky čidla), části těchto oblastí spektra mohou do oka ve větší či menší míře pronikat. Pro usnadnění se spektrum optického záření dělí podle vlnové délky takto:

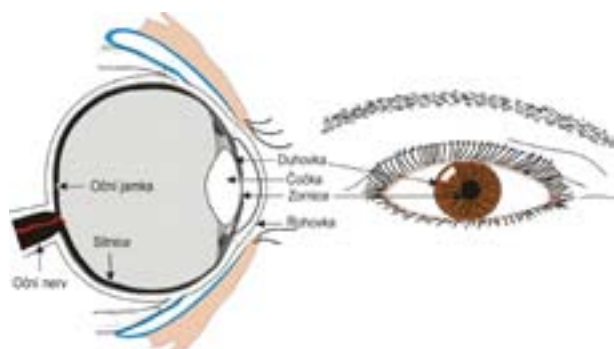
<i>Ultrafialové „C“</i> (UVC):	100–280 nm
UVB	280–315 nm
UVA	315–400 nm
<i>Viditelné</i>	380–780 nm
<i>Infračervené „A“</i> (IRA)	780–1 400 nm
IRB	1 400–3 000 nm
IRC	3 000–1 000 000 nm (3 μm – 1 mm)

Směrnice obsahuje limitní hodnoty expozice pokrývající oblast spektra od 180 do 3 000 nm pro nekoherentní optické záření a od 180 nm do 1 mm pro laserové záření.

# PŘÍLOHA B Biologické účinky optického záření na oko a kůži

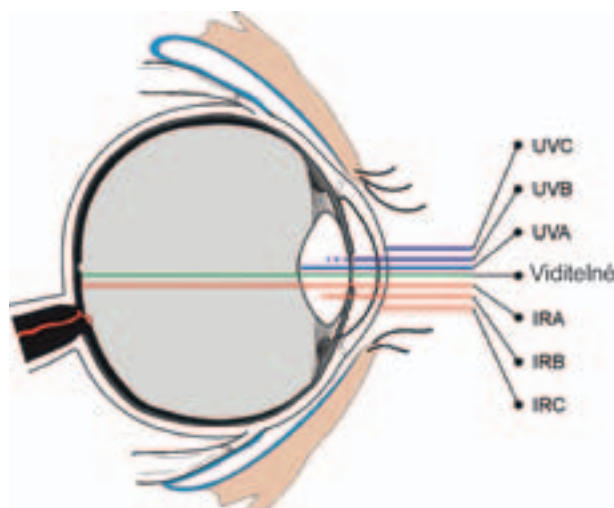
## B 1 Oko

**Obrázek B.1.1** Struktura oka



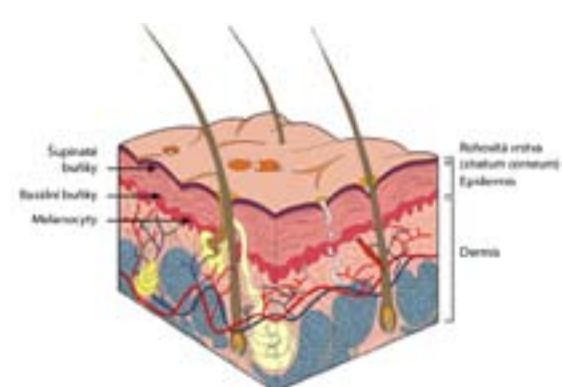
Světlo vstupující do oka prochází rohovkou, komorovou vodou, pak různě velkým otvorem (zornicí) a následně se po průchodu čočkou a sklivcem zaostřuje na sítnici. Oční nerv vede signály z fotoreceptorů sítnice do mozku.

**Obrázek B.1.2** Prostup různých vlnových délek okem



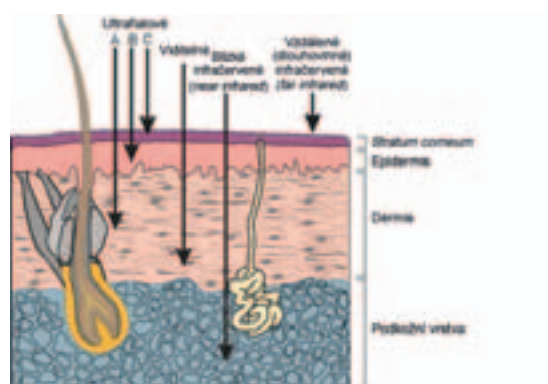
## B 2 Kůže

**Obrázek B.2.1** Struktura kůže



Vnější vrstva kůže zvaná epidermis obsahuje hlavně keratinocyty (šupinaté buňky), které se vytvářejí v bazální vrstvě a stoupají na povrch, kde se následně olupují. Dermis je tvořena hlavně kolagenovými vlákny a obsahuje nervová zakončení, potní žlázy, vlasové folikuly a krevní cévy.

**Obrázek B.2.2** Prostup různých vlnových délek kůží



## B 3 Biologické účinky různých vlnových délek na oko a kůži

**B 3.1** Ultrafialové záření: UVC (100–280 nm); UVB (280–315 nm); UVA (315–400 nm)

### Účinky na kůži

Velká část jakéhokoli ultrafialového záření (UVR), které dopadne na kůži, je absorbována ve vrstvě epidermis, i když delší vlnové délky UVA záření pronikají hlouběji.

Nadměrná krátkodobá expozice UV záření způsobuje erytém – zarudnutí kůže – a zduření. Symptomy mohou být závažné, maximální účinek nastává 8–24 hodin po expozici a ustupuje za 3–4 dny s následnou suchostí a olupováním kůže. Poté může nastat zvýšení pigmentace pokožky (zpožděné opálení). Vystavení UVA záření může také způsobit okamžitou, ale dočasnou pigmentaci kůže (okamžitá pigmentace).

Kůže některých lidí vykazuje abnormální reakci na expozici UV záření (fotosenzitivita) z důvodu genetických, metabolických nebo jiných abnormalit nebo z důvodu užívání určitých léků nebo chemických látek nebo kontaktu s nimi.

Nejzávažnějším dlouhodobým účinkem UV záření je vyvolání rakoviny kůže. Nemelanomové rakoviny kůže (NMSC) jsou karcinomy bazálních buněk a karcinomy šupinatých buněk. U bílé rasy jsou poměrně běžné, ale většinou nebývají smrtelné. Nejčastěji se vyskytují na slunci vystavených částech těla, jako je obličej a ruce, a jejich výskyt roste s věkem. Zjištění z epidemiologických studií ukazují, že riziko obou těchto druhů rakoviny kůže může souviset s úhrnnou expozicí UV záření, i když důkazy to potvrzují hlavně u karcinomů šupinatých buněk. Maligní melanom je hlavní příčinou úmrtí na rakovinu kůže, i když se vyskytuje méně často než NMSC. Vyskytuje se častěji u osob s velkým množstvím névů (pigmentových skvrn), u osob se světlou kůží, u rusovlasých nebo plavovlasých lidí a u osob s tendencí k pihám, spalování a neschopností opálit se při vystavení slunci. K riziku vzniku maligního melanomu mohou přispívat jak akutní epizody expozice slunci, tak i chronická expozice při práci a rekreaci.

Chronická expozice UV záření může také způsobit foto-stárnutí kůže, jež se vyznačuje kožnatým, vráscitým

vzhledem a ztrátou pružnosti: vlnové délky UVA záření jsou v tomto směru neúčinnější, protože pronikají do kolagenových a elastinových vláken dermis. Existují také důkazy nasvědčující tomu, že expozice UV záření může ovlivnit imunitní reakce.

Hlavní známý přínos expozice UV záření je syntéza vitamínu D; i krátkou každodenní expozicí slunci se vytvoří dostatek vitamínu D, není-li jeho příjem v potravě dostatečný.

### Účinky na oči

UV záření dopadající na oko je pohlcováno rohovkou a čočkou. Rohovka a spojivka hodně pohlcují vlnové délky kratší než 300 nm. UVC je pohlcováno v povrchových vrstvách rohovky a UVB je pohlcováno rohovkou a čočkou. UVA prochází rohovkou a je pohlcováno v čočce.

Mezi reakce lidského oka na akutní nadměrnou expozici UV záření se řadí fotokeratitida a fotokonjunktivitida (zánět rohovky, resp. spojivek, v angličtině též *snow blindness*, *arc-eye* nebo *welder's flash*). Symptomy, sahající od mírného podráždění, přecitlivělosti na světlo a slzení až po silnou bolest, se objevují do 30 minut až jednoho dne v závislosti na intenzitě expozice a obvykle za pár dní vymizí.

Chronická expozice UVA a UVB záření může způsobit zákaly v důsledku změn bílkovin v čočce oka. Na sítnici obvykle proniká velmi málo UV záření (méně než 1 % UVA) díky tomu, že záření pohltí tkáň v přední části oka. Existují však lidé, kteří nemají po operaci zákalu přirozenou čočku, a pokud jim nebyla implantována umělá čočka, která UV záření pohlcuje, může dojít k poškození sítnice UV zářením (o vlnových délkách již od 300 nm). Toto poškození je důsledkem napadání struktur buněk sítnice volnými radikály, které v oku vznikají fotochemickou cestou. Sítnice je normálně chráněna před akutním poškozením viditelným světlem bezděčným mrkacím reflexem, ale UV záření tyto reakce nevyvolává: osoby, které nemají čočku pohlcující UV záření, jsou proto více ohroženy poškozením sítnice, pokud pracují se zdroji UV záření.

Chronická expozice UV záření významně přispívá ke vzniku poruch rohovky a spojivek, jako jsou klimatická nodulární keratopatie (hromadění žlutohnědých nánosů ve spojivce a rohovce), *pterygium* (zbytnění tkáně, které se může rozšířit na rohovku) a pravděpodobně *pinguecula* (bující žlutá léze na spojivce).

## B 3.2 Viditelné záření

### Účinky na kůži

Viditelné záření (světlo) proniká do kůže a může zvýšit lokální teplotu natolik, že je s to způsobit popálení. Tělo se přizpůsobí postupnému navyšování teploty zvýšením průtoku krve (která odnáší teplo pryč) a pocením. Pokud ozáření není dostatečné na to, aby způsobilo akutní popálení (za 10 s nebo méně), bude exponovaná osoba chráněna přirozenou fyziologickou obrannou reakcí na horko.

V případě dlouhé expozice je hlavním nežádoucím účinkem tepelná zátěž z tepelného namáhání (zvýšení tělesné teploty). I když toto není ve směrnici výslovně upraveno, je třeba přihlídnout k okolní teplotě a pracovní zátěži.

### Účinky na oči

Protože oči shromažďují a zaostřují viditelné záření, sítnice je ohrožena více než kůže. Pohled do jasného zdroje světla může způsobit poškození sítnice. Je-li záření soustředěno do oční jamky, např. při přímém sledování uvnitř laserového svazku, může dojít k vážnému poškození zraku. Tělo se před jasným světlem přirozeně chrání (mrkací reflex se aktivuje cca během 0,25 s; zornice se stáhne a může snížit ozáření sítnice až třicetkrát; a hlava se může bezděčně odvrátit).

Zvýšení teploty sítnice o 10–20 °C může vést k nevratnému poškození v důsledku denaturace bílkovin. Pokud zdroj záření zabírá velkou část zorného pole, je pro buňky sítnice ve střední části obrazu obtížné rychle srazit teplotu.

Viditelné záření může způsobit stejný typ fotochemicky vyvolaného poškození jako UV záření (i když u viditelných vlnových délek může jako ochranný mechanismus fungovat fyziologická obranná reakce na velmi jasné světlo). Tento účinek je nejvýraznější při vlnových délkách kolem 435 až 440 nm, a tak se někdy označuje jako „riziko modrého světla“. Chronická expozice vysokým okolním úrovním viditelného světla může vést k fotochemickému poškození buněk sítnice, které má za následek špatné vidění barev a za šera.

Když záření vstupuje do oka v podobě svazku, který je v podstatě rovnoběžný (tj. při velmi nízké rozbíhavosti ze vzdáleného zdroje nebo laseru), může být na sítnici

zobrazen ve velmi malé části, čímž dojde k nesmírné koncentraci energie a následně vážnému poškození. Toto zaostření by mohlo teoreticky zvýšit ozáření sítnice v porovnání s ozářením při dopadu na oko až 500 000krát. V těchto případech může jas překročit všechny známé přirozené i umělé zdroje světla. Většinu úrazů způsobených laserem představují popáleniny: výkonné pulsní lasery mohou způsobit tak rychlé zvýšení teploty, že buňky doslova explodují.

## B 3.3 IRA záření

### Účinky na kůži

IRA záření proniká několik milimetrů do tkáně, tedy poměrně hluboko do dermis. Může vyvolat stejné tepelné účinky jako viditelné záření.

### Účinky na oči

Rohovka a čočka IRA záření podobně jako viditelné záření zaostřují a předávají ho na sítnici. Tam může toto záření způsobit stejný typ tepelného poškození jako viditelné záření. Sítnice však IRA záření nerozpoznává, a proto před ním neexistuje přirozená obranná reakce. Oblast spektra od 380 do 1 400 nm (viditelné záření a IRA) je někdy nazývána „oblast nebezpečí pro sítnici“.

Chronická expozice IRA záření může také vyvolat zákaly.

Fotony IRA záření nemají dostatečnou energii na to, aby hrozilo nebezpečí fotochemicky vyvolaného poškození.

## B 3.4 IRB záření

### Účinky na kůži

IRB záření proniká do tkáně méně než 1 mm. Může vyvolat stejné tepelné účinky jako viditelné záření a IRA záření.

### Účinky na oči

Vlnové délky okolo 1 400 nm velmi dobře absorbuje komorová voda, delší vlnové délky absorbuje sklivce, takže sítnice je chráněna. Při zvýšení teploty sklivce a duhovky může dojít ke zvýšení teploty přilehlých tkání, včetně čočky, která není cévně zásobena, a tak nemůže regulovat svou teplotu. To spolu s přímou absorpcí

IRB záření čočkou vyvolává zákaly, které mohou být pro některé skupiny, zejména skláře a výrobce řetězů, významnou nemocí z povolání.

### B 3.5 IRC záření

#### Účinky na kůži

IRC záření proniká pouze do nejsvrchnější vrstvy odumřelých kožních buněk (*stratum corneum*). Nejzávažnějším akutním nebezpečím v IRC oblasti spektra jsou silné lasery, které mohou mít schopnost odlupovat *stratum corneum* a poškozovat tkáň ležící pod ní. Poškození bývá hlavně tepelné, ale nejvýkonnější lasery mohou způsobit mechanické/akustické poškození.

Stejně jako u viditelného záření je i u vlnových délek IRA a IRB třeba počítat s tepelnou zátěží a nepohodlím způsobenými tepelným namáháním.

#### Účinky na oči

IRC záření je pohlcováno rohovkou, a tak je hlavním rizikem popálení rohovky. V důsledku vedení tepla může dojít ke zvýšení teploty v přilehlých strukturách oka, ale tento proces je ovlivněn i dalšími procesy spojenými se ztrátou tepla (vypařováním a mrkáním) a nárůstem tepla (v důsledku tělesné teploty).

# PŘÍLOHA C Veličiny a jednotky optického záření z umělých zdrojů

Jak je uvedeno v části „Charakter optického záření“, účinky optického záření závisí na energii záření a jeho množství. Existuje mnoho způsobů, jak kvantifikovat optické záření: v dalším textu jsou stručně popsány ty, které jsou používány ve směrnici.

## C 1 Základní veličiny

### C 1.1 Vlnová délka

Tato veličina označuje charakteristickou vlnovou délku optického záření. Měří se v malých dílcích metru – obvykle nanometrech (nm). Jeden nanometr je roven jedné milióntině milimetru. Při delších vlnových délkách je někdy vhodnější používat jednotku mikrometr ( $\mu\text{m}$ ). Jeden mikrometr je roven 1 000 nanometrů.

V mnoha případech bude posuzované optické záření vyzářovat fotony mnoha různých vlnových délek.

Ve vzorcích se vlnová délka označuje symbolem  $\lambda$  (lambda).

### C 1.2 Energie

Energie se měří v joulech (J). Tato veličina může vyjadřovat energii každého fotonu (která souvisí s vlnovou délkou fotonu). Může také vyjadřovat energii obsaženou v určitém množství fotonů, například laserovém pulsu.

Energie se označuje symbolem Q.

### C 1.3 Další užitečné jednotky

#### Zorný úhel

Zorný úhel je zdánlivá šířka nějakého předmětu (obvykle zdroje optického záření) při pozorování z určitého místa (obvykle místa, v němž se provádějí měření). Vypočte se

vydělením skutečné šířky předmětu jeho vzdáleností. Je důležité, aby obě tyto hodnoty byly vyjádřeny ve stejných jednotkách. Bez ohledu na to, v jakých jednotkách jsou tyto hodnoty vyjádřeny, vyjde výsledný zorný úhel v radiánech (r).

Nachází-li se daný předmět vůči pozorovateli pod určitým úhlem, je třeba zorný úhel vynásobit cosinem tohoto úhlu.

Zorný úhel se ve směrnici označuje symbolem  $\alpha$  (alfa).

#### Prostorový zorný úhel

Prostorový zorný úhel je třírozměrným ekvivalentem zorného úhlu. Plocha předmětu se vydělí čtvercem vzdálenosti. Ke korekci při pozorování mimo osu předmětu lze opět použít cosinus pozorovacího úhlu. Jednotkou je steradián (sr) a symbolem je  $\omega$  (omega).

#### Rozbíhavost svazku

Rozbíhavost svazku je úhel, ve kterém se svazek optického záření rozbíhá s tím, jak se vzdaluje od zdroje. Vypočte se tak, že se změří šířka svazku ve dvou bodech a rozdíl mezi těmito dvěma šířkami se vydělí vzdáleností mezi oběma body. Rozbíhavost svazku se měří v radiánech.

### C 1.4 Veličiny používané u limitních hodnot expozice

#### Zářivý tok

Zářivý tok je definován jako rychlost, kterou energie prochází určitým místem v prostoru. Měří se ve wattech (W) s tím, že jeden watt je roven jednomu joulu za sekundu. Zářivý tok se označuje symbolem  $\Phi$  (fi).

Pojem zářivý tok může označovat energii v daném svazku optického záření; v takovém případě se často označuje

jako zářivý tok kontinuální vlny. Například laser s kontinuální vlnou o zářivém toku 1 mW emituje každou sekundu fotony o celkové energii 1 mJ.

Zářivý tok lze použít rovněž k popisu pulsu optického záření. Pokud například laser emituje v jedné milisekundě diskretní puls obsahující 1 mJ energie, zářivý tok tohoto pulsu je 1 W. Kdyby byl tento puls vyzářen za kratší dobu, řekněme 1  $\mu$ s, byl by jeho zářivý tok 1 000 W.

## Ozáření

Ozáření lze považovat za rychlost, kterou energie dopadá v daném místě na jednotku plochy. Závisí tedy na zářivém toku optického záření a na ploše, v níž svazek dopadá na zkoumaný povrch. Vypočte se vydělením zářivého toku plochou a vyjadřuje se v násobcích wattu na metr čtvereční ( $W m^{-2}$ ). Označuje se písmenem E.

## Expozice záření

Expozice záření je množství energie, které dopadlo v daném místě na jednotku plochy. Vypočte se vynásobením ozáření ve wattech na metr čtvereční délkou expozice v sekundách. Její jednotkou je joule na metr čtvereční ( $J m^{-2}$ ). Označuje se písmenem H.

## Zář

Zář je veličina, která popisuje, jak koncentrovaný je svazek optického záření. Vypočte se vydělením ozáření v daném místě prostorovým zorným úhlem zdroje při pohledu z daného místa. Vyjadřuje se ve wattech na metr čtvereční na steradián ( $W m^{-2} sr^{-1}$ ). Označuje se písmenem L.

### C 1.5 Spektrální a širokopásmové veličiny

Pokud zdroj optického záření, například laser, vyzařuje pouze na jedné vlnové délce (například 633 nm), budou uváděné hodnoty přirozeně popisovat emise pouze na dané vlnové délce. Například  $\Phi = 5$  mW.

Tam, kde je přítomno více vlnových délek, bude mít každá jednotlivá vlnová délka své vlastní hodnoty. Laser může například emitovat 3 mW na vlnové délce 633 nm a 1 mW na vlnové délce 1 523 nm. To je popis spektrálního rozdělení zářivého toku zdroje, často označovaný jako  $\Phi_\lambda$ . Stejně tak je o tomto laseru možné uvést, že jeho celkový zářivý tok  $\Phi = 4$  mW: to je širokopásmová hodnota.

Širokopásmové údaje se vypočtou sečtením všech spektrálních údajů v daném rozmezí vlnových délek.

### C 1.6 Radiometrické veličiny a efektivní veličiny

Všechny dosud popisované veličiny jsou veličinami radiometrickými. Radiometrické údaje kvantifikují a popisují některé stránky pole záření. Nemusejí nutně vyjadřovat účinky záření na biologický cíl. Například ozáření  $1 W m^{-2}$  na vlnové délce 270 nm představuje větší nebezpečí pro rohovku než ozáření  $1 W m^{-2}$  na vlnové délce 400 nm. Tam, kde jsou zapotřebí informace týkající se biologických účinků, je třeba používat efektivní veličiny. Řada limitních hodnot expozice je vyjádřena prostřednictvím efektivních veličin, protože se používají k předcházení biologickým účinkům.

Efektivní veličiny existují pouze tam, kde mají vědci nějakou představu o tom, jak se mění schopnost vyvolat určitý účinek s vlnovou délkou. Například schopnost záření vyvolat fotokeratitidu roste v rozmezí od 250 nm do 270 nm, kdy je maximální, potom směrem k 400 nm rychle klesá. Je-li známa relativní spektrální účinnost, bývá často označována symboly jako  $S_\lambda$ ,  $B_\lambda$ ,  $R_\lambda$ . To jsou relativní spektrální účinnosti, s nimiž je záření schopno vyvolat fotokeratitidu/erytém, fotochemické poškození sítnice, respektive tepelné poškození sítnice.

Hodnotami relativní spektrální účinnosti je možné vynásobit soubor spektrálních radiometrických údajů a získat spektrální efektivní hodnoty. Tyto efektivní hodnoty lze poté sečíst a získat širokopásmovou efektivní hodnotu, často označovanou dolním indexem odkazujícím se na použité hodnoty spektrální účinnosti. Například  $L_B$  je symbol označující hodnotu širokopásmového ozáření (L), která byla váhově upravena s pomocí hodnot spektrálního váhového koeficientu  $B_\lambda$ .

### C 1.7 Svítivost

Další biologicky efektivní veličinou, která ještě nebyla zmíněna, je svítivost. I když se nepoužívá ke stanovení limitních hodnot expozice, je velice užitečná pro předběžné posouzení schopnosti širokopásmových zdrojů světla způsobit poškození sítnice.

Svítivost se označuje symbolem  $L_v$  a vyjadřuje se v kandelách na metr čtvereční ( $cd \cdot m^{-2}$ ). Tato veličina popisuje



biologický účinek, kterým je osvětlení vnímané okem uvyklým na denní světlo. Svítivost souvisí s veličinou osvětlení ( $E_v$ , jednotka lux), kterou znají mnozí osvětlovací technici.

Vztah mezi oběma veličinami lze popsat takto:  $L_v = E_v/\omega$ . Známe-li osvětlení ze zdroje na určité ploše, vzdálenost zdroje a jeho rozměry, můžeme svítivost snadno vypočítat.

# PŘÍLOHA D Zpracované příklady

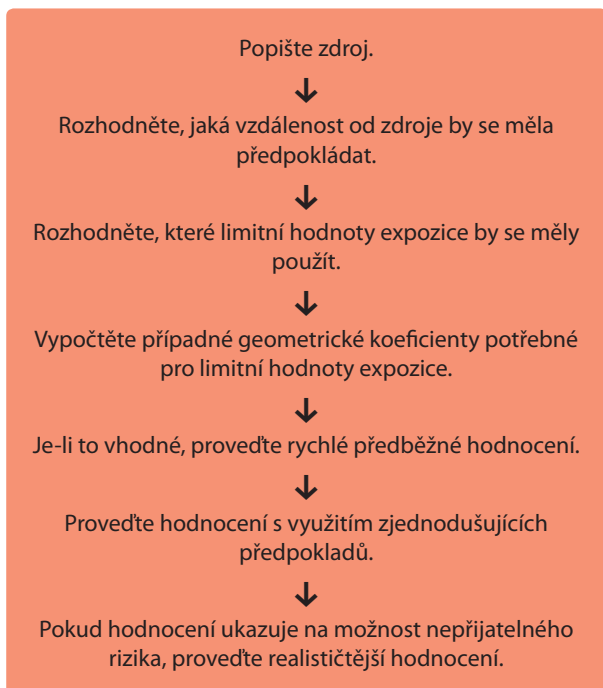
## D 1 Kancelář

Následující příklady pokrývají řadu běžných zdrojů optického záření, s nimiž se je možné setkat ve většině nebo mnoha pracovních prostředích.

K hodnocení rizika z těchto běžných zdrojů byl použit jednotný přístup. Tento přístup je podrobněji popsán v dalším textu a byl použit i při zpracování každého z připojených příkladů.

### D 1.1 Vysvětlení obecné metodiky

Tato obecná metodika čerpá z normy EN 62471 (2008), ale tam, kde je to možné, přijímá zjednodušující předpoklady, které jsou velmi opatrné, pokud jde o nebezpečí pro sítnici. Následující vysvětlení je poměrně obsáhlé, aby pokrývalo všechny příklady uvedené níže. Hodnocení rizika se provádí v sérii kroků:



Nejprve se popíše zdroj a uvedou jeho rozměry. Tyto rozměry budou potřeba, pokud zdroj vyzařuje ve viditelné nebo IRA oblasti spektra.

Je třeba rozhodnout, pro jakou vzdálenost se bude provádět hodnocení rizika: obvykle se pro měření používá vzdálenost, která je realistickým, případně mírně pesimistickým odhadem nejbližší vzdálenosti osob od zdroje – nemusí se uvažovat nejbližší možná vzdálenost.

### Volba limitních hodnot expozice

Které limitní hodnoty expozice se na daný případ vztahují? Uvažujte nejhorší možnou expozici, tj. upřený pohled do zdroje po dobu 8 hodin, a použijte tabulku 1.1 směrnice:

Index	Vlnová délka, nm	Jednotky	Část těla	Riziko	Vhodnost	
a	180–400 (UVA, UVB a UVC)	$J m^{-2}$	oko – rohovka spojivka čočka kůže	photokeratitis conjunctivitis cataractogenesis erythema elastosis rakovina kůže	Ano, pokud zdroj vyzařuje UVR.	
b	315–400 (UVA)	$J m^{-2}$	oko – čočka	cataractogenesis	Ano, pokud zdroj vyzařuje UVR.	
c	300–700 (modré světlo) (kde $\alpha \geq 11$ mrad a $t \leq 10\,000$ s)	$W m^{-2} sr^{-1}$	oko – sítnice	photoretinitis	Ne, nejhorší případ by byl pro nejdelší expozici.	
d	300–700 (modré světlo) (kde $\alpha \geq 11$ mrad a $t > 10\,000$ s)	$W m^{-2} sr^{-1}$			Ano, pokud zdroj vyzařuje ve viditelné oblasti. Tato limitní hodnota pokrývá jako nejhorší možný případ expozici po dobu 8 hodin.	
e	300–700 (modré světlo) (kde $\alpha < 11$ mrad a $t \leq 10\,000$ s)	$W m^{-2}$			Ne často, protože běžné zdroje jsou obvykle poměrně velké.	
f	300–700 (modré světlo) (kde $\alpha < 11$ mrad a $t >$ 10 000 s)	$W m^{-2}$				
g	380–1 400 (viditelné a IRA) (pro $t > 10$ s)	$W m^{-2} sr^{-1}$	oko – sítnice	popálení sítnice	Ano, pokud zdroj vyzařuje ve viditelné oblasti. Tato limitní hodnota pokrývá jako nejhorší možný případ expozici po dobu 8 hodin.	
h	380–1 400 (viditelné a IRA) (pro $t 10 \mu s$ až 10 s)	$W m^{-2} sr^{-1}$			Ne, nejhorší případ je pro nejdelší expozici.	
i	380–1 400 (viditelné a IRA) (pro $t < 10 \mu s$ )	$W m^{-2} sr^{-1}$				
j	780–1 400 (IRA) (pro $t > 10$ s)	$W m^{-2} sr^{-1}$	oko – sítnice	popálení sítnice	Ne často, protože běžné zdroje obvykle vyzařují viditelné záření, na které je vhodnější použít limitní hodnoty <b>g</b> , <b>h</b> a <b>i</b> .	
k	780–1 400 (IRA) (pro $t 10 \mu s$ až 10 s)	$W m^{-2} sr^{-1}$				
l	780–1 400 (IRA) (pro $t < 10 \mu s$ )	$W m^{-2} sr^{-1}$				
m	780–3 000 (IRA a IRB) (pro $t \leq 1\,000$ s)	$W m^{-2}$	oko – rohovka čočka	popálení rohovky cataractogenesis		
n	780–3 000 (IRA a IRB) (pro $t > 1\,000$ s)	$W m^{-2}$				
o	380–3 000 (viditelné, IRA a IRB)	$J m^{-2}$	kůže	popálení	Ne často, protože tato limitní hodnota se týká pouze výkonných průmyslových zdrojů, které generují teplo.	

Z výše uvedeného vyplývá, že obvykle používáme limitní hodnoty expozice **a** a **b** (pokud zdroj vyzařuje UV záření) a/nebo limitní hodnoty expozice **d** a **g** (pokud zdroj vyzařuje viditelné záření a IRA).

V mimořádných situacích mohou být vhodné jiné limitní hodnoty expozice, například limitní hodnota **c** se používá, pokud je pravděpodobné překročení limitní hodnoty **d**; limitní hodnota **h** se používá, pokud je pravděpodobné překročení limitní hodnoty **g**. Takové situace vyplynou v průběhu procesu hodnocení rizika.

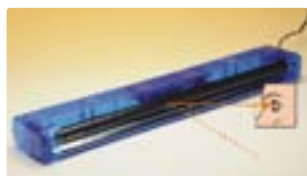
Tyto limitní hodnoty expozice počítají s použitím spektrálních váhových křivek  $S(\lambda)$ ,  $B(\lambda)$  a  $R(\lambda)$ . Tyto koeficienty jsou vysvětleny v části 5.2. K tomu, aby se daly použít, je třeba mít k dispozici spektrální údaje.

## Geometrické koeficienty

Pokud zdroj vyzařuje viditelné a/nebo infračervené záření, budou příslušné limitní hodnoty expozice a radiometrické veličiny záviset na geometrických koeficientech, které je třeba vypočítat. Některé z těchto koeficientů jsou definovány ve směrnici, další jsou vysvětleny v normě EN 62471 (2008). Pokud zdroj vyzařuje pouze UV záření, jsou všechny tyto koeficienty irelevantní.

Používají se tyto geometrické koeficienty:

$\theta$  (úhel mezi kolmicí k povrchu zdroje a linií pohledu použitou pro měření), (viz schéma napravo),



$Z$  (střední rozměr zdroje),

$\alpha$  (zorný úhel zdroje),

$C_a$  (koeficient závislý na  $\alpha$ ),

$\omega$  (prostorový zorný úhel zdroje).

Před výpočtem kteréhokoli z těchto koeficientů je důležité zjistit, zda zdroj vyzařuje poměrně prostorově homogenní pole či nikoli. Je-li zdroj homogenní, mělo by se mít za to, že se jakékoli rozměry (délka, šířka atd.) vztahují na celou plochu zdroje. Je-li zřejmé, že zdroj není homogenní (například jasná lampa před slabým odrazovým sklem), měly by se uvažovat pouze rozměry nejjasnější části. Pokud je zdroj tvořen dvěma nebo více identickými zářiči, lze s každým naložit jako se samostatným zdrojem, který přispívá svou poměrnou částí k naměřeným emisím záření.

### Výpočet Z:

Zdánlivá délka,  $l$ , zdroje = skutečná délka  $\times \cos\theta$

Zdánlivá šířka,  $w$ , zdroje = skutečná šířka  $\times \cos\theta$

$Z$  je průměr hodnot  $l$  a  $w$

Poznámka:

- je-li zdroj pozorován kolmo k jeho povrchu,  $\cos\theta = 1$
- je-li zdroj kruhový a je pozorován pod úhlem  $90^\circ$ ,  $Z$  je rovno průměru

Zdánlivá plocha,  $A$ , zdroje:

$A =$  skutečná plocha  $\times \cos\theta$  (pro kruhový zdroj), nebo

$l \times w$  pro jiné zdroje

Je-li vzdálenost ke zdroji =  $r$  a jsou-li všechny naměřené rozměry vyjádřeny ve stejných jednotkách, pak:

$\alpha = Z/r$ , v radiánech (rad)

$\omega = A/r^2$ , ve steradiánech (sr)

Koeficient  $C_a$  je závislý na  $\alpha$  a používá se výhradně pro účely výpočtu hodnoty limitních hodnot expozice pro riziko tepelného poškození sítnice. Vzhledem k tomu, že všechna zde uváděná hodnocení jsou založena na zjednodušujících předpokladech, které jsou objasněny v dalším textu,  $C_a$  se nevypočítává.

## Předběžné hodnocení

Podle subjektu, který vypracoval limitní hodnoty expozice, ICNIRP, není zapotřebí provádět úplné spektrální hodnocení rizik poškození sítnice působením zdroje pro všeobecné osvětlování, který vyzařuje „bílé světlo“ a který má svítivost  $< 10^4 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ . Uvádí se, že se tento případ vztahuje na žárovky, zářivky a obloukové lampy nevybavené filtrem.

Tato orientační limitní hodnota *neslouží* k hodnocení rizik vyvolaných působením ultrafialového záření. Lze ji však použít při rozhodování, zda je nezbytné provést kompletní hodnocení rizik vyvolaných působením viditelného a infračerveného záření či nikoli.

Aby bylo možno tuto limitní hodnotu expozice použít, lze hodnoty spektrálního ozáření v rozsahu 380–760 nm váhově upravit pomocí funkce poměrné spektrální světelné účinnosti CIE pro fotopické vidění,  $V(\lambda)$ , a poté jejich sečtením vypočítat efektivní ozáření pro fotopické vidění,  $E_v$ . To se vyjádří ve  $\text{W m}^{-2}$  a následně vynásobí poměrnou světelnou účinností  $683 \text{ lm W}^{-1}$ , čímž se získá hodnota osvětlení v luxech. Svítivost se vypočte vydělením osvětlení prostorovým zorným úhlem  $\omega$ .

Je však třeba říci, že za účelem zjištění osvětlení svítidla není nutné provádět spektrální měření – tuto hodnotu by měl být schopen zjistit jakýkoli vhodně navržený

a zkalibrovaný „luxmetr“. Díky tomu je předběžné hodnocení rychlé a snadno proveditelné.

## Potřebné údaje

Obecně řečeno bude třeba zjistit údaje za celý spektrální rozsah všech limitních hodnot expozice, které mají být použity. V nejhroším by to znamenalo získat údaje za vlnové délky od 180 nm do 1 400 nm.

Spektrální rozsah, za který jsou potřeba údaje, je možné zúžit. To je evidentní, když se na daný případ nevztahuje určitá limitní hodnota expozice: pokud zdroj nevyzařuje UV záření, pak jsou zapotřebí pouze údaje od 400 nm do 1 400 nm.

O zdroji také může být známo, že má nulové emise záření v určité oblasti spektra. Například:

- LED diody často emitují poměrně úzké rozmezí vlnových délek. Pro hodnocení zelené LED diody může stačit změřit pouze údaje od cca 400 nm do cca 600 nm, údaje mimo toto rozpětí lze považovat za nulové,
- zdroje, které emitují záření s vlnovou délkou nižší než 254 nm, se vyskytují velmi vzácně a na většině pracovišť se s nimi pravděpodobně nesetkáme,
- mnoho svítidel má skleněné kryty, které zamezují vyzařování vlnových délek nižších než cca 350 nm,
- s výjimkou žárovek bude většina zdrojů vyzařovat zanedbatelné množství IR záření.

V každém případě je třeba po stanovení spektrálního rozsahu získat příslušné údaje za tento rozsah (měřením nebo jinými prostředky). Nejužitečnějšími údaji budou údaje o spektrálním ozáření. Tyto údaje lze váhově upravit pomocí příslušných koeficientů pro použité limitní hodnoty expozice ( $S(\lambda)$ ,  $B(\lambda)$ ,  $R(\lambda)$  a případně  $V(\lambda)$ ). Vážené údaje by se poté měly sečíst.

## Zjednodušující předpoklady

Tyto předpoklady se používají ke zjednodušení postupu měření a hodnocení ve viditelné oblasti spektra. Nejsou nutné, pokud je jediným uvažovaným rizikem riziko plynoucí z vystavení UV záření.

Každé měření spektrálního ozáření je třeba provést s pomocí vhodného přístroje: v případě limitních hodnot expozice, které se týkají sítnice, musí mít použitý přístroj zorné pole,

kteří je omezeno na konkrétní hodnoty  $\gamma$ , v závislosti na očekávané délce expozice. V případě limitní hodnoty expozice  $d$  bude očekávaná délka expozice 8 hodin. V případě limitní hodnoty expozice  $g$  je maximální délka expozice, kterou je třeba vzít v úvahu, 10 sekund a při delší expozici je tato limitní hodnota expozice konstantní.

Tabulka 2.5 směrnice udává platné hodnoty  $\gamma$ :

- $\gamma = 110$  mrad pro limitní hodnoty expozice pro riziko fotochemického poškození sítnice (tj. limitní hodnota expozice  $d$  pro desetitisíce expozic).
- $\gamma = 11$  mrad pro limitní hodnoty expozice pro riziko tepelného poškození sítnice (tj. limitní hodnota expozice  $g$  pro desítky expozic).

Může se jevit, že tyto požadavky na zorné pole mohou vyžadovat několik sérií měření. Pokud je však zorný úhel skutečného zdroje větší než  $\gamma$ , dojde se měřením s neomezeným zorným polem k většímu ozáření a tedy i opatrnějšímu hodnocení rizika. Díky tomu je možné provést všechny výpočty na základě jediné série naměřených údajů s neomezeným zorným polem.

Zář se z údajů o ozáření vypočte tak, že se ozáření vydělí prostorovým zorným úhlem. Jako prostorový úhel by se měla použít buď skutečná hodnota  $\omega$ , nebo hodnota založená na  $\gamma$ , podle toho, která z obou hodnot je vyšší.

- Pro limitní hodnotu expozice  $d$  by mělo mít zorné pole hodnotu  $\gamma = 110$  mrad, což odpovídá prostorovému úhlu 0,01 sr.
- Pro limitní hodnotu expozice  $g$  by mělo mít zorné pole hodnotu  $\gamma = 11$  mrad, což odpovídá prostorovému úhlu = 0,0001 sr.

V níže uvedených příkladech budou tyto hodnoty označovány takto:

$\omega =$  skutečný prostorový zorný úhel patrného zdroje

$\omega_B = 0,01$  sr nebo  $\omega$ , podle toho, která z obou hodnot je vyšší

$\omega_R = 0,0001$  sr nebo  $\omega$ , podle toho, která z obou hodnot je vyšší

Tyto zjednodušující předpoklady mohou produkovat uměle vysoké výsledky pro nehomogenní zdroje, které jsou větší než  $\gamma$ . Pokud je takový zdroj hodnocen a zdá se, že je překročena limitní hodnota expozice, může být vhodné zopakovat měření se zorným polem skutečně omezeným na vhodnou hodnotu  $\gamma$ .

## Srovnání s limitními hodnotami expozice

Limitní hodnota a
Limitní hodnota expozice $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$ .
Je-li efektivní ozáření, $E_{\text{eff}}$ vyjádřeno ve $\text{W m}^{-2}$ , pak maximální přípustná délka expozice (MPE) v sekundách činí $30 \text{ J m}^{-2} / E_{\text{eff}}$ .
Je-li $\text{MPE} > 8$ hodin, nehrozí nebezpečí, že ve vzdálenosti $r$ bude překročena limitní hodnota expozice.
Limitní hodnota b
Limitní hodnota expozice $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$ .
Je-li efektivní ozáření, $E_{\text{UVA}}$ vyjádřeno ve $\text{W m}^{-2}$ , pak maximální přípustná délka expozice (MPE) v sekundách činí $10^4 \text{ J m}^{-2} / E_{\text{UVA}}$ .
Je-li $\text{MPE} > 8$ hodin, nehrozí nebezpečí, že ve vzdálenosti $r$ bude překročena limitní hodnota expozice.
Limitní hodnota d
Limitní hodnota expozice činí $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .
Je-li efektivní zář, $L_b$ , menší než limitní hodnota expozice, nehrozí nebezpečí, že bude překročena limitní hodnota expozice. To platí pro všechny vzdálenosti za předpokladu, že se nezmění $\theta$ .
Limitní hodnota g
Limitní hodnota expozice činí $2,8 \times 10^7 / C_a$ . V tomto případě $C_a$ závisí na $\alpha$ . Nejpřísnější limitní hodnotu expozice dostaneme, když $\alpha \geq 100$ mrad. V tomto případě $C_a = 100$ mrad a limitní hodnota expozice činí $280\,000 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .
Je-li efektivní zář, $L_r$ , menší než limitní hodnota expozice, nehrozí nebezpečí, že bude překročena limitní hodnota expozice. To platí pro všechny vzdálenosti za předpokladu, že se nezmění $\theta$ .

## Jsou-li překročeny limitní hodnoty expozice

Limitní hodnota svítivosti dle ICNIRP
Má-li zdroj svítivosti vyšší než $10^4 \text{ cd m}^{-2}$ , je třeba hodnocení zopakovat s dostatečným množstvím údajů, aby bylo možné provést srovnání s limitními hodnotami expozice d a g.
Limitní hodnota a
Je-li $\text{MPE} < 8$ hodin, bude nutné prokázat, že skutečná přítomnost osob ve vzdálenosti $r$ je kratší než doba MPE.
Limitní hodnota b
Je-li $\text{MPE} < 8$ hodin, bude nutné prokázat, že skutečná přítomnost osob ve vzdálenosti $r$ je kratší než doba MPE. V tomto případě lze z „přítomnosti“ vyloučit jakoukoli dobu strávenou s obličejem odvráceným od zdroje.
Je-li zdroj velmi jasný, lze předpokládat, že fyziologická obranná reakce omezí okamžiky expozice na 0,25 sekundy.
Limitní hodnota d
Je-li $L_b$ větší než limitní hodnota expozice, měla by se vypočíst hodnota MPE. Ta závisí na limitní hodnotě expozice c.
Limitní hodnota expozice c je $L_b \leq 10^6/t$ . Proto MPE (v sekundách), $t_{\text{max}} \leq 10^6/L_b$ . Poté bude nutné prokázat, že skutečná přítomnost osob v linii pohledu $\theta$ je menší než $t_{\text{max}}$ . V tomto případě lze z „přítomnosti“ vyloučit jakoukoli dobu strávenou s obličejem odvráceným od zdroje.
Je-li zdroj velmi jasný, lze předpokládat, že fyziologická obranná reakce omezí okamžiky expozice na 0,25 sekundy.
Je možné použít rovněž limitní hodnotu expozice e: s pomocí vztahů $\alpha = Z/r$ a $L_b = E_b/\omega$ lze vypočíst vzdálenost, v níž $\alpha = 11$ mrad. Pokud je v této nebo jakékoli větší vzdálenosti $E_b \leq 10 \text{ mW m}^{-2}$ , pak za tímto místem nejsou překročeny limitní hodnoty expozice.
Limitní hodnota g
Je-li $L_r$ větší než limitní hodnota expozice, je možné, že limitní hodnota expozice byla moc přísná: je-li skutečný zorný úhel zdroje $\alpha < 100$ mrad, vypočtete limitní hodnotu expozice znovu.
Je-li $L_r$ větší než nová limitní hodnota expozice, měla by se vypočíst MPE. Ta je založena na limitní hodnotě expozice h.
Limitní hodnota expozice h je $L_r \leq 5 \times 10^7 / c_a t^{0,25}$ . Proto je doba MPE (v sekundách), $t_{\text{max}} \leq (5 \times 10^7 / c_a L_r)^4$ . Použijte $c_a = \alpha$ . Poté bude nutné prokázat, že skutečná přítomnost osob v linii pohledu $\theta$ je menší než $t_{\text{max}}$ . V tomto případě lze z „přítomnosti“ vyloučit jakoukoli dobu strávenou s obličejem odvráceným od zdroje.
Je-li zdroj velmi jasný, lze předpokládat, že fyziologická obranná reakce omezí okamžiky expozice na 0,25 sekundy.

## D 1.2 Formát příkladů

Zpracované příklady byly rozděleny do posloupnosti kroků podobných těm, které byly použity výše. V případech, kdy byl přijat zjednodušující předpoklad, je příklad stejně zpracován kompletně, ale kroky, které by nebyly zapotřebí, pokud by se přijaly zjednodušující předpoklady, jsou zvýrazněny šedě, aby bylo možné dokázat platnost počátečních předpokladů.

Na konci této přílohy naleznete shrnutí výsledků těchto příkladů.

## D 1.3 Stropní zářivky za difuzorem



Řada tří 36W zářivek pro všeobecné osvětlování je osazena ve stropním svítidle o rozměrech 57,5 cm × 117,5 cm. Svítidlo má plastový difuzor, který zářivky zcela zakrývá. Tím se zdroj stává poměrně homogenním.

### Volba limitních hodnot expozice

Tento typ zářivky nevyzařuje podstatná množství infračerveného záření. Veškeré nebezpečí bude spojeno s expozicí viditelným nebo ultrafialovým vlnovým délkám. Ultrafialové vlnové délky budou také tlumeny plastovým difuzorem. Použije se pouze limitní hodnota **d**.

### Geometrické koeficienty

Údaje o spektrálním ozáření se budou měřit ve vzdálenosti 100 cm od svítidla, při přímém pohledu do něj.

### Porovnání s limitními hodnotami expozice

Limitní hodnota a		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → MPE > 8 hodin
Limitní hodnota b		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 17 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ → MPE > 8 hodin
Limitní hodnota d		
Limitní hodnota expozice činí $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_{\text{B}} = 0,5 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Limitní hodnota expozice není překročena.
Limitní hodnota g		
Limitní hodnota expozice činí $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_{\text{R}} = 8 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Limitní hodnota expozice není překročena.

Zdroj má průměrný rozměr 87,5 cm.

Proto  $\alpha = 0,875 \text{ rad}$ .

Zdroj má velikost povrchové plochy  $6\,756 \text{ cm}^2$ .

Proto  $\omega = 0,68 \text{ sr}$ .

Proto  $\omega_{\text{B}} = 0,68 \text{ sr}$  a  $\omega_{\text{R}} = 0,68 \text{ sr}$ .

### Předběžné hodnocení

Měřením bylo zjištěno, že hodnota efektivního ozáření pro fotopické vidění činí  $1\,477 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ . To představuje osvětlení  $1\,009 \text{ lux}$ .

Svítivost tohoto zdroje proto činí  $1\,009/0,68 = 1\,484 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ .

**Není třeba žádné další hodnocení.**

### Radiometrické údaje

Naměřené hodnoty efektivního ozáření:
Efektivní ozáření $E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ .
UVA ozáření, $E_{\text{UVA}} = 17 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .
Efektivní ozáření (modré světlo), $E_{\text{B}} = 338 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .
Efektivní ozáření (tepelné poškození), $E_{\text{R}} = 5\,424 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

### Zjednodušující předpoklady

Efektivní zář (modré světlo), $L_{\text{B}} = 338 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,68 \text{ sr} = 0,5 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .
Efektivní zář (tepelné poškození), $L_{\text{R}} = 5\,424 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,68 \text{ sr} = 8 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

## D 1.4 Samostatná stropní zářivka bez difuzoru

Jedna 58W zářivka pro všeobecné osvětlování o rozměrech 153 cm × 2 cm je osazena ve stropním svítidle o rozměrech 153 cm × 13 cm, které má za zářivkou umístěna odrazová skla a zředu je otevřené. Zdroj není homogenní a zářivka je jeho nejjasnější částí.



Viz též příklad D 1.5.

### Volba limitních hodnot expozice

Tento typ zářivky nevyzařuje podstatná množství infračerveného záření. Veškeré nebezpečí bude spojeno s expozicí viditelným nebo ultrafialovým vlnovým délkám. Použijí se limitní hodnoty **a**, **b** a **d**.

### Geometrické koeficienty

Údaje o spektrálním ozáření se budou měřit ve vzdálenosti 100 cm od svítidla, při přímém pohledu do něj.

Zářivka má průměrný rozměr 77,5 cm.

Proto  $\alpha = 0,775$  rad.

Zářivka má velikost povrchové plochy 306 cm<sup>2</sup>.

Proto  $\omega = 0,03$  sr.

$\omega_b = 0,03$  sr a  $\omega_r = 0,03$  sr.

### Předběžné hodnocení

Měřením bylo zjištěno, že hodnota efektivního ozáření pro fotopické vidění činí 1 640 mW·m<sup>-2</sup>. To představuje osvětlení 1 120 luxů.

Svitivost tohoto zdroje proto činí 1 120/0,03 = 37 333 cd·m<sup>-2</sup>.

Jeví se, že bude třeba provést další hodnocení nebezpečí pro sítnici. Je také třeba zhodnotit nebezpečí UV záření.

### Radiometrické údaje

Naměřené hodnoty efektivního ozáření:

Efektivní ozáření  $E_{\text{eff}} = 600 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

UVA ozáření,  $E_{\text{UVA}} = 120 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (modré světlo),  $E_b = 561 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (tepelné poškození),  $E_r = 7 843 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

### Zjednodušující předpoklady

Efektivní zář (modré světlo),

$L_b = 561 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,03 \text{ sr} = 19 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

Efektivní zář (tepelné poškození),

$L_r = 7 843 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,03 \text{ sr} = 261 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

### Porovnání s limitními hodnotami expozice

Limitní hodnota a		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 600 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → MPE > 8 hodin
Limitní hodnota b		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 120 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ → MPE > 8 hodin
Limitní hodnota d		
Limitní hodnota expozice činí 100 W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> .	→	$L_b = 19 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Limitní hodnota expozice není překročena.
Limitní hodnota g		
Limitní hodnota expozice činí 280 kW·m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> .	→	$L_r = 261 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Limitní hodnota expozice není překročena. unere nu este depășită



## D 1.5 Řada stropních zářivek bez difuzoru



Čtyři 18W zářivky pro všeobecné osvětlování o rozměrech 57 cm × 2 cm jsou osazeny ve stropním svítidle o rozměrech 57 cm × 57 cm,

kteřé má za zářivkami umístěna odrazová skla a zředu je otevřené. Jde o velmi podobný případ jako v příkladu D.1.4, až na to, že zářivky pocházejí od jiného výrobce. Zdroj není homogenní a čtyři zářivky jsou nejjasněji vyzařujícími částmi.

### Volba limitních hodnot expozice

Tento typ zářivky nevyzařuje podstatná množství infračerveného záření. Veškeré nebezpečí bude spojeno s expozicí viditelným nebo ultrafialovým vlnovým délkám. Použijí se limitní hodnoty expozice **a**, **b** a **d**.

### Geometrické koeficienty

Údaje o spektrálním ozáření se budou měřit ve vzdálenosti 100 cm od svítidla, při přímém pohledu do něj.

Každá zářivka má průměrný rozměr 29,5 cm.

Proto  $\alpha = 0,295$  rad.

Každá zářivka má velikost povrchové plochy 114 cm<sup>2</sup>.

Proto  $\omega = 0,011$  sr.

$\omega_b = 0,011$  sr a  $\omega_r = 0,011$  sr.

### Předběžné hodnocení

Měřením bylo zjištěno, že hodnota efektivního ozáření pro fotopické vidění činí 1 788 mW·m<sup>-2</sup>. Tato hodnota je výsledkem společného působení čtyř zářivek: protože je každá ze zářivek samostatným zdrojem světla, každá přispívá k celkové hodnotě poměrnou částí, tj. 447 mW·m<sup>-2</sup>. To představuje osvětlení 305 luxů na každou zářivku.

Svítivost každé zářivky proto činí  $305/0,011 = 28\,000$  cd·m<sup>-2</sup>.

Je třeba provést další hodnocení nebezpečí pro sítnici. Je také třeba zhodnotit nebezpečí UV záření.

### Radiometrické údaje

Naměřené hodnoty efektivního ozáření:

Efektivní ozáření  $E_{\text{eff}} = 1,04$  mW·m<sup>-2</sup>.

UVA ozáření,  $E_{\text{UVA}} = 115$  mW·m<sup>-2</sup>.

Efektivní ozáření (modré světlo),  
 $E_b = 555$  mW·m<sup>-2</sup> = 139 mW·m<sup>-2</sup> na jednu zářivku.

Efektivní ozáření (tepelné poškození),  
 $E_r = 8\,035$  mW·m<sup>-2</sup> = 2 009 mW·m<sup>-2</sup> na jednu zářivku.

### Zjednodušující předpoklady

Efektivní zář (modré světlo),  
 $L_b = 139$  mW·m<sup>-2</sup> / 0,011 sr = 13 W m<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup>.

Efektivní zář (tepelné poškození),  
 $L_r = 2\,009$  mW·m<sup>-2</sup> / 0,011 sr = 183 W m<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup>.

## Porovnání s limitními hodnotami expozice

#### Limitní hodnota a

Limitní hodnota expozice  $H_{\text{eff}} = 30$  J m<sup>-2</sup> →  $E_{\text{eff}} = 1,04$  mW·m<sup>-2</sup> → MPE je 8 hodin. To má blízko k překročení limitní hodnoty expozice.

I když je v praxi nepřetržitá expozice ve vzdálenosti 100 cm nepravděpodobná, je třeba mít tuto expozici na paměti, jsou-li na pracovišti přítomny další zdroje UV záření.

#### Limitní hodnota b

Limitní hodnota expozice  $H_{\text{UVA}} = 10^4$  J m<sup>-2</sup> →  $E_{\text{UVA}} = 115$  mW·m<sup>-2</sup> → MPE > 8 hodin

#### Limitní hodnota d

Limitní hodnota expozice činí 100 W m<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup>. →  $L_b = 13$  W m<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup> → Limitní hodnota expozice není překročena.

#### Limitní hodnota g

Limitní hodnota expozice činí 280 kW·m<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup>. →  $L_r = 183$  W m<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup> → Limitní hodnota expozice není překročena.

## D 1.6 Monitor na bázi katodové trubice



Stolní osobní počítač má monitor na bázi katodové trubice.

### Volba limitních hodnot expozice

Katodové trubice nevyzařují podstatná množství ultrafialového ani infračerveného záření. Veškeré nebezpečí bude spojeno s expozicí viditelným vlnovým délkám. Použije se limitní hodnota expozice **d**.

### Geometrické koeficienty

Katodový monitor vytváří barevné obrazy míšením tří primárních barev. Nejhorší případ nastává, když jsou přítomny všechny tři primární barvy – bílý obraz. Údaje o spektrálním ozáření se budou měřit ve vzdálenosti 10 cm od homogenního bílého obdélníku, při přímém pohledu na něj.

Zdroj má průměrný rozměr 17 cm.

Proto  $\alpha = 1,7$  rad

Zdroj má velikost povrchové plochy 250 cm<sup>2</sup>.

Proto  $\omega = 2,5$  sr.

Proto  $\omega_b = 2,5$  sr a  $\omega_r = 2,5$  sr.

### Předběžné hodnocení

Měřením bylo zjištěno, že hodnota efektivního ozáření pro fotopické vidění činí 64 mW·m<sup>-2</sup>. To představuje osvětlení 43 luxů.

Svítivost tohoto zdroje proto činí 43/2,5 = 17 cd·m<sup>-2</sup>.

Není třeba žádné další hodnocení.

### Radiometrické údaje

Naměřené hodnoty efektivního ozáření:

Efektivní ozáření  $E_{\text{eff}} = 130 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

UVA ozáření,  $E_{\text{UVA}} = 8 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (modré světlo),  $E_b = 61 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (tepelné poškození),  $E_r = 716 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

### Zjednodušující předpoklady

Efektivní zář (modré světlo),

$L_b = 61 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 2,5 \text{ sr} = 24 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

Efektivní zář (tepelné poškození),

$L_r = 716 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 2,5 \text{ sr} = 286 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

### Porovnání s limitními hodnotami expozice

Limitní hodnota a		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{eff}} = 130 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ MPE > 8 hodin
Limitní hodnota b		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{UVA}} = 8 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ MPE > 8 hodin
Limitní hodnota d		
Limitní hodnota expozice činí $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→ $L_b = 24 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Limitní hodnota expozice není překročena.
Limitní hodnota g		
Limitní hodnota expozice činí $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→ $L_r = 286 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Limitní hodnota expozice není překročena.

## D 1.7 Obrazovka notebooku



Přenosný osobní počítač má LCD obrazovku.

### Volba limitních hodnot expozice

LCD obrazovky nevyzařují podstatná množství ultrafialového ani infračerveného záření. Veškeré nebezpečí bude spojeno s expozicí viditelným vlnovým délkám. Použije se limitní hodnota expozice **d**.

### Geometrické koeficienty

LCD obrazovka vytváří barevné obrazy míšením tří primárních barev. Nejhorší případ nastává, když jsou přítomny všechny tři primární barvy – bílý obraz. Údaje o spektrálním ozáření se budou měřit ve vzdálenosti 10 cm od homogenního bílého obdélníku, při přímém pohledu na něj.

Zdroj má průměrný rozměr 13 cm.

Proto  $\alpha = 1,3$  rad

Zdroj má velikost povrchové plochy  $173 \text{ cm}^2$ .

Proto  $\omega = 1,7$  sr.

Proto  $\omega_b = 1,7$  sr a  $\omega_R = 1,7$  sr.

### Předběžné hodnocení

Měřením bylo zjištěno, že hodnota efektivního ozáření pro fotopické vidění činí  $134 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ . To představuje osvětlení 92 luxů.

Svítivost tohoto zdroje proto činí  $92/1,7 = 54 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ .

**Není třeba žádné další hodnocení.**

### Radiometrické údaje

Naměřené hodnoty efektivního ozáření:
Efektivní ozáření $E_{\text{eff}} = 70 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ .
UVA ozáření, $E_{\text{UVA}} = 4 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .
Efektivní ozáření (modré světlo), $E_B = 62 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .
Efektivní ozáření (tepelné poškození), $E_R = 794 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

### Zjednodušující předpoklady

Efektivní zář (modré světlo), $L_B = 62 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 1,7 \text{ sr} = 36 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .
Efektivní zář (tepelné poškození), $L_R = 794 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 1,7 \text{ sr} = 467 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

### Porovnání s limitními hodnotami expozice

Limitní hodnota a		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 70 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → MPE > 8 hodin
Limitní hodnota b		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 4 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ → MPE > 8 hodin
Limitní hodnota d		
Limitní hodnota expozice činí $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_B = 36 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Limitní hodnota expozice není překročena.
Limitní hodnota g		
Limitní hodnota expozice činí $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_R = 467 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Limitní hodnota expozice není překročena.

## D 1.8 Světlo met s metal-halidovou výbojkou určený pro venkovní plošné osvětlení



70W metal-halidová výbojka je osazena ve svítidle, které má rovněž zadní odrazové sklo o rozměrech 18 × 18 cm a průhledný kryt. Svítidlo je určeno k montáži na parapety budov a osvětlení prostoru pod sebou. Zdroj není homogenní – nejjasnější oblastí je samotný oblouk, který je odhadem kulový a má průměr cca 5 mm.

### Volba limitních hodnot expozice

Veškeré nebezpečí bude spojeno s expozicí viditelným nebo případně ultrafialovým vlnovým délkám. Metal-halidové výbojky produkují velké množství ultrafialového záření: tento příklad má vnější baňku, která může omezovat emise záření, a svítidlo je vybaveno krytem, který snižuje emise záření, ale přesto může být stále vyzařováno významné množství UVA záření. Použijí se limitní hodnoty expozice **b, d a g**.

### Geometrické koeficienty

Údaje o spektrálním ozáření se budou měřit ve vzdálenosti 100 cm od svítidla, při přímém pohledu do něj.

Oblouk má průměrný rozměr 0,5 cm.

Proto  $\alpha = 0,005$  rad. To je  $< 11$  mrad, a tak by bylo možné nahradit limitní hodnotu expozice **d** limitní hodnotou **f**, pokud by se počítalo s pevnou fixací zdroje. Zde tomu tak

není, a tak bude pro hodnocení použita limitní hodnota expozice **d**. Viz poznámka 2 k tabulce 1.1 ve směrnici.

Zdroj má velikost povrchové plochy 0,2 cm<sup>2</sup>.

Proto  $\omega = 0,00002$  sr.

Proto  $\omega_b = 0,01$  sr a  $\omega_r = 0,0001$  sr.

### Předběžné hodnocení

Měřením bylo zjištěno, že hodnota efektivního ozáření pro fotopické vidění činí 4 369 mW·m<sup>-2</sup>. To představuje osvětlení 2 984 luxů.

Svitivost tohoto zdroje proto činí  $2\ 984/0,00002 = 149\ 000\ 000$  cd·m<sup>-2</sup>.

Je třeba provést další hodnocení rizika pro sítnici a rovněž zhodnotit možné riziko UV záření.

### Radiometrické údaje

Naměřené hodnoty efektivního ozáření:

Efektivní ozáření  $E_{\text{eff}} = 110$  μW·m<sup>-2</sup>.

UVA ozáření,  $E_{\text{UVA}} = 915$  mW·m<sup>-2</sup>.

Efektivní ozáření (modré světlo),  $E_b = 2\ 329$  mW·m<sup>-2</sup>.

Efektivní ozáření (tepelné poškození),  
 $E_r = 30\ 172$  mW·m<sup>-2</sup>.

### Zjednodušující předpoklady

Efektivní zář (modré světlo),

$L_b = 2\ 329$  mW·m<sup>-2</sup> / 0,01 sr = 233 W m<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup>.

Efektivní zář (tepelné poškození),

$L_r = 30\ 172$  mW·m<sup>-2</sup> / 0,0001 sr = 302 kW·m<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup>.

## Porovnání s limitními hodnotami expozice

<b>Limitní hodnota a</b>		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{eff}} = 30$ J m <sup>-2</sup> →	$E_{\text{eff}} = 110$ μW·m <sup>-2</sup> →	MPE > 8 hodin
<b>Limitní hodnota b</b>		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{UVA}} = 10^4$ J m <sup>-2</sup> →	$E_{\text{UVA}} = 915$ mW·m <sup>-2</sup> →	MPE = 3 hodiny
Je však pravděpodobné, že vzhledem k intenzivnímu jasů svítidla bude každá expozice omezena na cca 0,25 s.		
<b>Limitní hodnota d</b>		
Limitní hodnota expozice činí 100 W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> . →	$L_b = 233$ W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> →	Limitní hodnota expozice je překročena.
Proto by se měla vypočíst s pomocí limitní hodnoty expozice <b>c</b> doba MPE.		
<b>Limitní hodnota c</b>		
Limitní hodnota expozice $L_b < 10^6/t$ W m <sup>-2</sup> →	$t_{\text{max}} = 10^6/L_b$ →	MPE pro tento zdroj je cca 70 minut.
Je však pravděpodobné, že vzhledem k intenzivnímu jasů svítidla bude každá expozice omezena na cca 0,25 s.		
Poznámka: Počítá-li se s pevnou fixací zdroje, hodnota $t_{\text{max}}$ vypočtená na základě limitní hodnoty expozice $e = 100/E_b$ nebo cca 40 s.		
<b>Limitní hodnota g</b>		
Limitní hodnota expozice činí 280 kW·m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> . →	$L_r = 302$ kW·m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> →	Na základě zjednodušujícího předpokladu, že $\alpha > 0,1$ rad, je limitní hodnota překročena.

Pokud bychom přepočítali limitní hodnotu expozice na základě skutečné hodnoty  $\alpha$  (= 5 mrad), vyšla by nám realističtější limitní hodnota expozice 5 600 kW·m<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup>. V tomto případě není limitní hodnota expozice překročena.

### D 1.9 Světlomet s kompaktní zářivkou určený pro venkovní plošné osvětlení



26W kompaktní zářivka o rozměrech 3 × 13 cm je osazena ve svítidle, které je vybaveno také zadním odrazovým sklem s drsným povrchem a průhledným krytem. Svítidlo je určeno k montáži na parapety budov a osvětlení prostoru pod sebou. Nejjasnějším zářičem v tomto nehomogenním zdroji je zářivka.

#### Volba limitních hodnot expozice

Tento typ zářivky nevyzařuje podstatná množství infračerveného záření. Veškeré nebezpečí bude spojeno s expozicí viditelným nebo ultrafialovým vlnovým délkám. Ultrafialové vlnové délky budou také tlumeny plastovým difuzorem. Použije se limitní hodnota **d**.

#### Geometrické koeficienty

Údaje o spektrálním ozáření se budou měřit ve vzdálenosti 100 cm od svítidla, při přímém pohledu do něj.

Zdroj má průměrný rozměr 8 cm.

Proto  $\alpha = 0,08$  rad.

Zdroj má velikost povrchové plochy 39 cm<sup>2</sup>.

Proto  $\omega = 0,0039$  sr.

Proto  $\omega_b = 0,01$  sr a  $\omega_r = 0,0039$  sr.

#### Předběžné hodnocení

Měřením bylo zjištěno, že hodnota efektivního ozáření pro fotopické vidění činí 366 mW·m<sup>-2</sup>. To představuje osvětlení 250 luxů.

Svítivost tohoto zdroje proto činí  $250/0,0039 = 64\,000$  cd·m<sup>-2</sup>.

Je třeba provést další hodnocení rizika pro sítnici.

#### Radiometrické údaje

Naměřené hodnoty efektivního ozáření:

Efektivní ozáření  $E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

UVA ozáření,  $E_{\text{UVA}} = 2 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (modré světlo),  $E_b = 149 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (tepelné poškození),

$E_r = 1\,962 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

#### Zjednodušující předpoklady

Efektivní zář (modré světlo),

$L_b = 149 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,01 \text{ sr} = 15 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

Efektivní zář (tepelné poškození),

$L_r = 1\,962 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,0039 \text{ sr} = 503 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

#### Porovnání s limitními hodnotami expozice

		Limitní hodnota a		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→	MPE > 8 hodin
		Limitní hodnota b		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 2 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→	MPE > 8 hodin
		Limitní hodnota d		
Limitní hodnota expozice činí $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_b = 15 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	Limitní hodnota expozice není překročena.
		Limitní hodnota g		
Limitní hodnota expozice činí $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_r = 503 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	Limitní hodnota expozice není překročena.

## D 1.10 Elektronický hubič hmyzu



Elektronické hubiče hmyzu často používají nízkotlaké rtuťové výbojky vyzařující v UVA a modré části spektra k tomu, aby přivábily hmyz na mřížku s vysokým napětím. Tento vzorek má příkon 25 W a obsahuje dvě výbojky o rozměrech 26 × 1 cm, osazené 10 cm od sebe v horizontální rovině.

### Volba limitních hodnot expozice

Elektronické hubiče hmyzu by měly vyhovovat normě EN 60335-2-59, která stanoví, že  $E_{\text{eff}}$  ozáření ve vzdálenosti 1 m by mělo být  $\leq 1 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ . Není tudíž potřeba zabývat se limitní hodnotou **a**. Limitní hodnota **b** se však použije. Jelikož nejde o zdroj bílého světla, není vhodné použít jako měřítko svítivost. Elektronické hubiče hmyzu však obvykle neprodukují příliš zřakových podnětů, takže by nemělo být nutné zabývat se riziky pro sítnici.

### Geometrické koeficienty

Údaje o spektrálním ozáření se budou měřit ve vzdálenosti 100 cm od elektronického hubiče hmyzu. Protože se hubiče montují na zeď, bude se měření provádět přibližně ve výšce hlavy. Detektor se tedy bude dívat na hubič směrem nahoru pod úhlem přibližně 30° od vodorovné roviny. Vzhledem k tomu, že výbojky v hubiči mají kruhový průřez, je možné předpokládat, že jsou pozorovány pod úhlem 90° vzhledem k jejich povrchu.

Každá výbojka má průměrný rozměr 13,5 cm.

Proto  $\alpha = 0,135 \text{ rad}$ .

Každá výbojka má velikost povrchové plochy 26 cm<sup>2</sup>.

Proto  $\omega = 0,0026 \text{ sr}$ .

Proto  $\omega_B = 0,01 \text{ sr}$  a  $\omega_R = 0,0026 \text{ sr}$ .

### Radiometrické údaje

Naměřené hodnoty efektivního ozáření:

Efektivní ozáření  $E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

UVA ozáření,  $E_{\text{UVA}} = 34 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (modré světlo),  
 $E_B = 17 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} = 8,5 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$  na každou výbojku.

Efektivní ozáření (tepelné poškození),  
 $E_R = 172 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} = 86 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$  na každou výbojku.

### Zjednodušující předpoklady

Efektivní zář (modré světlo),  
 $L_B = 8,5 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,01 \text{ sr} = 0,85 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

Efektivní zář (tepelné poškození),  
 $L_R = 86 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,0026 \text{ sr} = 33 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

### Porovnání s limitními hodnotami expozice

Limitní hodnota a		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ MPE > 8 hodin
Limitní hodnota b		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{UVA}} = 34 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ MPE > 8 hodin
Limitní hodnota d		
Limitní hodnota expozice činí $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→ $L_B = 0,85 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Limitní hodnota expozice není překročena.
Limitní hodnota g		
Limitní hodnota expozice činí $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→ $L_R = 33 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Limitní hodnota expozice není překročena.

## D 1.11 Stropní bodový reflektor



Stropní bodový reflektor je tvořen 50W wolframovou žárovkou v zapouzdřeném svítidle s dichroickým odrazovým sklem a skleněným předním krytem. Zapouzdřené svítidlo má průměr 4 cm. Když je tento zdroj rozsvícen, jeví se jako homogenní.

### Volba limitních hodnot expozice

Veškeré nebezpečí bude spojeno s expozicí viditelným vlnovým délkám (wolframové žárovky produkují určité množství ultrafialového záření, ale zkoumaný vzorek má přední kryt, který emise záření omezí). Použijí se limitní hodnoty expozice **d** a **g**.

### Geometrické koeficienty

Údaje o spektrálním ozáření se budou měřit ve vzdálenosti 100 cm od svítidla, při přímém pohledu do něj.

Zdroj má průměrný rozměr 4 cm.

Proto  $\alpha = 0,04$  rad.

Zdroj má velikost povrchové plochy  $13 \text{ cm}^2$ .

Proto  $\omega = 0,001$  sr.

Proto  $\omega_b = 0,01$  sr a  $\omega_r = 0,001$  sr.

### Předběžné hodnocení

Měřením bylo zjištěno, že hodnota efektivního ozáření pro fotopické vidění činí  $484 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ . To představuje osvětlení 331 luxů.

Svítivost tohoto zdroje proto činí  $331/0,001 = 331\,000 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Je třeba provést další hodnocení rizika pro sítnici.

### Radiometrické údaje

Naměřené hodnoty efektivního ozáření:

Efektivní ozáření  $E_{\text{eff}} = 30 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

UVA ozáření,  $E_{\text{UVA}} = 12 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (modré světlo),  $E_b = 129 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (tepelné poškození),  
 $E_R = 2\,998 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

### Zjednodušující předpoklady

Efektivní zář (modré světlo),  
 $L_b = 129 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,01 \text{ sr} = 12,9 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

Efektivní zář (tepelné poškození),  
 $L_R = 2\,998 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,001 \text{ sr} = 2\,998 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

### Porovnání s limitními hodnotami expozice

Limitní hodnota a			
Limitní hodnota expozice $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ MPE > 8 hodin
Limitní hodnota b			
Limitní hodnota expozice $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 12 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ MPE > 8 hodin
Limitní hodnota d			
Limitní hodnota expozice činí $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_b = 12,9 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Limitní hodnota expozice není překročena.
Limitní hodnota g			
Limitní hodnota expozice činí $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_R = 2\,998 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Limitní hodnota expozice není překročena.

## D 1.12 Stolní lampa k osvětlení pracovního místa



Stolní lampa k osvětlení pracovního místa obsahuje běžnou wolframovou žárovku ve svítidle s otevřenou přední stranou. Svítidlo má průměr 17 cm. 60W žárovka s difúzní povrchovou úpravou má průměr 5,5 cm. Zdroj není homogenní, žárovka je silnějším zářičem než odrazové sklo.

### Volba limitních hodnot expozice

Veškeré nebezpečí bude spojeno s expozicí viditelným vlnovým délkám (wolframové žárovky produkují určité množství ultrafialového záření, ale skleněná baňka jej odfiltruje). Použijí se limitní hodnoty expozice **d** a **g**.

### Geometrické koeficienty

Údaje o spektrálním ozáření se budou měřit ve vzdálenosti 50 cm od svítidla, při přímém pohledu do něj.

Zdroj má průměrný rozměr 5,5 cm.  
Proto  $\alpha = 0,11$  rad.

Zdroj má velikost povrchové plochy 24 cm<sup>2</sup>.  
Proto  $\omega = 0,0096$  sr.  
Proto  $\omega_b = 0,01$  sr a  $\omega_r = 0,0096$  sr.

### Předběžné hodnocení

Měřením bylo zjištěno, že hodnota efektivního ozáření pro fotopické vidění činí 522 mW·m<sup>-2</sup>. To představuje osvětlení 357 luxů.

Svitivost tohoto zdroje proto činí  $357/0,006 = 37\,188$  cd·m<sup>-2</sup>.

Je třeba provést další hodnocení rizika pro sítnici.

### Radiometrické údaje

Naměřené hodnoty efektivního ozáření:

Efektivní ozáření  $E_{\text{eff}} = 50 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

UVA ozáření,  $E_{\text{UVA}} = 18 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (modré světlo),  $E_b = 92 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (tepelné poškození),  
 $E_r = 4\,815 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

### Zjednodušující předpoklady

Efektivní zář (modré světlo),  
 $L_b = 92 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,1 \text{ sr} = 0,92 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

Efektivní zář (tepelné poškození),  
 $L_r = 4\,815 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,0096 \text{ sr} = 501 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

### Porovnání s limitními hodnotami expozice

Limitní hodnota a			
Limitní hodnota expozice $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 50 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ MPE > 8 hodin
Limitní hodnota b			
Limitní hodnota expozice $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 18 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ MPE > 8 hodin
Limitní hodnota d			
Limitní hodnota expozice činí $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_b = 0,92 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Limitní hodnota expozice není překročena.
Limitní hodnota g			
Limitní hodnota expozice činí $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_r = 501 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Limitní hodnota expozice není překročena.



### D 1.13 Stolní lampa „se spektrem denního světla“ určená k osvětlení pracovního místa



Stolní lampa „se spektrem denního světla“ určená k osvětlení pracovního místa obsahuje 60W wolframovou žárovku ve svítidle s otevřenou přední stranou. Žárovka je zabarvena tak, že imituje barevné vlastnosti přirozeného denního světla, ale nemá difúzní povrchovou úpravu. Svítidlo má průměr

14 cm. Zdroj není homogenní. Když lampa svítí, je jasně vidět žhavicí vlákno žárovky. Je obtížné popsat rozměry vlákn, ale je přibližně 3 cm dlouhé a má průměr 0,5 mm.

#### Volba limitních hodnot expozice

Veškeré nebezpečí bude spojeno s expozicí viditelným vlnovým délkám (wolframová žhavicí vlákna produkují určité množství ultrafialového záření, ale skleněná baňka jej odfiltruje). Použijí se limitní hodnoty expozice **d** a **g**.

#### Geometrické koeficienty

Údaje o spektrálním ozáření se budou měřit ve vzdálenosti 50 cm od svítidla, při přímém pohledu do něj.

Žhavicí vlákno má průměrný rozměr 1,5 cm.

Proto  $\alpha = 0,03$  rad.

Žhavicí vlákno má velikost povrchové plochy 0,15 cm<sup>2</sup>.

Proto  $\omega = 0,00006$  sr.

Proto  $\omega_b = 0,01$  sr a  $\omega_r = 0,0001$  sr.

#### Předběžné hodnocení

Měřením bylo zjištěno, že hodnota efektivního ozáření pro fotopické vidění činí 559 mW·m<sup>-2</sup>. To představuje osvětlení 383 luxů.

Svítilivost tohoto zdroje proto činí  $382/0,00006 = 6\,000\,000$  cd·m<sup>-2</sup>.

Je třeba provést další hodnocení rizika pro sítnici.

#### Radiometrické údaje

Naměřené hodnoty efektivního ozáření:

Efektivní ozáření  $E_{\text{eff}} = 110 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

UVA ozáření,  $E_{\text{UVA}} = 26 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (modré světlo),  $E_b = 138 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (tepelné poškození),  $E_R = 5\,172 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

#### Zjednodušující předpoklady

Efektivní zář (modré světlo),  
 $L_b = 138 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,01 \text{ sr} = 14 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

Efektivní zář (tepelné poškození),  
 $L_R = 5\,172 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,0001 \text{ sr} = 52 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

#### Porovnání s limitními hodnotami expozice

Limitní hodnota a			
Limitní hodnota expozice $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 110 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ MPE > 8 hodin
Limitní hodnota b			
Limitní hodnota expozice $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 26 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ MPE > 8 hodin
Limitní hodnota d			
Limitní hodnota expozice činí $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_b = 14 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Limitní hodnota expozice není překročena.
Limitní hodnota g			
Limitní hodnota expozice činí $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_R = 52 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Limitní hodnota expozice není překročena.

## D 1.14 Kopírka



Kopírka obsahuje zdroj světla pro čtení, který má podobu dvou světelných lišt. Tyto lišty jsou 21 cm dlouhé a jsou umístěny 1,5 cm od sebe. Na obrázku jsou vyobrazeny na levé straně skleněného krytu kopírky. Každá světelná lišta je přibližně 3 mm široká.

### Volba limitních hodnot expozice

Veškeré nebezpečí bude spojeno s expozicí viditelným vlnovým délkám (skleněný kryt by měl omezit případné emise ultrafialového záření). Použijí se limitní hodnoty expozice **d** a **g**.

### Geometrické koeficienty

Údaje o spektrálním ozáření se budou měřit ve vzdálenosti 30 cm od skleněného krytu. Vzdálenost mezi skleněným krytem a zdrojem optického záření je zanedbatelná. Měření se budou provádět při přímém pohledu do zdroje: to je pesimistický případ, protože k expozici osob bude pravděpodobně docházet pod nějakým úhlem.

Každý zdroj má průměrný rozměr 10,7 cm.

Proto  $\alpha = 0,36$  rad.

Každý zdroj má velikost povrchové plochy 6,3 cm<sup>2</sup>.

Proto  $\omega = 0,007$  sr.

Proto  $\omega_b = 0,01$  sr a  $\omega_r = 0,007$  sr.

### Předběžné hodnocení

Měřením bylo zjištěno, že hodnota efektivního ozáření pro fotopické vidění činí 197 mW·m<sup>-2</sup>. Tato hodnota je výsledkem záření dvou lišt: protože je každá z lišt samostatným zdrojem světla, každá přispívá k celkové hodnotě poměrnou částí, tj. 98,5 mW·m<sup>-2</sup>. To představuje osvětlení 67 luxů na každý zdroj.

Svítivost tohoto zdroje proto činí 67/0,007 = 9 643 cd·m<sup>-2</sup>.

**Není třeba žádné další hodnocení.**

### Radiometrické údaje

Naměřené hodnoty efektivního ozáření:

Efektivní ozáření  $E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

UVA ozáření,  $E_{\text{UVA}} = 22 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (modré světlo),  
 $E_b = 124 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} = 62 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$  na každou lištu.

Efektivní ozáření (tepelné poškození),  
 $E_r = 1 606 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} = 803 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$  na každou lištu.

### Zjednodušující předpoklady

Efektivní zář (modré světlo),  
 $L_b = 62 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,01 \text{ sr} = 6,2 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

Efektivní zář (tepelné poškození),  
 $L_r = 803 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,007 \text{ sr} = 115 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

### Porovnání s limitními hodnotami expozice

Limitní hodnota a			
Limitní hodnota expozice $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ MPE > 8 hodin
Limitní hodnota b			
Limitní hodnota expozice $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 22 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ MPE > 8 hodin
Limitní hodnota d			
Limitní hodnota expozice činí $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_b = 6,2 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Limitní hodnota expozice není překročena.
Limitní hodnota g			
Limitní hodnota expozice činí $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_r = 115 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Limitní hodnota expozice není překročena.

## D 1.15 Stolní digitální dataprojektor



150W dataprojektor má přední promítací čočku o průměru 4,7 cm.

Viz též příklad D.1.16.

Projektor vytváří obrazy míšením tří barev. Nejhorší případ by měl být ten, když jsou přítomny všechny tři barvy – tj. když se promítá bílý obraz. Čistý bílý obraz lze vytvořit pomocí grafického softwaru. Údaje o spektrálním ozáření se budou měřit ve vzdálenosti 200 cm od projektoru a projektor bude zaostřen tak, aby v této vzdálenosti vytvářel co možná nejmenší ostrý obraz. Čočka projektoru má zdánlivý průměr 4,7 cm. Při použití se však čočka pohledu nejeví jako homogenně osvětlená. Hlavní osvětlená oblast má průměr cca 3 cm.

### Volba limitních hodnot expozice

Tento typ zdroje nevyzařuje měřitelná množství ultrafialového nebo infračerveného záření, a tak bude veškeré nebezpečí spojeno s expozicí viditelným vlnovým délkám. Použijí se limitní hodnoty expozice **d** a **g**.

### Geometrické koeficienty

Projektor vytváří barevné obrazy míšením tří primárních barev. Nejhorší případ nastává, když jsou přítomny

všechny tři barvy – bílý obraz. Údaje o spektrálním ozáření se budou měřit ve vzdálenosti 200 cm od zdroje, při přímém pohledu do něj.

Zdroj má průměrný rozměr 3 cm.

Proto  $\alpha = 0,02$  rad.

Zdroj má velikost povrchové plochy 7 cm<sup>2</sup>.

Proto  $\omega = 0,0001$  sr.

Proto  $\omega_B = 0,01$  sr a  $\omega_R = 0,0001$  sr.

### Předběžné hodnocení

Měřením bylo zjištěno, že hodnota efektivního ozáření pro fotopické vidění činí 2 984 mW·m<sup>-2</sup>. To představuje osvětlení 2 038 luxů.

Svítivost tohoto zdroje proto činí 2 038/0,0001 = 20 000 000 cd·m<sup>-2</sup>.

Je třeba provést další hodnocení rizika pro sítnici.

### Radiometrické údaje

Naměřené hodnoty efektivního ozáření:

Efektivní ozáření  $E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

UVA ozáření,  $E_{\text{UVA}} = 1,0 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (modré světlo),  $E_B = 2 237 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (tepelné poškození),  
 $E_R = 24 988 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

### Zjednodušující předpoklady

Efektivní zář (modré světlo),

$L_B = 2 237 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,01 \text{ msr} = 224 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

Efektivní zář (tepelné poškození),

$L_R = 24 988 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,0001 \text{ msr} = 250 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

### Porovnání s limitními hodnotami expozice

Limitní hodnota a		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → MPE > 8 hodin
Limitní hodnota b		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 1 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ → MPE > 8 hodin
Limitní hodnota d		
Limitní hodnota expozice činí $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_B = 224 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Limitní hodnota expozice je překročena.
Proto by se měla vypočíst s pomocí limitní hodnoty expozice <b>c</b> doba MPE.		
Limitní hodnota c		
Limitní hodnota expozice $L_B < 10^6/t \text{ W m}^{-2}$	→	$t_{\text{max}} = 10^6/L_B$ → MPE pro tento zdroj je cca 70 minut.
Je však pravděpodobné, že vzhledem k intenzivnímu jasů svítidla bude každá expozice omezena na cca 0,25 s.		
Limitní hodnota g		
Limitní hodnota expozice činí $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_R = 250 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Limitní hodnota expozice není překročena.

## D 1.16 Přenosný digitální dataprojektor



180W dataprojektor má přední promítací čočku o průměru 3,5 cm. Viz též příklad D.1.15.

Projektor vytváří obrazy míšením tří barev. Nejhorší případ by měl být ten, když jsou přítomny všechny tři barvy – tj. když se promítá bílý obraz. Čistý bílý obraz lze vytvořit s pomocí grafického softwaru. Údaje o spektrálním ozáření se budou měřit ve vzdálenosti 200 cm od projektoru a projektor bude zaostřen tak, aby v této vzdálenosti vytvářel co možná nejmenší ostrý obraz. Čočka projektoru má zdánlivý průměr 3,5 cm a při použití se jí jako homogenní.

### Volba limitních hodnot expozice

Tento typ zdroje nevyzařuje měřitelná množství ultrafialového nebo infračerveného záření, a tak bude veškeré nebezpečí spojeno s expozicí viditelným vlnovým délkám. Použijí se limitní hodnoty expozice **d** a **g**.

### Geometrické koeficienty

Projektor vytváří barevné obrazy míšením tří primárních barev. Nejhorší případ nastává, když jsou přítomny všechny tři barvy – bílý obraz. Údaje o spektrálním

ozáření se budou měřit ve vzdálenosti 200 cm od zdroje, při přímém pohledu do něj.

Zdroj má průměrný rozměr 3,5 cm.

Proto  $\alpha = 0,02$  rad.

Zdroj má velikost povrchové plochy  $9,6 \text{ cm}^2$ .

Proto  $\omega = 0,0002$  sr.

Proto  $\omega_b = 0,01$  sr a  $\omega_r = 0,0002$  sr.

### Předběžné hodnocení

Měřením bylo zjištěno, že hodnota efektivního ozáření pro fotopické vidění činí  $681 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ . To představuje osvětlení 465 luxů.

Svitivost tohoto zdroje proto činí  $465/0,0002 = 2\,325\,000 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Je třeba provést další hodnocení rizika pro sítnici.

### Radiometrické údaje

Naměřené hodnoty efektivního ozáření:

Efektivní ozáření  $E_{\text{eff}} = >10 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

UVA ozáření,  $E_{\text{UVA}} = 0,5 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (modré světlo),  $E_B = 440 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (tepelné poškození),  
 $E_R = 5\,333 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

### Zjednodušující předpoklady

Efektivní zář (modré světlo),

$L_B = 440 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,01 \text{ msr} = 44 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

Efektivní zář (tepelné poškození),

$L_R = 5\,333 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,0002 \text{ msr} = 27 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

### Porovnání s limitními hodnotami expozice

Limitní hodnota a		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → MPE > 8 hodin
Limitní hodnota b		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 1 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ → MPE > 8 hodin
Limitní hodnota d		
Limitní hodnota expozice činí $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_B = 44 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Limitní hodnota expozice není překročena.
Limitní hodnota g		
Limitní hodnota expozice činí $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_R = 27 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Limitní hodnota expozice není překročena.

## D 1.17 Digitální interaktivní tabule



Nástěnná digitální interaktivní tabule má rozměry  $113 \times 65$  cm.

### Volba limitních hodnot expozice

Tento typ zdroje nevyzařuje měřitelná množství ultrafialového nebo infračerveného záření, a tak bude veškeré nebezpečí spojeno s expozicí viditelným vlnovým délkám. Použije se limitní hodnota expozice **d**.

### Geometrické koeficienty

Interaktivní tabule vytváří barevné obrazy míšením tří primárních barev. Nejhorší případ nastává, když jsou přítomny všechny tři barvy – bílý obraz. Údaje o spektrálním ozáření se budou měřit ve vzdálenosti 200 cm od zdroje, při přímém pohledu na něj.

Zdroj má průměrný rozměr 89 cm.

Proto  $\alpha = 0,45$  rad.

Zdroj má velikost povrchové plochy  $7\,345$  cm<sup>2</sup>.

Proto  $\omega = 0,18$  sr.

Proto  $\omega_b = 0,18$  sr a  $\omega_r = 0,18$  sr.

### Předběžné hodnocení

Měřením bylo zjištěno, že hodnota efektivního ozáření pro fotopické vidění činí  $11$  mW·m<sup>-2</sup>. To představuje osvětlení 8 luxů.

Svítivost tohoto zdroje proto činí  $8/0,18 = 44$  cd·m<sup>-2</sup>.

**Není třeba žádné další hodnocení.**

### Radiometrické údaje

Naměřené hodnoty efektivního ozáření:

Efektivní ozáření  $E_{\text{eff}} < 10$  μW·m<sup>-2</sup>.

UVA ozáření,  $E_{\text{UVA}} = 250$  μW·m<sup>-2</sup>.

Efektivní ozáření (modré světlo),  $E_b = 10$  mW·m<sup>-2</sup>.

Efektivní ozáření (tepelné poškození),  $E_r = 112$  mW·m<sup>-2</sup>.

### Zjednodušující předpoklady

Efektivní zář (modré světlo),

$L_b = 10$  mW·m<sup>-2</sup> /  $0,18$  sr =  $56$  mW·m<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup>.

Efektivní zář (tepelné poškození),

$L_r = 112$  mW·m<sup>-2</sup> /  $0,18$  sr =  $0,6$  W m<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup>.

### Porovnání s limitními hodnotami expozice

		Limitní hodnota a		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{eff}} = 30$ J m <sup>-2</sup>	→	$E_{\text{eff}} < 10$ μW·m <sup>-2</sup>	→	MPE > 8 hodin
		Limitní hodnota b		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{UVA}} = 10^4$ J m <sup>-2</sup>	→	$E_{\text{UVA}} = 250$ μW·m <sup>-2</sup>	→	MPE > 8 hodin
		Limitní hodnota d		
Limitní hodnota expozice činí $100$ W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> .	→	$L_b = 56$ mW·m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup>	→	Limitní hodnota expozice není překročena.
		Limitní hodnota g		
Limitní hodnota expozice činí $280$ kW·m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> .	→	$L_r = 0,6$ W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup>	→	Limitní hodnota expozice není překročena.

## D 1.18 Zapuštěná stropní kompaktní zářivka



Dvojice 26W kompaktních zářivek o rozměrech  $2 \times 13$  cm je osazena ve svítidle s otevřenou přední stranou, které je zapuštěno ve stropě. Svítidlo je vybaveno zadním reflektorem a má

průměr 17 cm. Reflektor je velmi kvalitní a zdroj působí téměř homogenně. Při hodnocení bude z důvodu opatrnosti považován za nehomogenní.

### Volba limitních hodnot expozice

Tento typ zářivek nevyzařuje podstatná množství infračerveného záření. Veškeré nebezpečí bude spojeno s expozicí viditelným nebo ultrafialovým vlnovým délkám. Použijí se limitní hodnoty expozice **a, b a d**.

### Geometrické koeficienty

Údaje o spektrálním ozáření se budou měřit ve vzdálenosti 100 cm od svítidla, při přímém pohledu do něj.

Každá zářivka má průměrný rozměr 7,5 cm.

Proto  $\alpha = 0,075$  rad.

Každá zářivka má velikost povrchové plochy 26 cm<sup>2</sup>.

Proto  $\omega = 0,0026$  sr.

Proto  $\omega_b = 0,01$  sr a  $\omega_r = 0,0026$  sr.

### Předběžné hodnocení

Měřením bylo zjištěno, že hodnota efektivního ozáření pro fotopické vidění činí  $1\,558\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ . Tato hodnota je výsledkem působení dvou zářivek: protože je každá ze zářivek samostatným zdrojem světla, každá přispívá k celkové hodnotě poměrnou částí, tj.  $779\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ . To představuje osvětlení 532 luxů na každou zářivku.

Svitivost každé zářivky je proto  $532/0,0026 = 204\,615$  -<sup>2</sup>.

Je třeba provést další hodnocení rizika pro sítnici. Je také nutné zhodnotit riziko UV záření.

### Radiometrické údaje

Naměřené hodnoty efektivního ozáření:

Efektivní ozáření  $E_{\text{eff}} = 40\text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

UVA ozáření,  $E_{\text{UVA}} = 55\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (modré světlo),  
 $E_b = 321\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} = 161\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$  na každou zářivku.

Efektivní ozáření (tepelné poškození),  
 $E_R = 5\,580\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} = 2\,790\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$  na každou zářivku.

### Zjednodušující předpoklady

Efektivní zář (modré světlo),  
 $L_b = 161\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,01\text{ sr} = 16\text{ W m}^{-2}\text{ sr}^{-1}$ .

Efektivní zář (tepelné poškození),  
 $L_R = 2\,790\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,0026\text{ sr} = 1\,073\text{ W m}^{-2}\text{ sr}^{-1}$ .

### Porovnání s limitními hodnotami expozice

Limitní hodnota a		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{eff}} = 30\text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 40\text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → MPE > 8 hodin
Limitní hodnota b		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{UVA}} = 10^4\text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 55\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ → MPE > 8 hodin
Limitní hodnota d		
Limitní hodnota expozice činí $100\text{ W m}^{-2}\text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_b = 16\text{ W m}^{-2}\text{ sr}^{-1}$ → Limitní hodnota expozice není překročena.
Limitní hodnota g		
Limitní hodnota expozice činí $280\text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_R = 1073\text{ W m}^{-2}\text{ sr}^{-1}$ → Limitní hodnota expozice není překročena.

## D 1.19 LED kontrolka

Na počítačové klávesnici jsou jako kontrolky použity zelené LED diody. Každá LED dioda je samostatným zdrojem, který měří  $1 \times 4$  mm.



### Volba limitních hodnot expozice

LED diody vyzařují pouze v úzkém pásmu vlnových délek: protože tyto jsou zelené, nebudou vyzařovat v ultrafialové ani infračervené oblasti spektra. Použije se pouze limitní hodnota expozice **d**.

### Geometrické koeficienty

Údaje o spektrálním ozáření se budou měřit ve vzdálenosti 5 mm od LED diody, při přímém pohledu na ni.

Zdroj má průměrný rozměr 2,5 mm.

Proto  $\alpha = 0,5$  rad.

Zdroj má velikost povrchové plochy  $4 \text{ mm}^2$ .

Proto  $\omega = 0,16$  sr.

Proto  $\omega_b = 0,16$  sr a  $\omega_r = 0,16$  sr.

### Předběžné hodnocení

Měřením bylo zjištěno, že hodnota efektivního ozáření pro fotopické vidění činí  $30 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ . To představuje osvětlení 20 luxů.

Svítivost tohoto zdroje proto činí  $20/0,16 = 125 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ .

**Není třeba žádné další hodnocení.**

### Potřebné údaje

Naměřené hodnoty efektivního ozáření:

Efektivní ozáření  $E_{\text{eff}} < 10 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

UVA ozáření,  $E_{\text{UVA}} = 40 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (modré světlo),  $E_b = 190 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (tepelné poškození),  $E_r = 35 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

### Zjednodušující předpoklady

Efektivní zář (modré světlo),  
 $L_b = 190 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2} / 0,16 \text{ sr} = 1,2 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

Efektivní zář (tepelné poškození),  
 $L_r = 35 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,16 \text{ sr} = 0,22 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

### Porovnání s limitními hodnotami expozice

Limitní hodnota a			
Limitní hodnota expozice $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} < 10 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ MPE > 8 hodin
Limitní hodnota b			
Limitní hodnota expozice $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 40 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ MPE > 8 hodin
Limitní hodnota d			
Limitní hodnota expozice činí $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_b = 1,2 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Limitní hodnota expozice není překročena.
Limitní hodnota g			
Limitní hodnota expozice činí $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_r = 0,22 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Limitní hodnota expozice není překročena.

## D 1.20 Digitální osobní asistent (PDA)

Digitální osobní asistent (PDA) má obrazovku o rozměrech  $5 \times 3,5$  cm.



### Volba limitních hodnot expozice

Obrazovky PDA nevyzařují podstatná množství ultrafialového nebo infračerveného záření. Veškeré nebezpečí bude spojeno s expozicí viditelným vlnovým délkám. Použije se limitní hodnota expozice **d**.

### Geometrické koeficienty

Obrazovka vytváří barevné obrazy míšením tří primárních barev. Nejhorší případ nastává, když jsou přítomny všechny tři barvy – bílý obraz. Údaje o spektrálním ozáření se budou měřit ve vzdálenosti 2 cm od obrazovky, která bude co nejvíce bílá, při přímém pohledu na ni.

Zdroj má průměrný rozměr 4,25 cm.

Proto  $\alpha = 2,1$  rad.

Zdroj má velikost povrchové plochy  $17,5$  cm<sup>2</sup>.

Proto  $\omega = 4,4$  sr.

Proto  $\omega_b = 4,4$  sr a  $\omega_r = 4,4$  sr.

### Předběžné hodnocení

Měřením bylo zjištěno, že hodnota efektivního ozáření pro fotonické vidění činí  $47$  mW·m<sup>-2</sup>. To představuje osvětlení  $32$  luxů.

Svitivost tohoto zdroje proto činí  $32/4,4 = 7,3$  cd·m<sup>-2</sup>.

Není třeba žádné další hodnocení.

### Potřebné údaje

Naměřené hodnoty efektivního ozáření:

Efektivní ozáření  $E_{\text{eff}} < 10$   $\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

UVA ozáření,  $E_{\text{UVA}} = 30$   $\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (modré světlo),  $E_b = 27$  mW·m<sup>-2</sup>.

Efektivní ozáření (tepelné poškození),  $E_r = 330$  mW·m<sup>-2</sup>.

### Zjednodušující předpoklady

Efektivní zář (modré světlo),  
 $L_b = 27$  mW·m<sup>-2</sup> /  $4,4$  sr =  $6$  mW·m<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup>.

Efektivní zář (tepelné poškození),  
 $L_r = 330$  mW·m<sup>-2</sup> /  $4,4$  sr =  $75$  mW·m<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup>.

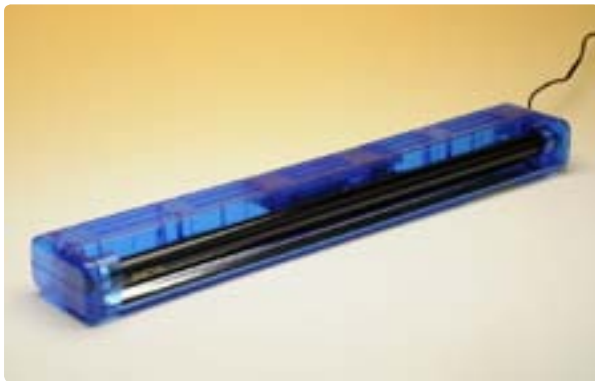
### Porovnání s limitními hodnotami expozice

Limitní hodnota a		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{eff}} = 30$ J m <sup>-2</sup>	→	$E_{\text{eff}} < 10$ $\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → MPE > 8 hodin
Limitní hodnota b		
Limitní hodnota expozice $H_{\text{UVA}} = 10^4$ J m <sup>-2</sup>	→	$E_{\text{UVA}} = 30$ $\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → MPE > 8 hodin
Limitní hodnota d		
Limitní hodnota expozice činí $100$ W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> .	→	$L_b = 6$ mW·m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> → Limitní hodnota expozice není překročena.
Limitní hodnota g		
Limitní hodnota expozice činí $280$ kW·m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> .	→	$L_r = 75$ mW·m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> → Limitní hodnota expozice není překročena.



## D 1.21 Černé UVA světlo

Černá UVA světla jsou často nízkotlaké rtuťové výbojky, které vyzařují v UVA oblasti a jen málo v oblasti viditelné. Používají se k vyvolání fluorescence pro celou řadu účelů (nedestrukční testování, odhalování padělků, označování vlastnictví, zábavné efekty). Tento vzorek obsahuje jednu 20W výbojku o rozměrech  $55 \times 2,5$  cm. Výbojka je namontována na otevřené liště (tj. bez zakrytí skleněným nebo plastovým krytem).



### Volba limitních hodnot expozice

Tento zdroj se podobá zářivce, ale viditelný výstup je potlačen ve prospěch UVA. Není tudíž potřeba zabývat se riziky pro sítnici a použijí se limitní hodnoty expozice **a** a **b**. Není vhodné provádět hodnocení svítivosti, protože nejde o zdroj bílého světla.

### Geometrické koeficienty

Údaje o spektrálním ozáření se budou měřit ve vzdálenosti 50 cm od výbojky.

Výbojka má průměrný rozměr 29 cm.

Proto  $\alpha = 0,575$  rad.

Každá výbojka má velikost zdánlivé povrchové plochy  $138 \text{ cm}^2$ .

Proto  $\omega = 0,055$  sr.

Proto  $\omega_B = 0,055$  sr a  $\omega_R = 0,055$  sr.

### Radiometrické údaje

Naměřené hodnoty efektivního ozáření:

Efektivní ozáření  $E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

UVA ozáření,  $E_{\text{UVA}} = 176 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (modré světlo),  $E_B = 3 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (tepelné poškození),  $E_R = 14 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

### Zjednodušující předpoklady

Efektivní zář (modré světlo),

$L_B = 3 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,055 \text{ sr} = 55 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

Efektivní zář (tepelné poškození),

$L_R = 14 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,055 \text{ sr} = 255 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

### Porovnání s limitními hodnotami expozice

Limitní hodnota a			
Limitní hodnota expozice $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ MPE > 8 hodin
Limitní hodnota b			
Limitní hodnota expozice $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 176 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ MPE > 8 hodin
Limitní hodnota d			
Limitní hodnota expozice činí $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_B = 55 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Limitní hodnota expozice není překročena.
Limitní hodnota g			
Limitní hodnota expozice činí $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_R = 255 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Limitní hodnota expozice není překročena.

## D 1.22 Uliční lampa s metal-halidovou výbojkou



Uliční lampa obsahuje 150W metal-halidovou výbojku osazenou v krytu obklopeném postříbřenými kovovými žaluziemi. Žaluzie směřují dolů a jsou osazeny v roze-  
stupech po 2,5 cm. Výbojka samotná má rozměr přibližně 1 ×

2 cm a je umístěna v sekundární baňce měřící 8 × 5 cm. Celé svítidlo je dále zapouzdřeno ve vodotěsném válcovitém plastovém plášti. Zdroj není homogenní – nejjasnější oblastí je vnitřní baňka výbojky. Při pohledu vzhůru pod vhodným úhlem je výbojka mezi žaluziemi přímo viditelná.

### Volba limitních hodnot expozice

Veškeré nebezpečí bude spojeno s expozicí viditelným nebo případně ultrafialovým vlnovým délkám. Metal-halidové výbojky produkují velké množství ultrafialového záření: tento příklad má vnější baňku, která může omezovat emise záření, a svítidlo je vybaveno krytem, který snižuje emise záření, ale přesto může být stále vyzařováno významné množství UVA záření. Použijí se limitní hodnoty expozice **b**, **d** a **g**.

### Geometrické koeficienty

Vzhledem k tomu, že toto svítidlo je určeno k použití na sloupu pouličního osvětlení, nejhorší možný případ (tj. pohled přímo skrz žaluzie) je možný pouze ze vzdálenosti řádově 7 m. Údaje o spektrálním ozáření se však budou

měřit ve vzdálenosti 100 cm od svítidla, při pohledu vzhůru mezi žaluzie.

Oblouk má průměrný rozměr 1,5 cm.

Proto  $\alpha = 0,015$  rad.

Zdroj má velikost povrchové plochy 2 cm<sup>2</sup>.

Proto  $\omega = 0,0002$  sr.

Proto  $\omega_b = 0,01$  sr a  $\omega_r = 0,0002$  sr.

### Předběžné hodnocení

Měřením bylo zjištěno, že hodnota efektivního ozáření pro fotopické vidění činí 327 mW·m<sup>-2</sup>. To představuje osvětlení 223 luxů.

Svitivost tohoto zdroje proto činí  $223/0,0002 = 1\,115\,000$  cd·m<sup>-2</sup>.

Je třeba provést další hodnocení rizika pro sítnici a rovněž zhodnotit možné riziko UV záření.

### Radiometrické údaje

Naměřené hodnoty efektivního ozáření:

Efektivní ozáření  $E_{\text{eff}} = 7 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

UVA ozáření,  $E_{\text{UVA}} = 29 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (modré světlo),  $E_B = 86 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Efektivní ozáření (tepelné poškození),  
 $E_R = 1\,323 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ .

### Zjednodušující předpoklady

Efektivní zář (modré světlo),  
 $L_B = 86 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,01 \text{ sr} = 8,6 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

Efektivní zář (tepelné poškození),  
 $L_R = 1\,323 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} / 0,0002 \text{ sr} = 6,7 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .

### Porovnání s limitními hodnotami expozice

Limitní hodnota a			
Limitní hodnota expozice $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 7 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ MPE > 8 hodin
Limitní hodnota b			
Limitní hodnota expozice $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 29 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ MPE > 8 hodin
Limitní hodnota d			
Limitní hodnota expozice činí $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_B = 8,6 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Limitní hodnota expozice není překročena.
Limitní hodnota g			
Limitní hodnota expozice činí $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ .	→	$L_R = 6,7 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Limitní hodnota expozice není překročena.

### D 1.23 Shrnutí údajů z příkladů

Údaje uvedené v 18 příkladech výše je možné porovnat s limitními hodnotami expozice vydělením efektivní

záře nebo expozice záření za 8 hodin příslušnou limitní hodnotou expozice. Tyto hodnoty jsou prezentovány níže: hodnoty, které byly < 1 % limitních hodnot expozice, nejsou dále rozebírány. Hodnoty > 1 jsou vyznačeny červeně.

Zdroj	Vzdálenost	Míra nebezpečnosti (poměr emisí záření k limitní hodnotě expozice)				
		Svítivost	Efektivní UVR (limitní hodnota a)	UVA (limitní hodnota b)	Riziko modrého světla (limitní hodnota d)	Riziko tepelného poškození sítnice (limitní hodnota g)
Zářivky pro plošné osvětlení (za difuzorem)	100 cm	0,15	< 0,01	0,05	0,01	< 0,01
Zářivka pro plošné osvětlení (bez difuzoru)	100 cm	3,7	0,58	0,35	0,19	< 0,01
Čtyři zářivky pro plošné osvětlení (bez difuzoru)	100 cm	2,8	1,0	0,33	0,13	< 0,01
Monitor na bázi katodové trubice	10 cm	< 0,01	0,12	0,02	< 0,01	< 0,1
Obrazovka notebooku	10 cm	< 0,01	0,07	0,01	< 0,01	< 0,01
Světlomet s metal-halidovou výbojkou	100 cm	15 000	0,1	2,6	2,3	1,08
Světlomet s kompaktní zářivkou	100 cm	6,4	0,01	< 0,01	0,15	< 0,01
Hubič hmyzu	100 cm	—	0,01	0,10	< 0,01	< 0,1
Bodový reflektor s wolframovou žárovkou	100 cm	33,1	0,03	0,04	0,13	0,01
Pracovní osvětlení	50 cm	3,7	0,05	0,05	< 0,01	< 0,01
Pracovní osvětlení (se spektrem denního světla)	50 cm	600	0,11	0,08	0,14	0,19
Kopírka	30 cm	0,96	0,01	0,06	0,06	< 0,01
Stolní projektor	200 cm	2 000	0,03	< 0,01	2,2	0,89
Přenosný projektor	200 cm	233	< 0,01	< 0,01	0,44	0,10
Interaktivní tabule	200 cm	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Kompaktní zářivky pro plošné osvětlení	100 cm	20	0,04	0,16	0,16	< 0,01
LED kontrolka	0,5 cm	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PDA	2 cm	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Černé UVA světlo	50 cm	—	0,03	0,51	< 0,01	< 0,01
Pouliční osvětlení	100 cm	112	< 0,01	0,08	0,09	0,02

Tabulka ukazuje, že ve všech případech, kde byla svítivost zdroje <  $10^4$  cd·m<sup>-2</sup>, nedojde k překročení žádné z limitních hodnot expozice (**d** a **g**). I tam, kde byla svítivost zdroje vyšší než  $10^4$  cd·m<sup>-2</sup>, bylo u většiny zdrojů následně prokázáno, že nepředstavují riziko pro sítnici.

Ze zde zkoumaných zdrojů bylo pouze u světlometu s metal-halidovou výbojkou a u stolního projektoru pravděpodobné, že by mohlo dojít k překročení limitních hodnot expozice. Ve většině případů šlo o limitní hodnoty expozice sloužící k ochraně sítnice: následné výpočty (viz konkrétní příklady) naznačují, že překročení limitních hodnot expozice je ve skutečnosti nepravděpodobné díky fyziologickým obranným reakcím a tomu, že podmínky původního hodnocení byly stanoveny příliš konzervativně. To neznamená, že by se s těmito zdroji nemělo zacházet opatrně, protože je možné, že fyziologická

obránná reakce nenastane. Je-li zdroj v periferním zorném poli, nemusí k vyvolání obranné reakce dojít. To by mohlo vést k překročení limitních hodnot expozice.

Byla zde zkoumána dvě velmi podobná otevřená stropní svítidla se zářivkami. Stojí za povšimnutí, že při úrovni osvětlení kolem 1 100–1 200 luxů se jedno svítidlo přiblížilo k efektivní limitní hodnotě pro UV záření a druhé ne. Tento rozdíl pramení z toho, že zářivky pocházely od jiných výrobců, a ukazuje, že zdánlivě podobné zářivky mohou mít velmi odlišné úrovně nezáměrných emisí záření.

Rozdílné úrovně emisí záření z podobných zdrojů ukazuje také porovnání dvou zkoumaných dataprojektorů. Zdá se (za předpokladů přijatých ohledně plochy zdroje), že stolní projektor je nebezpečnější než projektor přenosný, i když je slabší.

## D 2 Laserová show



Lasery se používají v zábavním průmyslu na podporu živé a reprodukované hudby od 70. let. Hlavní obavy vzbuzuje to, aby nebyla veřejnost vystavena laserovému záření v míře přesahující limitní hodnoty expozice. Směrnice se však zabývá pouze expozicí pracovníků. Tento příklad se věnuje instalaci a realizaci laserové show na jednorázové akci. Hlavní ukázané principy však lze použít na jakoukoli laserovou show.

### D 2.1 Určení rizik a ohrožených osob

Jediným rizikem, které je zde hodnoceno, je laserový svazek. Přítomnost dalších rizik může představovat větší riziko zranění nebo dokonce smrti.

Mnoho laserových show používá lasery třídy 4. Z definice této třídy vyplývá, že zářivý tok bude vyšší než 500 mW. Předpokládáme-li jedinou náhodnou expozici oka laserovému svazku, můžeme limitní hodnotu expozice (LHE) určit z tabulky 2.2 v příloze II směrnice.

LHE pro vlnové délky od 400 do 700 nm činí  $18 t^{0,75} \text{ J m}^{-2}$ . Dosadíme-li za  $t = 0,25 \text{ s}$ , dostaneme  $\text{LHE} = 6,36 \text{ J m}^{-2}$ . Vzhledem k tomu, že laserový svazek bude pravděpodobně vyslán jako kontinuální svazek, je vhodné převést tuto expozici záření vydělením délkou expozice (0,25 s) na ozáření. Tím získáme LHE vyjádřenou v podobě ozáření, o hodnotě  $25,4 \text{ W m}^{-2}$ .

Limitní otvor pro expozici oka viditelným laserovým svazkům je 7 mm. Na základě toho je možné určit maximální zářivý tok, který je přípustný v tomto 7mm otvoru, aby nedošlo k překročení LHE. Tento maximální zářivý tok se vypočte vynásobením LHE plochou 7mm otvoru. Předpokládá se, že otvor je kruhový, takže jeho plocha je  $3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ . Když vynásobíme  $25,4 \text{ W m}^{-2}$  plochou otvoru  $3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ , dostaneme cca 0,001 W, neboli 1 mW.



Bude-li mít laserový svazek průměr 7 mm nebo menší, bude LHE překročena nejméně 500krát, tj. o počet mW nad 1 mW.

Toto hodnocení ukazuje, že by svazek neměl mířit pracovníkům do očí, není-li rozptýlen natolik, aby ozáření bylo sníženo na hodnotu menší než  $25,4 \text{ W m}^{-2}$ .

Následující tabulka obsahuje doporučený seznam pracovníků, kteří mohou být ohroženi v jednotlivých částech instalace laseru. Zabýváme se pouze těmi částmi životního cyklu laseru, kdy je vyzařován laserový svazek.

Justace svazku
technik provádějící instalaci laseru
obsluha laseru
jiní technici provádějící instalaci
pracovníci ochranky
pracovníci dějiště akce
Laserová show
obsluha laseru
osvětlovači a zvukaři
účinkující
pracovníci ochranky
pracovníci dějiště akce
prodavači

Pro laserové show se jen zřídka používají statické laserové svazky. Laserové obrazce se vytvářejí pohybem laserového svazku, obvykle pomocí počítačem řízených kolmých zrcadel upevněných na galvanometru. Mnoho obrazců však vyžaduje opakovaný průchod jedním místem, takže oko člověka může být vystaveno skupině laserových pulsů, když obrazec přejíždí přes jeho tvář.

Pokud se používá pulsní laser, mělo by se při hodnocení zkoumat, zda může dojít k překročení LHE jednak při expozici jedinému pulsu laserového záření na přístupných místech a jednak při expozici sérii pulsů.

### D 2.2 Vyhodnocení a seřazení rizik podle priorit

Z porovnání možné expozice s LHE vyplývá, že je překročení LHE pravděpodobné. Pro 500mW laser je také možné určit, jak rychle se musí aktivovat případné kontrolní

opatření. Norma IEC TR 60825-3 doporučuje věnovat pozornost době, která uplyne od výskytu chybového stavu do aktivace kontrolního opatření.

Předpokládáme-li, že svazek bude mít zářivý tok 500 mW, ozáření bude  $0,5 \text{ W}/3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$  neboli cca  $13\,000 \text{ W m}^{-2}$ . Vzhledem k tomu, že LHE jsou pro délku expozice do 10 s vyjádřeny v podobě expozice záření ( $\text{J m}^{-2}$ ), lze ozáření přepočítat na expozici záření vynásobením délkou expozice:  $13\,000 \times t \text{ J m}^{-2}$ .

Hodnota  $t$  je dána řešením každé LHE jako funkce času, dokud se  $t$  nedostane do definičního rozsahu LHE. Použijeme-li  $\text{LHE} = 5 \times 10^{-3} \text{ J m}^{-2}$  v časovém rozmezí od  $10^{-9}$  do  $1,8 \times 10^{-5} \text{ s}$ , dostaneme  $3,8 \times 10^{-7}$ .



Pro 500mW laser s kontinuální vlnou by bylo třeba, aby se kontrolní opatření, které má zajistit, aby nedošlo k překročení LHE pro oko, aktivovalo do 0,38  $\mu\text{s}$ .

Tento závěr naznačuje, že je třeba položit velký důraz na zamezení kontaktu s laserovým svazkem.

### D 2.3 Rozhodnutí o ochranných opatřeních a přijetí opatření

Vzhledem k tomu, že laserový svazek představuje velké nebezpečí zranění, je důležité minimalizovat riziko expozice oka. Pro vytvoření zamýšlených zábavních efektů však laserový svazek musí být viditelný v mase vzduchu nebo jako odraz od stínítka. Proto je třeba řídit riziko tak, aby se pracovníci nedostali do dráhy svazku. Doporučují se tato opatření:

Obsluha laseru a pomocní pracovníci by měli být náležitě vyškoleni.

Při justaci by mělo být přítomno co nejméně osob.

Všechny svazky by měly být namířeny do míst, kde se nenacházejí žádné osoby.

Lasery a příslušenství, včetně odrazných zrcadel, by měly být vhodně upevněny, aby se zajistilo, že během představení nedojde k jejich nežádoucímu pohybu.

Dráhy svazků by měly být zablokovány fyzickými zábranami, aby bylo zajištěno, že svazek nebude mířit do míst, kde se nacházejí lidé. Softwarové stínění by se mělo používat pouze tehdy, pokud je certifikováno podle příslušných bezpečnostních norem.

Obsluha by měla být schopna sledovat dráhy všech svazků a v případě potřeby vypnout záření.

Při provozování ve venkovním prostředí je třeba věnovat pozornost bezpečnosti leteckého provozu. Na tyto případy se mohou vztahovat vnitrostátní požadavky.

### D 2.4 Sledování a přezkoumávání

Během justace a produkce by měl personál neustále sledovat dráhy laserů a být připraven zavčas podniknout případné nápravné kroky. Je-li laser instalován trvale, bude třeba hodnocení pravidelně přezkoumávat a pravděpodobně mít kontrolní seznamy úkonů prováděných před show.

### D 2.5 Závěr

Když se show navrhne tak, aby bylo zajištěno, že žádní pracovníci nebudou vystaveni laserovému svazku, znamená to, že nejsou potřeba podrobná a často složitá a časově náročná hodnocení a srovnání s LHE. Kombinace školení obslužných pracovníků s jednoduchými kontrolními opatřeními by měla zajistit, že pro pracovníky nebudou překročeny LHE.

## D 3 Použití optického záření v medicíně

Umělé zdroje optického záření se v medicíně používají pro celou řadu účelů. Některé zdroje, jako například ty, které se používají k plošnému osvětlení, v zobrazovacích zařízeních (viz fotografie), kontrolkách, fotografických přístrojích, při laboratorní analýze a v osvětlení vozidel, se běžně vyskytují i v jiných prostředích a zabýváme se jimi v jiných částech této příručky. U těchto zdrojů – za předpokladu, že nebyly upraveny a nepoužívají se výrazně jinak – není důvod, proč by se expozice měly nějak významně lišit od těch, ke kterým dochází v jiných méně specifických prostředích.



Použití obrazovek v rentgenografii

Vedle těchto zdrojů však existuje celá řada speciálních zdrojů vyvinutých výslovně pro použití v medicíně. Jde například o tyto zdroje:

Osvětlení pracovišť	Terapeutické zdroje
světla pro operační sály	zdroje pro ultrafialovou fototerapii
světla pro porodní sály	zdroje pro fototerapii modrým světlem
reflektory	zdroje pro fotodynamickou terapii
přístroje pro prohlížení rentgenových snímků	lasery pro fyzioterapii
Diagnostická světla	chirurgické lasery
transiluminátory	oční lasery
šterbinové lampy a další optické přístroje	zdroje intenzivního pulsního světla
laserová diagnostická zařízení, jako například skenery sítnice	Zdroje pro speciální testy
Woodovy lampy	solární simulátory

### D 3.1 Osvětlení pracovišť

Nejvýkonnějšími světly, která spadají do kategorie osvětlení pracovišť, budou obvykle světla pro operační sály. Tabulka D.3.1 obsahuje příklady hodnocení řady světel pro operační sály a je z ní patrné, že jedna z hodnocených jednotek by mohla při přímém pohledu do zdroje představovat riziko modrého světla.



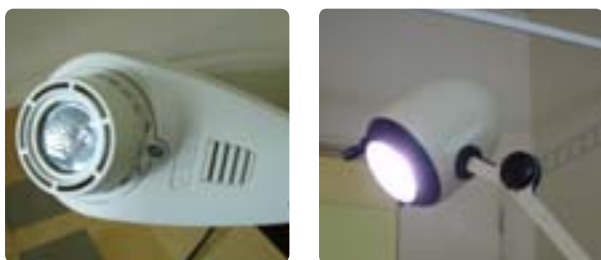
Příklady světel pro operační sály

TABULKA D.3.1 Hodnocení osvětlení pro operační sály za předpokladu přímého pohledu do zdroje (\*)

Zdroje	Riziko aktinického UV záření	Riziko UVA záření	Riziko modrého světla	Jiná rizika optického záření
Hanalux 3210	Žádné	Žádné	LHE může být překročena při přímém sledování zdroje po dobu cca 30 minut.	Žádné
Hanalux Oslo	Žádné	Pod limitní hodnotou expozice pro 8h expozici	LHE může být překročena při přímém sledování zdroje po dobu cca 30 minut.	Žádné
Hanalux 3004	Žádné	Žádné	< 20 % LHE	Žádné
Martin ML702HX	Žádné	Žádné	< 20 % LHE	Žádné
Martin ML502HX	Žádné	Žádné	< 20 % LHE	Žádné
Martin ML 1001	Žádné	Žádné	< 20 % LHE	Žádné
(*) Údaje o hodnocení laskavě poskytl Medical Physics Department, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, Londýn.				

Je třeba uvést, že světla pro operační sály jsou určena k tomu, aby zajišťovala osvětlení shora, a je nepravděpodobné, že by se do těchto zdrojů někdo přímo díval z malé vzdálenosti. Světla jsou navíc jasná, takže by bylo nepřijemné přímo do nich hledět po delší dobu. V praxi proto expozice bude mnohem nižší než expozice vyhodnocené v tabulce D.3.1 a pravděpodobně nebude nebezpečná.

K dalším typům zdrojů sloužících k osvětlení pracovišť v medicíně patří reflektory používané k lokálnímu osvětlení při vyšetřeních a světla na porodních sálech. Oba tyto typy světél vyvolávají podobné otázky jako světla na operačních sálech, pokud jde o pravděpodobné scénáře expozice. V obou případech jde o směrové zdroje, které zajišťují lokální osvětlení, a je nepravděpodobné, že by do nich někdo upřeně hleděl delší dobu. Reflektory i světla pro porodní sály pravděpodobně většinou budou mít nižší výkon než světla pro operační sály, a tak se obecně neočekává, že by představovaly nějaké riziko.



Příklady světél pro porodní sály

V medicíně se často používají lupy s osvětlením, které poskytují zdroj lokalizovaného osvětlení v kombinaci s čočkou s velkým zvětšením, jak ukazuje obrázek níže.



Příklad lupy s osvětlením, v tomto případě Luxo Wave Plus

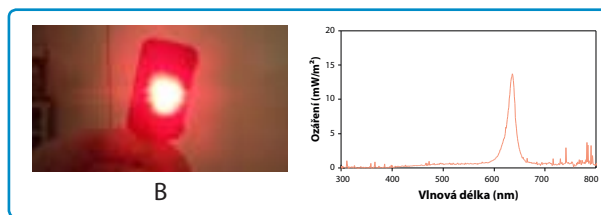
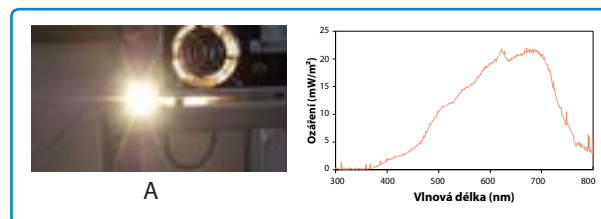
Hodnocení provedené *Medical Physics Department* při *Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust* ukázalo, že lupa s osvětlením Luxo Wave Plus emituje záření v ultrafialové a viditelné oblasti spektra. Delší expozice v bezprostřední blízkosti by však nevedla k překročení LHE pro aktinické UV záření. I když lupa vyzařovala značné množství modrého světla, tyto emise by nepřekročily 1 % příslušné

LHE. Nebylo zjištěno významné riziko UVA záření nebo tepelné riziko. Je pravděpodobné, že jiná podobná zařízení by představovala podobně nízké riziko.

Prohlížečky rentgenových snímků poskytují poměrně slabé rozptýlené světlo. Hodnocení provedené *Medical Physics Department* při *Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust* ukazuje, že přímý pohled do zdroje z malé vzdálenosti, ze které je tento typ zdroje obvykle pozorován, by vedl k expozici modrému světlu, která představuje méně než 5 % limitní hodnoty expozice. Nehrozí významné riziko aktinického UV záření, UVA záření nebo tepelného poškození.

### D 3.2 Diagnostická světla

Transiluminátory se běžně používají v zařízeních pro prenatalní péči a slouží k vizualizaci vnitřních struktur pro diagnostické účely nebo k zviditelnění krevních cév. Proto je obvykle třeba, aby tyto zdroje ozařovaly malý prostor, ale dostatečně intenzivně na to, aby světlo prošlo tkáněmi a bylo viditelné na výstupní straně.



Obrázky transiluminátorů společně s naměřenými výstupními spektry. (A) Neonate 100. (B) Wee Sight™

Výstupní spektrum transiluminátoru Neonate 100 ukazuje emise záření napříč celým viditelným spektrem a menší emise v UVA a IRA oblasti spektra. Hodnocení ukazuje, že emise UV záření nebudou ani při expozici v těsné blízkosti představovat riziko (tabulka D.3.2). Jsou zde však významné emise modrého světla, které by představovaly riziko při expozici delší než 10 minut. Jak je vidět z výše uvedené fotografie, zdroj je extrémně jasný a lze očekávat, že normální fyziologická reakce omezí expozici na 0,25 s. Tyto expozice by se během pracovní doby sčítaly, ale zařízení se celkově používá málo, takže i při pesimistickém

předpokladu lze očekávat, že by úhrnná expozice nedosáhla 5 % LHE. Vzhledem k výraznému vyzařování ve viditelné oblasti a oblasti blízkého infračerveného záření je rovněž nezbytné posoudit tepelné riziko pro sítnici. To však bude omezeno fyziologickou obrannou reakcí

a nemělo by ani při delším pohledu do zdroje, který by byl extrémně nepříjemný, překročit 2 % LHE. Zařízení Wee Sight<sup>®</sup> vyzařuje v poměrně úzkém pásmu vlnových délek typickém pro LED zdroje a lze předpokládat, že nepřestavuje žádné riziko pro oči.

**TABULKA D.3.2** Hodnocení transiluminátorů (\*)

Zdroj	Riziko aktinického UV záření	Riziko UVA záření	Riziko modrého světla	Tepelná rizika
Neonate 100	Žádné	Žádné	< 5 % LHE	Cca 2 % LHE
Wee Sight <sup>TM</sup>	Žádné	Žádné	Žádné	Žádné

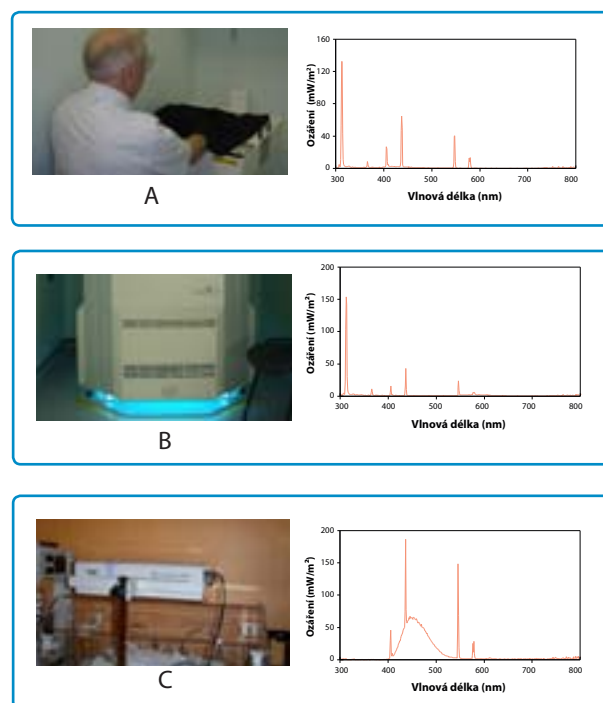
(\*) Údaje o měření laskavě poskytl *Radiation Protection Department, Royal Berkshire NHS Foundation Trust, Reading.*

Štěrbinové lampy a další optické přístroje obsahují štěrbinové zdroje, ale jsou určeny pro použití při vyšetřeních očí a měly by proto představovat minimální riziko. Navíc jsou silně směrové, a proto by neměly vést k podstatným nezamýšleným expozicím při práci. Podobně i moderní diagnostické optické přístroje jako například skenery sítnice mohou obsahovat laserové zdroje, ale byly hodnoceny pro expozici při zamýšleném použití a obvykle jde o zařízení třídy 1. Riziko nebezpečné expozice pracovníků by proto mělo být minimální.

Woodovy lampy se používají pro diagnostické účely. Obvykle jde o rtuťové výbojky s Woodovým skleněným filtrem, který odstraňuje krátkovlnné UV záření a viditelné záření. Lze tedy očekávat, že by mohly představovat riziko UVA záření a v závislosti na účinnosti filtru také riziko aktinického UV záření. Hodnocení provedené *Medical Physics Department* při *Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust* ukázalo, že přímá expozice zářivému toku z Woodovy lampy po dobu 50 minut by vedla k překročení LHE pro UVA záření. Stejně hodnocení ukázalo, že k překročení LHE pro aktinické UV záření by došlo za více než 7,5 hodiny a že další rizika optického záření jsou nevýznamná. Woodovy lampy se používají při vyšetřeních a kombinace školení obsluhujících pracovníků a osobních prostředků na ochranu očí by měla omezit přímou expozici zdroji i expozici rozptýlenému UVA záření. Vzhledem k tomu, že LHE pro aktinické UV záření by byla překročena až při dlouhé expozici přímým emisím záření, je nepravděpodobné, že by rozptýlené aktinické UV záření představovalo významné riziko.

### D 3.3 Terapeutické zdroje

Existuje celá řada zdrojů, které se používají pro účely léčby fototerapií. Ultrafialové zdroje pro fototerapii se používají zejména pro léčbu kožních onemocnění, zatímco zdroje modrého světla pro fototerapii se obvykle používají pro léčbu hyperbilirubinémie u novorozenců, u nichž se tento nález vyskytuje až v 60 % případů.



*Obrázky zařízení pro fototerapii společně s naměřenými výstupními spektry. (A) Waldmann UV 7001 UVB. (B) Waldmann UV 181 BL. (C) Dräger PhotoTherapy 4000.*



Výše uvedená spektra ukazují, že ultrafialové zdroje pro fototerapii (příklady A a B) obvykle mají silné emise v UV oblasti spektra a mohou vyzařovat také ve viditelné oblasti, zejména směrem k jejímu modrému konci. Hodnocení rizik (tabulka D.3.3) dle očekávání nasvědčuje tomu, že hlavní rizika z těchto zařízení souvisejí s aktinickým UV

zářením nebo UVA zářením. Příklad C ukazuje spektrum ze zdroje modrého světla pro fototerapii a tento zdroj dle očekávání vyzařuje silně v modré části viditelného spektra, ale má téměř nulové emise v ultrafialové oblasti a oblasti blízkého infračerveného záření.

**TABULKA D.3.3** Hodnocení zdrojů pro fototerapii

Zdroje	Riziko aktinického UV záření	Riziko UVA záření	Riziko modrého světla	Jiná rizika optického záření
Waldmann UV 7001 UVB (*)	LHE může být překročena za cca 5 h.	Pod limitní hodnotou expozice	Pod limitní hodnotou expozice	Žádné
Waldmann TL01 UV5000 (†)	LHE může být překročena za cca 7,5 h.	Pod limitní hodnotou expozice	Žádné	Žádné
Waldmann UV6 UV5001BL (†)	LHE může být překročena za cca 4 h.	Pod limitní hodnotou expozice	Žádné	Žádné
Waldmann UV 181 BL (*)	Pod limitní hodnotou expozice	Pod limitní hodnotou expozice	Pod limitní hodnotou expozice	Žádné
Waldmann UV 7001 UVA (†)	Žádné	LHE může být překročena za cca 5 h.	Pod limitní hodnotou expozice	Žádné
Sellamed UVA1 24000 (†)	Žádné	LHE může být překročena za cca 45 min.	Pod limitní hodnotou expozice	Žádné
Draeger 4000 (*) (†)	Žádné	Pod limitní hodnotou expozice	Pod limitní hodnotou expozice	Žádné

(\*) Údaje o měření laskavě poskytl *Radiation Protection Department, Royal Berkshire NHS Foundation Trust, Reading.*  
(†) Údaje o hodnocení laskavě poskytl *Medical Physics Department, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, Londýn.*

Nejčastěji používané kabiny pro fototerapii neumožňují za chodu zařízení přístup k přímým emisím. Může však dojít k úniku (viz příklad A výše), který může být zdrojem znepokojení pro zaměstnance. Zejména z důvodu potřeby výměny vzduchu a minimalizace klaustrofobického pocitu pacienta v kabině se často stává, že vršek kabiny bývá otevřený. To může vést k významnému rozptylování UV záření o strop. Obecně je riziko poměrně nízké, protože je nepravděpodobné, že by pracovníci stáli v blízkosti kabiny po celou dobu, kdy je v chodu. Existuje nicméně riziko dlouhodobých účinků z úhrnné expozice UV záření, které lze minimalizovat pomocí jednoduchých technických prostředků, jako jsou například: vyhrazené ošetřovny, závěsy kolem kabiny a ovládací panely s dálkovým ovládním. V příkladu A výše prodloužilo použití závěsu kolem kabiny dobu potřebnou pro dosažení LHE pro aktinické UV záření z 5 hodin na téměř 13 hodin. Některá další zařízení, jako například zařízení pro expozici rukou a nohou uvedené v příkladu B, vyžadují pro minimalizaci expozice zaměstnanců vyšší stupeň procedurální kontroly. V tomto případě zaměstnanci dávají přes jednotku, když je v chodu, černé ručníky, aby omezili únik UV záření

do okolí. Toto kontrolní opatření může být opět jednoduše doplněno odstíněním kabiny pomocí závěsů. Čas od času může personál nemocnice potřebovat přístup do blízkosti zařízení, které je v chodu, pro účely kontroly jakosti. Jako součást kontrolních opatření se po těchto pracovnících může požadovat, aby použili ochranný štít proti UV záření, vhodné rukavice a oděv. V prostředích se silnou závislostí na procesních kontrolách by tyto postupy měly být jasně zformulovány písemně.

Zařízení pro fototerapii modrým světlem se umísťují nad postýlky novorozenců, obvykle do výšky cca 0,3 m. To obecně znemožňuje zaměstnancům přímý pohled do zdroje a zaměstnanci v každém případě kontrolují děti cca 10 minut z každé hodiny, takže expozice bude dále omezena. I když se v některých zdravotnických zařízeních pracuje na 12h směny, stále to povede k expozici, která je menší než 1 % LHE.

Při fotodynamických terapiích se používá optické záření k vyvolání fotochemických reakcí a součástí těchto terapií je často předběžná léčba fotosenzitizující chemickou

látkou. Fotosenzitizující látky často dokáží velmi účinně aktivovat ultrafialové vlnové délky, ale ty se obvykle nepoužívají, protože špatně pronikají tkání. Lze očekávat, že expozice bude mít mnohem menší účinek na pracovníka, který nebyl vystaven fotosenzitizující chemické látce, i když stejně bude třeba zavést vhodná kontrolní opatření, která zajistí, aby tomu tak skutečně bylo.



Obrázky zdrojů pro fotodynamickou terapii. (A) UV-X. (B) Aktelite CL128.

#### TABULKA D.3.4 Hodnocení zdrojů pro fotodynamickou terapii

Zdroje	Riziko aktinického UV záření	Riziko UVA záření	Riziko modrého světla	Tepelná rizika
UV-X	Pod limitní hodnotou expozice	Pod limitní hodnotou expozice	Žádné	Žádné
Aktelite CL128 (*)	Žádné	Žádné	< 3 % LHE	Žádné
(*) Udaje o hodnocení laskavě poskytl Medical Physics Department, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, Londýn.				

Hodnocení prezentovaná v tabulce D.3.4 názorně ukazují, že zdroje pro fotodynamickou terapii, jak se dalo očekávat, zřejmě bez fotosenzitizující chemické látky představují malé riziko.

Ve fyzioterapii se mohou používat lasery třídy 3B, s jejichž pomocí se dodává energie přímo poraněným tkáním. Tyto lasery představují riziko pro oči (obvyčejně tepelné pro sítnici), ale obvykle jsou vysoce rozbíhavé a následkem toho nebezpečné pouze na poměrně krátkou vzdálenost. Riziko je obvykle řízeno procedurálními prostředky (použití kabinek se závěsy, signalizace a školení pracovníků) a používáním prostředků na ochranu očí před laserovým zářením.

Pro celou řadu výkonů v medicíně se hojně používají chirurgické lasery. Obvykle jde o zařízení třídy 4, která představují značné riziko pro oči a kůži. Rizika jsou opět obvykle řízena procedurálními prostředky a používáním osobních ochranných prostředků. V některých případech může být svazek vyslán optickým vláknem vloženým skrz endoskop do těla. V těchto případech je riziko – za předpokladu, že vlákno nepraskne – výrazně sníženo. Lasery se také hojně používají v očním lékařství; tam jde obvykle o výrobky třídy 3B nebo třídy 4. Stejně jako u dalších použití laserů v medicíně jsou rizika pro oko a případně pro kůži regulována procedurálními prostředky a používáním osobních ochranných prostředků.

Vzhledem k možnosti odrazu zpět do sledovacího vlákna endoskopu by se měly používat vhodné filtry a/nebo by se do endoskopu mělo dívat prostřednictvím kamery.

Zdroje intenzivního pulsního světla se hojně používají v léčbě kůže. Tato zařízení jsou obvykle založena na xenonové výbojce s přidaným filtrem na odstranění krátkých vlnových délek v ultrafialové oblasti spektra. Následkem toho mohou tato zařízení při velkém výkonu představovat tepelné riziko pro oči a kůži. Toto riziko je obvykle řízeno pomocí procesních kontrol zamezujících expozici pracovníků přímému výstupu a pomocí používání osobních prostředků na ochranu očí. V závislosti na kvalitě filtrace mohou tato zařízení představovat také riziko modrého světla.

#### D 3.4 Zdroje pro speciální testy



Obrázek solárního simulátoru

V některých lékařských oborech může být pro účely diagnostiky a výzkumu používána řada specializovanějších zdrojů. Obecně je pravděpodobné, že tyto zdroje bude třeba zhodnotit případ od případu. Příklad prezentovaný v tabulce D.3.5 níže ukazuje, že pro širokopásmové zdroje, jako je solární simulátor, může být zapotřebí provést hodnocení celé řady možných rizik optického záření.

Tabulka D.3.5 Hodnocení solárního simulátoru (\*)

Zdroje	Riziko aktinického UV záření	Riziko UVA záření	Riziko modrého světla	Jiná rizika optického záření
Solární simulátor Oriel 81292: přímá expozice	LHE může být překročena za cca 6 minut.	LHE může být překročena za cca 3 minuty.	Pod limitní hodnotou expozice	Žádné
Solární simulátor Oriel 81292: odraz od těla	Pod limitní hodnotou expozice	Pod limitní hodnotou expozice	Pod limitní hodnotou expozice	Žádné

(\*) Údaje o hodnocení laskavě poskytl Medical Physics Department, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, Londýn.

O osvětlení pracovišť a diagnostických světlech používaných v lékařské praxi se obecně nepředpokládá, že by představovaly při normálním použití významné riziko.

Terapeutické zdroje mohou být za určitých okolností nebezpečné. Řada těchto zdrojů může vyvolávat expozice ultrafialovému záření a záření v oblasti rizika modrého světla, tyto expozice se mohou v průběhu pracovního dne sčítat a nést s sebou riziko dlouhodobých nepříznivých zdravotních následků. Proto je při hodnocení expozic důležité hodnotit realistické scénáře expozic a na základě uvážení pracovních zvyklostí posoudit celkovou expozici. V případě, že se zjistí významná rizika, měla by být tato rizika snížena pomocí co největšího omezení přístupu k záření. Je-li nutné spoléhat na procesní kontroly, měly by být tyto kontroly spolehlivé a zaznamenané písemně.

## D 4 Řízení v práci

Lidé mohou být v práci vystaveni optickému záření z vozidel, když:

- řídí,
- pracují u silnice, jako například dopravní policisté a dělníci na silnicích,
- provádějí servis a opravy vozidel v autoopravnách.

Jak bude ukázáno, první dva příklady představují bezvýznamnou úroveň expozice: není třeba snižovat expozici a zhoršit tak viditelnost a bezpečnost na silnici. Potenciální expozici optickému záření nad limitní hodnoty expozice při servisu a opravách vozidel je možné řídit vhodnými pracovními postupy a místními předpisy.

Bylo provedeno hodnocení čtyř vozidel za účelem stanovení úrovně expozice optickému záření:



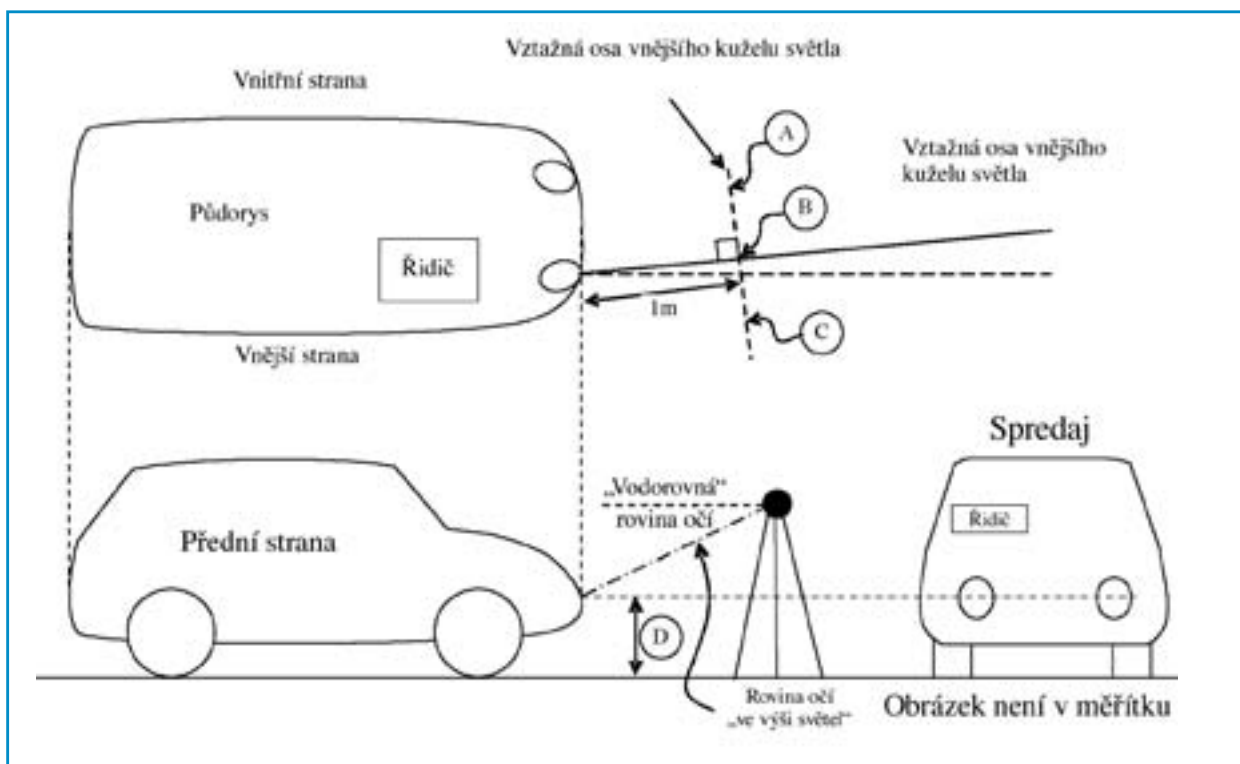
- výkonná Mazda RX8 s xenonovými světlomety,
- rodinný vůz střední třídy Mercedes A180,
- kompaktní Fiat 500,
- minibus LDV.

Podmínky hodnocení byly vybrány tak, aby reprezentovaly nejhorší případ expozice při práci, který lze předpokládat: viz tabulka D.4.6 a obrázek D.4.1.

Tabulka D.4.6 Podmínky hodnocení osvětlení vozidel

	Poloha vůči svítelně	Vzdálenost	Kdy může dojít k expozici osob
Světlo: potkávací a dálkové světlo	Výše světel: pohled dovnitř světelného svazku	0,5 m, 1 m, 2 m a 3 m	Servis a opravy: vozidlo na vyvýšené plošině Řízení
	Úroveň očí Pohled do zdroje Vodorovný pohled	1 m	Servis a opravy: vozidlo na podlaze Dělníci na silnici, dopravní policisté
Směrové a brzdové svítlny, zpětné světlo a mlhové svítlny	Výše světel: pohled dovnitř světelného svazku	0,5 m	Řízení Servis a opravy Dělníci na silnici, dopravní policisté

Obrázek D.4.1 Schematický náčrt měření osvětlení vozidel



Na základě naměřených hodnot spektrálního ozáření a konkrétních konfigurací svítlen vozidel bylo provedeno zhodnocení rizik optického záření a jejich porovnání s limitními hodnotami expozice (LHE).

Tabulka D.4.7 Přehled rizik optického záření z osvětlení vozidel

Riziko	RX8	A180	F500	LDV
Aktinické UV	Žádné	Žádné	Žádné	Žádné
UVA	Žádné	Žádné	Žádné	Žádné
Modré světlo	LHE může být překročena: podrobnosti viz tabulka D.4.8.	LHE může být překročena: podrobnosti viz tabulky D.4.8 a D.4.9.	LHE může být překročena: podrobnosti viz tabulka D.4.8.	LHE může být překročena: podrobnosti viz tabulka D.4.8.
Popálení sítnice	< 30 % LHE	< 10 % LHE	< 3 % LHE	< 2 % LHE

Tabulka D.4.8 Riziko modrého světla ze světlometů vozidel

Doba do překročení LHE pro riziko modrého světla	RX8	A180	F500	LDV
Výše světel: pohled dovnitř světelného svazku	cca 3 min	cca 5 min	cca 30 min	cca 1 h
Výše očí: pohled do světelného svazku	cca 2 h	cca 8 h	> 8h	> 8h
Výše očí: vodorovný pohled	> 8h	> 8h	> 8h	> 8h

Tabulka D.4.9 Riziko modrého světla ze světel Mercedesu A180

Světlomet vozidla	Doba do překročení LHE pro riziko modrého světla		Riziko nadměrné expozice
<i>Světlomet, výše světel, vzdálenost 1 m, pohled dovnitř světelného svazku – poloha B na obr. D.4.1</i>	Potkávací	cca 45 min	Nepravděpodobná, přímému pohledu dovnitř světelného svazku by měla bránit fyziologická obranná reakce na velmi jasné světlo. Měly by být přijaty pracovní postupy k minimalizaci zbytečné expozice.
	Dálkový	cca 15 min	
<i>Světlomet, výše světel, vzdálenost 1 m, pohled dovnitř světelného svazku – polohy A a C = 0,5 m na obr. D.4.1</i>	Potkávací	> 8h	Žádné
	Dálkový	> 8h	
<i>Světlomet, výše očí, vzdálenost 1 m, pohled do světlometu</i>	Potkávací	> 8h	Žádné
	Dálkový	> 8h	
<i>Světlomet, výše očí, vzdálenost 1 m, vodorovný pohled</i>	Potkávací	> 8h	Žádné
	Dálkový	> 8h	
<i>Mlhová svítilna</i>	> 8h		Žádné
<i>Brzdová svítilna</i>	> 8h		Žádné
<i>Směrová svítilna</i>	> 8h		Žádné
<i>Zpětný světlomet</i>	> 8h		Žádné

Pohled dovnitř světelného svazku ve výši světel může představovat riziko modrého světla a nadměrné expozice. Nadměrná expozice je však nepravděpodobná z těchto důvodů:

- Delšímu pohledu dovnitř světelného svazku by měla bránit fyziologická obranná reakce na velmi jasné světlo.
- Při pohybu směrem od středu svazku rychle klesá míra nebezpečnosti.
- Ve výši očí podstatně klesá míra nebezpečnosti.



#### Důležité

Předpokládá se, že osvětlení vozidel nepředstavuje riziko UV záření, jsou-li přední skleněné kryty nebo filtry světlometů neporušené. Práce na vozidle bez předního skleněného krytu nebo s poškozeným krytem však může zvyšovat riziko expozice UV záření. Měly by být přijaty pracovní postupy zamezující expozici osvětlení vozidel s poškozenými předními skleněnými kryty nebo filtry.

Úpravou světlometů a jejich optiky může dojít ke změně míry nebezpečnosti.

I když je riziko nadměrné expozice z pohledu dovnitř svazku ze světlometů vozidel nízké, měly by být, je-li to možné, přijaty pracovní postupy k minimalizaci zbytečné expozice.

Předpokládá se, že osvětlení vozidel nepředstavuje riziko nadměrné expozice UV záření pro uživatele vozovek, včetně řidičů, dopravních policistů a dělníků na silnicích. Zvláštní úkony vyžadující delší přímý pohled do světlo-  
metů na úrovni světla však mohou představovat určité riziko modrého světla.

## D 5 Armáda

Armáda používá umělé zdroje optického záření v hojně míře. Během bojových operací mohou být velitelé nuceni rozhodovat o ceně a přínosech určitého počínání a zvažovat malé riziko skutečné újmy v případě překročení limitních hodnot expozice oproti riziku závažného zranění nebo smrti v důsledku jiných rizik. Proto se budou pokyny uvedené v této části týkat pouze nebojových situací, včetně výcviku.

Příklady použití optického záření z umělých zdrojů v armádě:

pátrací světlomety
osvětlení na vojenských letištích
infračervené komunikační systémy
infračervené osvětlovače cílů
laserové označovače cílů
simulované zbraňové systémy
infračervená obranná opatření
hoříčkové světlice
optické záření z výbuchů



Většina těchto aplikací předpokládá použití optického záření z umělých zdrojů v otevřeném prostoru a obvykle venku. To znamená, že pravděpodobně nebude možné použít jako primární kontrolní opatření standardní hierarchii odstínění optického záření. Hodně se spoléhá na výcvik: vojáci jsou cvičeni, aby poslouchali instrukce a příkazy.

Při hodnocení rizik dle požadavků článku 4 směrnice je třeba počítat s pracovníky armády i jinými osobami. Mohou nastat případy, kdy nejde zajistit, aby možné úrovně expozice byly pod limitními hodnotami expozice. Proto se jako jeden z přístupů v tomto odvětví používá pravděpodobnostní hodnocení rizika. S jeho pomocí lze vyčíslit ono „mohou“ ve výrazu „mohou být zaměstnanci vystaveni“ v článku 4. V rámci pravděpodobnostního hodnocení rizika mohou být akceptovány různé hodnoty. Nicméně událost s pravděpodobností  $10^{-8}$  je považována za přijatelnou dokonce i tehdy, pokud jde o nežádoucí událost, která by, kdyby nastala, mohla mít katastrofální důsledky.

Událost s pravděpodobností menší než  $10^{-8}$  není považována za „možnou“.

Používání pravděpodobnostního hodnocení rizika je složité a vyžaduje odborné znalosti. Pro armádu má však přínos v tom směru, že může umožnit používání optického záření z umělých zdrojů v situacích, které by nebyly považovány za přijatelné ani při méně přísném hodnocení.

## D 6 Závěsné zářiče na plynná paliva

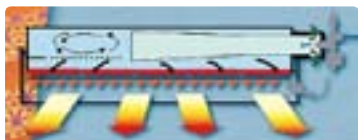
Tato hodnocení laskavě poskytlo evropské sdružení ELVHIS.



Lidé mohou být vystaveni optickému záření ze závěsných zářičů na plynná paliva, které se používají v celé řadě prostředí pro vytápění:

- průmyslových budov,
- veřejných budov,
- logistických budov,
- hasičských stanic,
- výstavních hal,
- sportovních hal,
- teras v restauracích a barech a řady dalších míst.

Podle specifikací výrobců se takové zářiče instalují do určité minimální výšky nad pracovníky tak, aby nebyly v přímé linii pohledu.



Závěsný zářič na plynná paliva (světlého typu)

Povrchová teplota závěsných světlych zářičů na plynná paliva se pohybuje od 700 °C do 1 000 °C, což podle Wienova zákona odpovídá vlnové délce  $\lambda_{\max}$  od 2 275 nm do 2 980 nm.

$$\lambda_{\max} = \frac{hc}{4,965 \cdot kT} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{T} \text{ [m} \cdot \text{K]}$$

Výsledné emise záření se pak stanoví podle doporučení AICVF takto:

$$E_{\text{IR}} \text{ [W} \cdot \text{m}^{-2}] = 0,71 \times a_k \times f_p \times \eta_r \times P_u / d^2$$

kde:

$a_k$  – součinitel absorpce lidským tělem

$f_p$  – směrový koeficient

$\eta_r$  – koeficient účinnosti záření

$P_u$  – kapacita zářiče

$d$  – vzdálenost mezi lidským tělem a zářičem

Nejvyšší hodnoty (nejhorší možná situace u výrobce SBM):

$$a_k = 0,97$$

$$f_p = 0,10$$

$$\eta_r = 0,65$$

$$P_u = 27\,000 \text{ W}$$

Nejhorší případ pro vzdálenost  $d$  mezi lidským tělem a zářičem, pro kapacitu zářiče  $P$  a maximální úhel sklonu  $I = 35^\circ$ , byl vypočten podle vzorce

$$d = h_i - 1, \quad \text{kde } h_i = \left[ \left( \sqrt{\frac{P_u}{540}} - 0,5 \right) \times \cos I \right] + 2$$

a vychází  $d = 6,4 \text{ m}$ .

Expozice pro tento nejhorší případ odpovídá  $E_{\text{IR max}} = 29,1 \approx 30 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ .

Limitní hodnota expozice v rozpětí vlnových délek od 780 do 3 000 nm pro délku expozice  $t > 1\,000 \text{ s}$  činí:

$$E_{\text{IR}} = 100 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

Nepředpokládá se, že by světlé zářiče na plynná paliva představovaly riziko nadměrné expozice optickému záření, a lze je považovat za bezvýznamné zdroje: nejhorší možná předvídatelná expozice z těchto zářičů je podstatně nižší než platné limitní hodnoty expozice.

### Další informace

AICVF : *Association des Ingénieurs en Climatique, Ventilation et Froid* – Francie.

ELVHIS: *Association Européenne Principale des Fabricants de Panneaux Radiants Lumineux à Gaz*.

Doporučení 01-2006; „Chauffage: déperditions de base“ založené na normě EN 12831 – březen 2004: Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu.

SBM International – *3 Cottages de la Norge* – 21490 Clenay – Francie.

## D 7 Laser na zpracování materiálů

Lasery se používají v celé řadě aplikací obecně označovaných termínem zpracování materiálů. Náš příklad se bude týkat laseru, který se používá k řezání kovů, ale stejné zásady platí i pro sváření, vrtání a značení laserem.

Předpokládá se, že laser má takový zářivý tok nebo energii na jeden puls, že jde o systém třídy 4. Jakákoli náhodná expozice oka nebo kůže laserovému svazku tedy pravděpodobně povede k vážnému zranění.



V Evropě se běžně používají tisíce takových laserů. Toto hodnocení se zabývá pouze laserovým svazkem. Přítomnost dalších rizik může představovat větší riziko zranění nebo dokonce smrti.

### D 7.1 Určení rizik a ohrožených osob

V životním cyklu laseru na zpracování materiálů je celá řada fází, během nichž by mohlo dojít k expozici pracovníků laserovému záření:

uvádění do provozu
běžný provoz
údržba
servis

Pracovní činnosti v některých fázích životního cyklu mohou vykonávat zaměstnanci jiných zaměstnavatelů, například dodavatele nebo servisní společnosti. Přesto je však nezbytné stanovit rizika plynoucí z těchto pracovních činností pro pracovníky na pracovišti.

Vzhledem k charakteru používaných laserových svazků dojde při přímé expozici svazku v malé vzdálenosti vždy k překročení LHE. Bude však třeba zhodnotit rozptýlený svazek.

Je-li obráběná součást velká, například v lodářském průmyslu, může být jmenovitá vzdálenost s nebezpečím poškození zraku menší než velikost obráběné součásti.

### D 7.2 Vyhodnocení a seřazení rizik podle priorit

Nejjednodušším přístupem k hodnocení je předpokládat, že laserový svazek vždy překročí LHE, a proto by se mělo zamezit přístupu ke svazku. Z dalších nebezpečí spojených s daným procesem může také plynout, že by proces měl probíhat v uzavřeném prostoru. Některá z těchto nebezpečí mohou pro zaměstnance představovat větší riziko než laserový svazek.

Může být zapotřebí provést hodnocení ozáření nebo expozice záření laserového svazku a stanovit případná ochranná opatření. Nejhorším případem je předpoklad, že zkoumané místo omylem zasáhne kolimovaný svazek z laseru.

### D 7.3 Rozhodnutí o ochranných opatřeních

Při rozhodování o ochranných opatřeních by se mělo přihlížet k potřebné míře ochrany a požadavkům zaměstnanců v souvislosti s výkonem jejich konkrétní pracovní činnosti. Ochranná opatření, která ztěžují pracovní činnost, nebudou úspěšná.

Je také třeba říci, že nebude nezbytně nutné vybudovat zábrany kolem celého zařízení na zpracování materiálů. Může postačovat pouze zábrana kolem právě zpracovávaného množství materiálu.

Cílem by mělo být umožnit provádění všech pracovních činností, včetně údržby a servisu, bez použití osobních ochranných prostředků. Pokud je nutné proces sledovat, pak by to mělo být realizováno přes kontrolní okénka s vhodnými filtry nebo s pomocí prostředků pro pozorování na dálku, například kamer.

Při rozhodování o ochranných opatřeních může být zapotřebí zhodnotit další optické záření vzniklé v rámci procesu. To může být v jiné části spektra optického záření než vlastní laserový svazek, a pravděpodobně bude nekoherentní.



## D.8 Odvětví pracující s vysokými teplotami

Poděkování za pomoc při přípravě těchto hodnocení patří panu M. Broseovi z *Fachbereich Elektrotechnik, Referat Optische Strahlung, Berufsgenossenschaft Elektro Textil Feinmechanik*, Německo.

### D 8.1 Zpracování oceli



Saarstahl AG, Völklingen, Německo

Společnost Saarstahl AG se specializuje na výrobu drátů a polotovárů různých jakostí. Ve Völklingenu se nacházejí ocelárny, válcovny a závody na kování z ingotů o hmotnosti až 200 tun.

Bezpečnost ve vztahu k optickému záření je důležitou součástí řízení bezpečnosti ve společnosti.



I když je s výrobou a zpracováním oceli přirozeně spjata vyzařování velmi nebezpečných úrovní optického záření (zejména infračerveného), zavedená kontrolní opatření minimalizují přístup osob k nebezpečnému optickému záření a zajišťují bezpečné pracovní podmínky. Mezi tato opatření se řadí:

- dálkové ovládání a sledování výrobního procesu za účelem minimalizace expozice osob nebezpečným úrovní optického záření,
- pracovní postupy, které omezují práci ve vysokých teplotách na 15 minut, a pak vyžadují povinnou změnu činnosti,
- plánuje se dálkové sledování tělesné teploty pracovníků, aby se předešlo přehřívání,
- rozsáhlý odborný a bezpečnostní výcvik pracovníků,
- celotělové osobní ochranné prostředky, pokud výrobní proces vyžaduje přístup osob,
- promítání výsledků zdravotního dohledu do hodnocení rizika,
- zapojení zástupců zaměstnanců do řízení bezpečnosti a ochrany zdraví.

### D 8.2 Sklárny

Při zpracování a tváření skla jsou vyzařovány nebezpečně úrovně optického záření, zejména v ultrafialové a infračervené oblasti spektra. Ruční manipulace vyžaduje přístup osob do těsné blízkosti zdroje nebezpečného záření, např. hořáku.



Protože se očekává, že úrovně emisí přístupné zaměstnancům překročí limitní hodnoty expozice, je třeba, aby hodnocení rizika zajistilo dostatečnou kontrolu rizik optického záření. V tomto případě může dojít k překročení limitních hodnot expozice pro více než jedno riziko optického záření, a měly by se použít ty podmínky, které jsou nejpřísnější.

Při hodnocení rizik by se mělo přihlídnout k těmto aspektům:

- emise výrobku, včetně případných dalších hořáků, v místě těla pracovníka, např. u rukou a očí,
- předpokládaná délka expozice během pracovní směny – limitní hodnoty pro UV záření jsou stanoveny jako úhrnné hodnoty za 8 hodin,
- tlumení zajišťované štíty a osobními ochrannými prostředky.

Limitní hodnoty expozice pro UV záření jsou stanoveny jako úhrnné hodnoty. Pokud by mohlo dojít k jejich překročení, měl by být omezen přístup osob k záření: buď snížením úrovně emisí záření (štíty, prostředky na ochranu očí, ochrana rukou) nebo zkrácením délky expozice (stanovení maximální povolené délky expozice).

Pokud se se zařízením dodávají prostředky na ochranu očí, je nezbytné přezkoumat jejich vhodnost, pokud se začnou používat další hořáky nebo pokud se zavedou nové pracovní postupy.

Pokud zařízení vyzařuje optické záření v oblasti rizika aktinického UV záření (180–400 nm), kde jsou stanoveny limitní hodnoty expozice pro oči i pro kůži, měla by se hodnotit také expozice rukou. Pokud není možné použít ochranné rukavice nebo pokud by jejich použití mohlo vyvolat druhotné obavy o bezpečnost, měla by se stanovit maximální povolená délka expozice.

## D 9 Fotografování s bleskem

Umělé zdroje optického záření jsou důležitou součástí profesionální studiové fotografie. Používají se k plošnému a lokálnímu osvětlení, jako pozadí nebo jako blesk.

V tomto případě je možné uvažovat o dvou kategoriích expozice při práci:

- fotograf,
- fotografovaná osoba (např. model).



### D 8.3 Další informace

BGFE • *Informationen für die Glasbearbeitung mit Brennern* – SD 53.

V profesionálním fotografickém studiu se mohou nacházet tyto zdroje:



- zdroj rozptýleného světla,
- generátor blesku,
- blesk z profesionálního fotoaparátu,
- blesk z fotoaparátu pro domácnost.

Tabulka D.9.1 Příklad nejhorší expozice pro současnou přímou expozici uvnitř světelného svazku

	Zdroj rozptýleného světla	Generátor blesku	Blesk z profesionálního fotoaparátu	Blesk z fotoaparátu pro domácnost
Fotograf	√	√	—	—
Model	√	√	√	√

Na základě hodnot spektrálního ozáření a časových charakteristik (délka blesku) pro každý zdroj byla ve zkoumaném rozsahu vzdáleností vyhodnocena nejhorší možná úroveň expozice a tato úroveň byla porovnána s platnými limitními hodnotami expozice.

V případě limitních hodnot expozice pro UV záření a modré světlo se nejhorší možné expozice načítají za dobu 8 hodin a v případě více zdrojů se mohou sčítat: jsou vyjádřeny počtem pořízených snímků (záblesků nebo osvětlení) potřebných na překročení platné limitní hodnoty expozice.

Riziko tepelného poškození sítnice se při expozici delší než 10 sekund nemění s časem a je omezeno zorným polem 100 mrad: při hodnocení tohoto rizika se posuzuje jediný záblesk z jediného zdroje.

Míry nebezpečnosti pro UV, UVA a IR záření byly pro všechny testované zdroje bezvýznamné.

### Tabulka D.9.2 Nejhorší možné úrovně rizika z fotografických blesků

	Zdroj rozptýleného světla	Generátor blesku	Blesk z profesionálního fotoaparátu	Blesk z fotoaparátu pro domácnost
Počet snímků na překročení LHE pro modré světlo	> 10 <sup>7</sup>	> 10 <sup>6</sup>	> 20 000	> 13 000
% LHE pro tepelné poškození sítnice při jediném snímku	< 0,03 %	< 1 %	< 1 %	< 1 %

Nepředpokládá se, že by fotografování představovalo reálné riziko nadměrné expozice optickému záření pro fotografa nebo fotografovanou osobu: k překročení LHE pro modré světlo by bylo potřeba několik tisíc současných záblesků z více zdrojů, pozorovaných uvnitř svazku.

# PŘÍLOHA E Požadavky dalších evropských směrnic

Každá evropská směrnice je výsledkem vzájemně závazného kolektivního rozhodnutí učiněného členskými státy, které jednájí prostřednictvím ministrů svých vlád (v Radě Evropské unie) a poslanců (v Parlamentu). Obě tyto instituce musí schválit text směrnice ve stejném znění. Směrnice pevně stanoví dohodnuté cíle, které mají členské státy sledovat, ale umožňuje určitou pružnost ve způsobech, jak těchto cílů dosáhnout. To, jak každý členský stát směrnicí provede, bude záviset na struktuře jeho právního systému, a způsoby provedení se mohou lišit. V praxi jsou směrnice Unie určeny všem členským státům a je v nich stanovena lhůta, dokdy musí členské státy směrnicí provést do svých vnitrostátních právních předpisů.

V roce 1989 byla zveřejněna směrnice 89/391/EHS o zavádění opatření pro zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců při práci. Tato směrnice se týká řízení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a zakotvuje zásady platné pro toto řízení. Vzhledem k široké oblasti její působnosti není dost dobře možné tuto směrnicí stručně shrnout: prostudování celé směrnice nebo příslušných předpisů, které ji provádějí do legislativy členského státu, v němž daný zaměstnavatel působí, nelze ničím nahradit. Obecně lze říci, že směrnice zavedla povinnost provádět hodnocení rizik podle stanoveného souboru obecných zásad.

Směrnice 89/391/EHS bývá často označována jako „rámcová směrnice“. To proto, že jeden z jejích článků obsahoval závazek přijmout řadu samostatných směrnic, které se budou podrobněji zabývat řízením bezpečnosti a ochrany zdraví pro konkrétní oblasti nebo rizika:

soulad s těmito samostatnými směrnicemi má být zajištěn ve shodě se zásadami rámcové směrnice.

Směrnice 2006/25/ES, „směrnice o optickém záření z umělých zdrojů“, je jednou ze směrnic vydaných v rámci směrnice 89/391/EHS. Dalšími takovými směrnicemi relevantními pro práci s optickým zářením jsou směrnice 89/654/EHS o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví na pracovišti („směrnice o pracovišti“) a směrnice 89/655/EHS o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví pro používání pracovního zařízení zaměstnanci při práci („směrnice o používání pracovního zařízení“).

Směrnice o používání pracovního zařízení byla změněna směrnicí 95/63/ES (také „o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví pro používání pracovního zařízení zaměstnanci při práci“).

Aby zaměstnavatelé vyhověli povinnostem, které jim ukládají právní předpisy s ohledem na optické záření z umělých zdrojů, musí splnit přinejmenším požadavky stanovené ve čtyřech výše uvedených směrnicích. V kterémkoli členském státě však mohou místní právní předpisy ukládat další povinnosti nad rámec povinností stanovených ve směrnicích.

Když se tedy zaměstnavatel snaží vyhovět požadavkům směrnice o optickém záření z umělých zdrojů, měl by pamatovat na to, že existují další požadavky, které se týkají řízení bezpečnosti a ochrany zdraví v souvislosti s optickým zářením:

Rámcová směrnice	Směrnice o pracovišti	Směrnice o používání pracovního zařízení (ve znění pozdějších předpisů)
<p>Kde je to možné, vyhýbat se rizikům.</p> <p>Vyhodnotit nevyhnutelná rizika.</p> <p>Odstraňovat rizika u zdroje.</p> <p>Přizpůsobit pracovní postupy jednotlivci.</p> <p>Přizpůsobovat pracovní postupy technickému pokroku.</p> <p>Nahrazovat nebezpečné bezpečným nebo méně nebezpečným.</p> <p>Zavést komplexní systém prevence rizik, který zahrnuje výrobní postup, organizaci práce, pracovní podmínky a sociální vztahy.</p> <p>Dávat přednost prostředkům kolektivní ochrany před prostředky individuální ochrany.</p> <p>Udílet zaměstnancům vhodné pokyny.</p>	<p>Provádět technickou údržbu vybavení a co nejrychleji odstraňovat nedostatky.</p> <p>Pravidelně udržovat a kontrolovat bezpečnostní vybavení.</p> <p>Informovat zaměstnance (nebo jejich zástupce) o opatřeních, která mají být přijata a týkají se bezpečnosti a ochrany zdraví na pracovišti.</p> <p>Pracoviště v budově a venkovní pracoviště musí být náležitě osvětlena, aby byla zajištěna bezpečnost a ochrana zdraví zaměstnanců. Pokud přirozené světlo není dostačující, je třeba použít umělé osvětlení.</p>	<p>Používání pracovního zařízení, které může představovat zvláštní riziko pro ochranu zdraví, musí být omezeno pouze na osoby pověřené jeho používáním.</p> <p>Opravy, úpravy a údržbu smějí provádět pouze zvlášť určení zaměstnanci.</p> <p>Zaměstnanci by měli dostat vhodné školení o používání pracovního zařízení.</p> <p>Ovládací systémy, které mají vliv na bezpečnost, musí být jasně viditelné.</p> <p>Ovládací systémy musí být umístěny mimo nebezpečné prostory.</p> <p>Obsluhující zaměstnanec musí mít možnost přesvědčit se, že se v nebezpečných prostorech nenachází žádná osoba, nebo musí každému spuštění strojního zařízení předcházet výstražný signál.</p> <p>Porucha ovládacího systému nesmí způsobit nebezpečnou situaci.</p> <p>Zařízení musí být možné spustit pouze záměrným úkonem na ovladači.</p> <p>Zařízení musí být možné znovu spustit pouze záměrným úkonem na ovladači.</p> <p>Zařízení musí být opatřeno ovladačem pro úplné a bezpečné zastavení.</p> <p>Prostory pro práci na zařízení musí být vhodně osvětleny.</p> <p>Varování musí být jednoznačná, zřetelně viditelná a srozumitelná.</p> <p>Údržbářské práce musí být možno provádět bezpečně.</p> <p>Zařízení musí nést varování a označení nepostradatelná pro zajištění bezpečnosti zaměstnanců.</p> <p>Pokud bezpečnost zařízení závisí na podmínkách instalace, musí zařízení podléhat počáteční kontrole (po montáži a před uvedením do provozu).</p> <p>Zařízení vystavená podmínkám způsobujícím poškození musí podléhat pravidelným kontrolám a výsledky těchto kontrol musí být zaznamenávány.</p>

Existuje ještě pět dalších směrnic, které jsou do určité míry důležité pro bezpečnou práci s optickým zářením z umělých zdrojů. Všechny tyto směrnice se týkají dodávky zařízení, která mohou produkovat optické záření nebo která mohou sloužit k mírnění účinků optického záření. Proto se týkají spíše výrobců a dodavatelů zařízení než zaměstnavatelů.

Zaměstnavatel by měl nicméně vědět, že tyto směrnice existují a že jim musí vyhovovat každé tovární nebo výrobní zařízení nebo ochranné zařízení, které je na evropském trhu. Dvě z těchto směrnic také ukládají dodavateli povinnost poskytnout uživateli podrobné informace o povaze záření, prostředcích k ochraně uživa-

tele, způsobech, jak zamezit zneužití a vyloučit rizika plynoucí z instalace.

Jde o tyto směrnice pro dodavatele:

- směrnice 2006/42/ES o strojních zařízeních („směrnice o strojních zařízeních“),
- směrnice 2006/95/ES o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí („směrnice o nízkonapěťových zařízeních“),

- směrnice 89/686/EHS o sblížení právních předpisů členských států týkajících se osobních ochranných prostředků („směrnice o OOP“),
- směrnice 93/42/EHS o zdravotnických prostředcích („směrnice o ZP“),
- směrnice 98/79/ES o diagnostických zdravotnických prostředcích *in vitro* („směrnice *in vitro*“).

Některá důležitá ustanovení těchto směrnic jsou shrnuta v následující tabulce:

Směrnice o strojních zařízeních	Směrnice o nízkonapěťových zařízeních	Směrnice o OOP	Směrnice o ZP a směrnice <i>in vitro</i>
<p>Strojní zařízení musí být dodáváno s vestavěným osvětlením dostatečným pro bezpečné použití.</p> <p>Nežádoucí emise záření musí být vyloučeny nebo sníženy na úroveň, která nemá nepříznivé účinky na osoby.</p> <p>Emise funkčního záření během seřizování, provozu a čištění musí být sníženy na úroveň, která nemá nepříznivé účinky na osoby.</p> <p>Je-li součástí strojního zařízení laserové vybavení, nesmí docházet k jakémukoli náhodnému záření.</p> <p>Lasery musí být instalovány tak, aby záření vzniklé rozptylem nebo odrazem ani sekundární záření neohrožovalo zdraví.</p> <p>Optické zařízení pro sledování nebo seřizování laserového vybavení strojního zařízení musí být takové, aby nevzniklo žádné riziko poškození zdraví.</p> <p>Pokud byly za účelem dosažení shody s výše uvedenými ustanoveními zavedeny nějaké konstrukční prvky, měly by být uvedeny odkazy na příslušné normy.</p>	<p>Směrnice o nízkonapěťových zařízeních se použije na všechna pracovní zařízení určená pro použití v rozsahu jmenovitých napětí střídavých od 50 do 1 000 V a stejnosměrných od 75 do 1 500 V. Stanoví, že žádné takové zařízení nesmí produkovat záření, které by mohlo být nebezpečné.</p>	<p>OOP musí chránit uživatele, aniž by to bylo na úkor zdraví a bezpečnosti jiných osob.</p> <p>OOP musí absorbovat nebo odrážet většinu záření, které může být škodlivé, bez přílišného ovlivnění vidění uživatele.</p> <p>OOP musí být voleny tak, aby expozice očí uživatele nebyla za žádných okolností vyšší než maximální přípustná úroveň expozice.</p> <p>Optické parametry OOP se nesmí za předvídatelných podmínek zhoršovat v důsledku vystavení záření, proti kterému mají poskytovat ochranu.</p>	<p>Prostředky musí být navrženy tak, aby bylo sníženo vystavení pacientů, uživatelů a dalších osob záření.</p> <p>Uživatel musí mít možnost kontrolovat vyzařování.</p> <p>Prostředky musí být opatřeny optickými displeji a/ nebo zvukovými výstrahami.</p> <p>Návody k použití musí obsahovat podrobné informace o povaze emitovaného záření, prostředcích k ochraně uživatele a o způsobech, jak zamezit zneužití a vyloučit rizika plynoucí z instalace.</p>

# PŘÍLOHA F Vnitrostátní právní předpisy členských států EU, kterými se provádí směrnice 2006/25/ES (ke dni 10. prosince 2010), a pokyny

Země	Platné právní předpisy	Platné pokyny
Rakousko	<p>Oö. Landes- und Gemeinde-Dienstrechtsänderungsgesetz 2007 [Landesgesetzblatt (LGBl.), 25/07/2007, 56/2007].</p> <p>Verordnung der Landesregierung über den Schutz der Landes- und Gemeindebediensteten vor der Gefährdung durch künstliche optische Strahlung [Landesgesetzblatt (LGBl.), 18/02/2010, 4/2010].</p> <p>Landesgesetz, mit dem das Oö. Gemeinde-Dienstrechts- und Gehaltsgesetz 2002, das Oö. Gemeindebedienstetengesetz 2001; das Oö. Statutargemeinden-Beamtenengesetz 2002, das Oö. Gemeinde-bediensetm-Schutzgesetz 1999, das Oö. Gemeinde-Gehalts-gesetz, das Oö. Landesbeamtengesetz 1993 und das Oö. Landes-Vertragsbe-dienstetengesetz geändert werden (Oö. Gemeinde- und Landes-Dienstrechtsände-rungsgesetz 2008) [Landesgesetzblatt (LGBl.), 29/08/2008, 73/2008].</p> <p>Verordnung der Wiener Landesregierung, mit der die Verordnung der Wiener Landesre-gierung über den Schutz der in Dienststellen der Gemeinde Wien beschäftigten Bedi-ensetm vor der Einwirkung durch optische Strahlung erlassen und die Verord-nung der Wiener Landesregierung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz in Dienststellen der Gemeinde Wien geändert wird [Landesgesetzblatt (LGBl.), 51/2010, 24/09/2010].</p> <p>Verordnung der Oö. Landesregierung, mit der die Verordnung über den Schutz der Dienstnehmerinnen und Dienstnehmer in der Land- und Forstwirtschaft vor der Einwir-kung durch künstliche optische Strahlung (Oö. VOPST-LF) erlassen wird und mit der die Verordnung über die Gesundheitsüberwachung in der Land- und Forstwirtschaft und die Verordnung über Beschäftigungsverbote und -beschränkungen für Jugendliche in land- und forstwirtschaftlichen Betrieben geändert werden [Landesgesetzblatt (LGBl.), 65/2010, 30/09/2010].</p> <p>Gesetz, mit dem die Dienstordnung 1994 (28. Novelle zur Dienstordnung 1994), die Besoldungsordnung 1994 (36. Novelle zur Besoldungsordnung 1994), die Ver-tragsbedienstetenordnung 1995 (32. Novelle zur Vertragsbedienstetenordnung 1995), die Pensionsordnung 1995 (20. Novelle zur Pensionsordnung 1995), das Ruhe- und Versorgungsenusszulagegesetz 1995 (9. Novelle zum Ruhe- und Versorgungsenusszulagegesetz 1995), das Unfallfürsorgegesetz 1967 (17. Novelle zum Unfall-fürsorgegesetz 1967), das Wiener Bedienstetenschutzge-setz 1998 (5. Novelle zum Wiener Bedienstetenschutzge-setz 1998), das Wiener Personalvertretungsgesetz (16. Novelle zum Wiener Personalvertretungsgesetz), das Wiener Bezügegesetz 1995 (10. Novelle zum Wiener Bezügegesetz 1995), das Wiener Verwaltungen-senat-Dienstrechtsgesetz 1995 (11. Novelle zum Wiener Verwaltungen-senat-Dienstrechtsgesetz 1995) und das Gesetz über den Unabhängigen Verwaltungen-senat Wien (8. No-velle zum Gesetz über den Unabhängigen Verwaltungen-senat Wien) geändert werden und das Wiener Elter-n-Karenzgeldzuschussgesetz aufgehoben wird [Landesgesetzblatt (LGBl.), 42/2010, 17/09/2010].</p> <p>Verordnung der Salzburger Landesregierung vom 1. Juli 2010 über Schutzvorschri-ften vor Gefährdung durch künstliche optische Strahlung (S.ko5-V) [Landesgesetzblatt (LGBl.), 55/2010, 06/08/2010].</p> <p>Verordnung des Bundesministers für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz, mit der die Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmer/innen vor der Einwirkung durch optische Strahlung (Verordnung optische Strahlung – VOPST) erlassen wird und mit der die Verordnung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz und die Verord-nung über Beschäftigungsverbote und -beschränkungen für Jugendliche geändert werden [Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich (BGBl.), II Nr. 221/2010, 08/07/2010].</p>	<p>Sicherheitsinformation der Allge-meinen Unfallversicherungsanstalt: Sicherheit Kompakt: M 014 UV-Strahlenbelastung am Arbeitsplatz</p> <p>M 080 Grundlagen der Lasersicherheit</p>
Belgie	<p>FEDERALE OVERHEIDSDIENST WERKGELEGENHEID, ARBEID EN SOCIAAL OVERLEG – 22 APRIL 2010. – Koninklijk besluit betreffende de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de werknemers tegen de risico's van kunstmatige optische straling op het werk [Moniteur Belge, 06/05/2010, 25349-25386].</p>	

Země	Platné právní předpisy	Platné pokyny
Bulharsko	<p>Наредба № 5 от 11 юни 2010 г. за минималните изисквания за осигуряване на здравето и безопасността на работещите при рискове, свързани с експозиция на изкуствени оптични лъчения [Държавен вестник, 49, 29/06/2010, 00035-00048]</p> <p>Кодекс на труда [Държавен вестник, 15, 23/02/2010]</p> <p>Закон за здравословни и безопасни условия на труд [Държавен вестник, 12, 12/02/2010]</p> <p>Наредба № 7 от 23.09.1999 г. за минималните изисквания за здравословни и безопасни условия на труд на работните места и при използване на работното оборудване [Държавен вестник, 40, 18/04/2008]</p>	
Kypr	<p>Οι Περὶ Ασφάλειας καὶ Υγιείας στὴν Ἐργασία. (Τεχνιτὴ Ὀπτικὴ Ἀκτινοβολία) Κανονισμοὶ τοῦ 2010 [Cyprus Gazette, 4433, 11/06/2010, 01473-01493]</p>	
Česká republika	<p>Zákon č. 320/2002 Sb., o změně a zrušení některých zákonů v souvislosti s ukončením činnosti okresních úřadů (Sbírka zákonů ČR, 18/07/2002).</p> <p>Zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu (Sbírka zákonů ČR, 30/03/1966).</p> <p>Zákon č. 111/2007 Sb., kterým se mění zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, ve znění pozdějších předpisů, a některé další zákony (Sbírka zákonů ČR, 15/05/2007).</p> <p>Zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci) (Sbírka zákonů ČR, 22/06/2006).</p> <p>Nařízení vlády č. 106/2010 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 1/2008 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením (Sbírka zákonů ČR, 19/04/2010).</p> <p>Zákon č. 141/1997 Sb., kterým se mění a doplňuje zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, ve znění pozdějších předpisů, a zákon České národní rady č. 36/1975 Sb., o pokutách za porušování právních předpisů o vyvážení a ochraně zdravotních životních podmínek, ve znění zákona České národní rady č. 137/1982 Sb. (Sbírka zákonů ČR, 24/02/1997).</p> <p>Zákon České národní rady č. 548/1991 Sb., kterým se mění a doplňuje zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, ve znění zákona České národní rady č. 210/1990 Sb. a zákona České národní rady č. 425/1990 Sb. (Sbírka zákonů ČR, 30/12/1991).</p> <p>Nařízení vlády č. 1/2008 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením (Sbírka zákonů ČR, 09/01/2008).</p> <p>Zákon č. 392/2005 Sb., kterým se mění zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a některé další zákony (Sbírka zákonů ČR, 27/09/2005).</p> <p>Zákon č. 274/2003 Sb., kterým se mění některé zákony na úseku ochrany veřejného zdraví (Sbírka zákonů ČR, 27/08/2003).</p> <p>Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů (Sbírka zákonů ČR, 11/08/2000).</p> <p>Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce (Sbírka zákonů ČR, 07/06/2006).</p> <p>Zákon č. 48/1997 Sb., o veřejném zdravotním pojištění a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů (Sbírka zákonů ČR, 07/03/1997).</p> <p>Zákon č. 362/2007 Sb., kterým se mění zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony (Sbírka zákonů ČR, 28/12/2007).</p>	<p>Směrnice č. 61 o hygienických zásadách pro práci s lasery. Plakát UV záření (varování před nebezpečnými UV záření). Pokyny ICNIRP.</p>
Dánsko	<p>Bekendtgørelse om beskyttelse mod udsættelse for kunstig optisk stråling i forbindelse med arbejdet [Lovtidende A, 29/05/2010].</p> <p>Bekendtgørelse om beskyttelse mod risici ved udsættelse for kunstig optisk stråling på offshoreanlæg m.v. [Lovtidende A, 21/04/2010].</p>	<p>Dánský zákon o pracovním prostředí stanoví, že je třeba zajistit „bezpečné a zdravé pracovní prostředí“. Při jeho provádění se používají jako vodítka doporučení ICNIRP k optickému záření společně s platnými evropskými normami (např. EN 60825 a EN 207/208).</p>
Estonsko	<p>TÖÖTERVISHOIU JA TÖÖOHUTUSE SEADUSE MUUTMISE SEADUS [Elektrooniline Riigi Teataja, , , RTI, 16.01.2007, 3, 11].</p> <p>Töötervishoiu ja tööohutuse nõuded tehiskult optilise kiirgusest mõjutatud töökeskkonnas, tehiskult optilise kiirguse piirmormid ja kiirguse mõõtmise kord1 [Elektrooniline Riigi Teataja, , , RTI, 22.04.2010, 16, 84].</p>	



Země	Platné právní předpisy	Platné pokyny
Finsko	Valtioneuvooston asetus työntekijöiden suojelemiseksi optiselle säteilylle altistumisesta aiheutuvalta vaaroilta / Statsrådets förordning om skydd av arbetstagare mot risker som uppstår vid exponering för optisk strålning [Suomen Saadoskokoelma (SK), 5. 3. 2010, 00703-00720, 146/2010]	
Francie	Décret no 2010-750 du 2 juillet 2010 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements optiques artificiels [Journal Officiel de la République Française (JORF), 04/07/2010]	
Německo	Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 2006/25/EG zum Schutz der Arbeitnehmer vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung und zur Änderung von Arbeitsschutzverordnungen vom 19. Juli 2010 [Bundesgesetzblatt Teil 1 (BGB 1), 38. 26/07/2010, 00960-00967]	<p>Informace BGI 5006: „Limitní hodnoty expozice pro optické záření z umělých zdrojů“  Obecné zásady pro neionizující záření: „Laserové záření“  Obecné zásady pro neionizující záření: „Ultrafialové záření z umělých zdrojů“  Obecné zásady pro neionizující záření: „Viditelné a infračervené záření“  Metody hodnocení rizika optického záření z umělých zdrojů jsou popsány v těchto dokumentech:  DIN EN 60825-1: 2008: „Bezpečnost laserových zařízení – Část 1: Klasifikace zařízení, požadavky a příručka pro uživatele“  DIN EN 14255-1: 2005: „Měření a hodnocení osobních dávek při vystavení inkoherentnímu optickému záření – Část 1: Ultrafialové záření vyslané umělými zdroji na pracovní místa“  IEC 62471: 2006: „Fotobiologická bezpečnost světelných zdrojů a soustav světelných zdrojů“  DIN EN 12198-1:2000 „Bezpečnost strojních zařízení – Posuzování a snižování rizik vznikajících zářením emitovaným strojními zařízeními – Část 1: Všeobecné zásady“  Obecné zásady pro neionizující záření: „Ultrafialové záření z umělých zdrojů“  BGR 107: Pravidla bezpečnosti pro sušicí zařízení tiskařských a papírenských strojů  Metody snižování rizika optického záření z umělých zdrojů jsou popsány v těchto dokumentech:  Nařízení o předcházení nehodám BGV B2: „Laserové záření“  Informace BGI 5006: „Limitní hodnoty expozice pro optické záření z umělých zdrojů“  Informace BGI 5007: „Laserová zařízení pro laserové show a projekce“  DIN EN 12198-3:2002 „Bezpečnost strojních zařízení – Posuzování a snižování rizik vznikajících zářením emitovaným strojními zařízeními – Část 3: Snižování záření tlumením nebo stíněním“  Obecné zásady pro neionizující záření: „Laserové záření“  Obecné zásady pro neionizující záření: „Ultrafialové záření z umělých zdrojů“  Na odvětvové úrovni jsou metody snižování rizika popsány v těchto dalších dokumentech:  Nařízení o předcházení nehodám BGV D1: „Sváření, řezání a související metody“  „UV sušení“, Verband Druck und Medien  Merkblatt über Betrachtungsplätze für die fluoreszierende Prüfung mit dem Magnetpulver- und Eindringverfahren – Ausrüstung und Schutzmaßnahmen bei Arbeiten mit UV-Strahlung  Informace BGI 5092 Auswahl von Laser-Schutzbrillen und Laser-Justierbrillen  Informace BGI 5031 Umgang mit Lichtwellenleiter-Kommunikations-Systemen (LWKS)  Brožury a letáky:  Brožura spolkového institutu pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci: „Damit nichts ins Auge geht... – Schutz vor Laserstrahlung“  Leták spolkového institutu pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci: „Oslnění: chvíle slepoty. Ochrana proti optickému záření.“  Leták spolkového institutu pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci: „Ruční lasery na obrábění materiálů“</p>
Řecko	Ελάχιστες προδιαγραφές υγείας και ασφάλειας όσον αφορά στην έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους προερχόμενους από φυσικούς παράγοντες (τεχνητή οπτική ακτινοβολία), σε συμμόρφωση με την οδηγία 2006/25/ΕΚ [Εφημερίδα της Κυβερνήσεως (ΦΕΚ) (Τεύχος Α), 145, 01/09/2010, 03075-03094]	

Země	Platné právní předpisy	Platné pokyny
Maďarsko	<p>1991. évi XI. Törvény az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálatról [Magyar Közlöny, 00753-00759]</p> <p>2/1998. (I. 16.) MúM rendelet a munkahelyen alkalmazandó biztonsági és egészségvédelmi jelzésekről [Magyar Közlöny, 16/01/1998, 174-192, 2]</p> <p>A Kormány 218/1999. (XII. 28.) Korm. rendelete az egyes szabálysértésekről [Magyar Közlöny, 28/12/1999, 08942-08968, 1999/125]</p> <p>Az egészségügyi miniszter 22/2010. (V. 7.) EüM rendelete a munkavállalókat érő mesterséges optikai sugárzás expozícióra vonatkozó minimális egészségügyi és biztonsági követelményekről [Magyar Közlöny, 14597-14614]</p> <p>1997. évi XLVII. Törvény az egészségügyi és a hozzájuk kapcsolódó személyes adatok kezeléséről és védelméről [Magyar Közlöny, 5. 6. 1997, 03518-03528, 1997/49]</p> <p>2009. évi CLIV. Törvény az egyes egészségügyi tárgyú törvények módosításáról [Magyar Közlöny, 47035-47090]</p> <p>1993. évi XCIII. tv. a munkavédelemről [Magyar Közlöny, 3. 11. 1993, 9942-9953, 160]</p> <p>33/1998. (VI. 24.) nm rendelet a munkaköri, szakmai, illetve személyi higiénés alkalmasság orvosi vizsgálatáról és véleményezéséről [Magyar Közlöny, 24. 6. 1998, 4489-4516, 54]</p>	<p>V Maďarsku platí také tyto evropské normy: IEC 60825 -1,-2,-4,-12, IEC 60335-2-27 IEC 60601-2-22 EN 12198-1 EN 14255-1,-2,-4</p>
Irsko	<p>S.I. č. 176 z roku 2010 SAFETY, HEALTH AND WELFARE AT WORK (GENERAL APPLICATION) (AMENDMENT) REGULATIONS 2010 (<i>Předpisy o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a dobrých pracovních podmínkách (všeobecné použití) (přepřevzaté znění) z roku 2010</i>) [Iris Oifigiúil, 4. 5. 2010, 00628-00629, 176 z roku 2010]</p>	<p>Pokyny ICNIRP</p>
Itálie	<p>Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro [Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, 30. 04. 2008, S.O. N.108/L – G.U.N. 101].</p>	
Lotyšsko	<p>Ministru kabineta 2009.gada 30.jūnijā noteikumi Nr.731 „Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret maksīgā optiskā starojuma radīto risku darba vidē” [Latvijas Vēstnesis, 7. 7. 2009, 105]</p>	<p>Lotyšská norma: Měření a hodnocení osobních dávek při vystavení inkohorentnímu optickému záření – Část 2: Viditelné a infračervené záření/vysílané umělými zdroji na pracovišti</p>
Litva	<p>LIETUVOS RESPUBLIKOS ADMINISTRACINIŲ TEISĖS PAŽEIDIMŲ KODEKSO 5, 41, 51(5), 51(12), 55, 58, 70, 76, 77, 77(1), 81, 82, 84(1), 87, 89(1), 91, 99(8), 183, 188(4), 188(9), 189(1), 214(3), 221, 224, 225, 232(1), 237, 242, 244, 246(2), 259(1), 262, 263, 268, 320 STRAIPSNIŲ PAKETIMO BEI PAPILDYMO IR KODEKSO PAPILDYMO 42(4), 51(18), 51(19), 51(20), 51(21), 51(22), 56(2), 58(1), 78(1), 89(2), 99(9), 99(10), 148, 173(20), 173(21) STRAIPSNIAIS ĮSTATYMAS Nr. X-691 [Nouvelles de l'Etat, 30. 6. 2006, 73].</p> <p>Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2007 m. spalio 5 d. įsakymas Nr. A1-277/V-785 „Dėl 2007 m. birželio 20 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 2007/30/EB, iš dalies keičiančios Tarybos direktyva 89/391/EEB, jos atskiras direktyvas ir Tarybos direktyvas 83/477/EEB, 91/383/EEB, 92/29/EEB bei 94/33/EB, siekiant supaprastinti ir racionalizuoti praktinio įgyvendinimo ataskaitas, įgyvendinimo“ 2007 m. spalio 5 d. Nr. A1-277/V-785 [Nouvelles de l'Etat, 11. 10. 2007, 105]</p> <p>Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2007 m. gruodžio 14 d. įsakymas Nr. A1-366/V-1025 „Dėl darbuotojų apsaugos nuo dirbtinės optinės spinduliuotės keliamos rizikos nuostatų patvirtinimo“ [Nouvelles de l'Etat, 22. 12. 2007, 136]</p> <p>Lietuvos Respublikos administracinių teisės pažeidimų kodekso pakeitimo ir papildymo įstatymas Nr. VIII-1543 [Nouvelles de l'Etat, 15. 3. 2000, 22]</p>	
Lucembursko	<p>Règlement grand-ducal du 26 juillet 2010 1. relatif aux prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des salariés aux risques dus aux agents physiques (rayonnements optiques artificiels et rayonnement solaire) 2. portant modification du règlement grand-ducal modifié du 17 juin 1997 concernant la périodicité des examens médicaux en matière de médecine du travail [Mémorial Luxembourgeois A, 131, 12/08/2010, 02164-02182]</p>	

Země	Platné právní předpisy	Platné pokyny
Malta	L.N. 250 z roku 2010 OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY AUTHORITY ACT (CAP 424) <i>(Zákon o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci (hl. 424))</i> Work Place (Minimum Health and Safety Requirements for the Protection of Workers from Risks resulting from Exposure to Artificial Optical Radiation) Regulations, 2010 <i>(Předpisy o pracovištích (minimální zdravotní a bezpečnostní požadavky na ochranu zaměstnanců před riziky plynoucími z expozice optického záření z umělých zdrojů), 2010)</i> [The Malta government gazette, 30. 4. 2010, 02403-02450, 18586]	
Nizozemsko	Besluit van 1 februari 2010 tot wijziging van het Arbeidsomstandighedenbesluit, houdende regels met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van kunstmatige optische straling [Staatsblad, 9. 3. 2010, 00001-00021, 5tb, 2010, 103]	Optische straling in arbeidsituaties
Polsko	Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 27 maja 2010 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z ekspozycją na promieniowanie optyczne [Dziennik Ustaw, 2010/100/643, 09/06/2010] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 lipca 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [Dziennik Ustaw, 2010/141/950, 06/08/2010]	Existuje několik publikací věnovaných metodice hodnocení rizika optického záření při práci a pokynům. Ide o tyto publikace: <i>Hodnocení rizika při práci. Část 1: Metodický základ</i> , vyd. M.W. Zawieska, CIOP-PIB, Varšava, 2004 (3. vydání). <i>Hodnocení rizika při práci. Část 2. STER-počítacová podpora</i> , vyd. M.W. Zawieska, CIOP, Varšava, 2000. <i>Riziko při práci. Metodický základ pro hodnocení</i> , vyd. M.W. Zawieska, CIOP-PIB, Varšava, 2007.
Portugalsko	Assembleia da República-Estabelece as prescrições mínimas para protecção dos trabalhadores contra os riscos para a saúde e a segurança devidos à exposição, durante o trabalho, a radiações ópticas de fontes artificiais, transpondo a Directiva n.º 2006/25/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril [Diário da República, 168, 30/08/2010, 03770-03782] Assembleia da República Rectifica a Lei n.º 25/2010, de 30 de Agosto, que estabelece as prescrições mínimas para protecção dos trabalhadores contra os riscos para a saúde e a segurança devidos à exposição, durante o trabalho, a radiações ópticas de fontes artificiais, transpondo a Directiva n.º 2006/25/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, publicada no Diário da República, 1.ª série, n.º 168, de 30 de Agosto de 2010 [Diário da República I, 209, 27/10/2010, 04849-04859]	
Rumunsko	Hotărârea Guvernului privind cerințele minime de securitate și sănătate în muncă referitoare la expunerea lucrătorilor la riscuri generate de radiațiile optice artificiale [Monitorul Oficial al României, 427, 25/06/2010, 00002-00015]	
Slovensko	Zákon č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov [Zbierka zákonov SR, 31. 7. 2007, 154] Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 410/2007 Z. z. o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou umelému optickému žiareniu [Zbierka zákonov SR, 1. 9. 2007, 178]	
Slovinsko	Uredba o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti umetnim optičnim sevanjem [Uradni list RS, 34/2010, 30/04/2010, 04892-04909]	

Země	Platné právní předpisy	Platné pokyny
Španělsko	<p>Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales</p> <p>[Boletín Oficial del Estado (B.O.E), 24. 4. 2010, 36103-36120, 99/2010]</p> <p>Corrección de errores del Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales</p> <p>[Boletín Oficial del Estado (B.O.E), 6. 5. 2010, 40171-40171, 110/2010]</p>	<p>NORMY</p> <p>UNE-CR 13464: 1999 „Guía para la selección, utilización y mantenimiento de los protectores oculares y faciales de uso profesional“.</p> <p>UNE EN 166: 2002 „Protección individual del ojo. Requisitos“.</p> <p>UNE EN 169: 2003 „Protección individual de los ojos. Filtros para soldadura y técnicas relacionadas. Especificaciones del coeficiente de transmisión (transmitancia) y uso recomendado“.</p> <p>UNE EN 170: 2003 „Protección individual de los ojos. Filtros para el ultravioleta. Especificaciones del coeficiente de transmisión (transmitancia) y uso recomendado“.</p> <p>UNE EN 207 „Filtros y protectores de los ojos contra la radiación láser (gafas de protección láser)“: (Esta norma tiene ampliaciones y modificaciones).</p> <p>UNE EN 208 „Gafas de protección para los trabajos de ajuste de láser y sistemas láser (gafas de ajuste láser)“.</p> <p>Esta norma tiene ampliaciones y modificaciones).</p> <p>UNE-EN 60825 „Seguridad de los productos láser“ esta norma tiene varias partes y numerosas correcciones.</p> <p>UNE-EN 14255 Medición y evaluación de la exposición de las personas a la radiación óptica incoherente. (Esta norma tiene varias partes).</p> <p>PLAKÁTY</p> <p>La Directiva 2006/25/CE sobre exposición laboral a radiaciones ópticas artificiales.</p> <p>Metodika hodnocení expozice optickému záření při práci.</p> <p>Spectralimit: Aplikace pro hodnocení expozice UV a viditelnému záření při práci.</p> <p>Další dokumenty Národního ústavu pro bezpečnost a zdraví při práci (INSHT)</p> <p>NTP 755: „Radiaciones ópticas: Metodología de evaluación de la exposición laboral“.</p> <p>NTP 654: Láseres: nueva clasificación del riesgo (UNE EN 60825-1 /A2: 2002).</p> <p>NTP 261: Láseres: riesgos en su utilización.</p> <p>FDN-17: Selección de pantallas faciales y gafas de protección.</p> <p>FDN-23: Comercialización de las Pantallas de Protección para Soldadores.</p> <p>Guías orientativas para la selección y utilización de EPI – Protectores oculares y faciales.</p> <p>CD_R_Piedcházene rizikům při práci. Pokročilé školení pro výkon vysokých funkcí. Verze 2.</p> <p>Algunas cuestiones sobre seguridad Láser. (Néktará témata týkající se laserové bezpečnosti).</p> <p>Evaluación de las Condiciones de Trabajo en la pequeña y mediana empresa.</p> <p>Riesgos por radiaciones ópticas procedentes de fuentes luminosas.</p> <p>La exposición laboral a radiaciones ópticas.</p>
Švédsko Spojené království	<p>Arbetsmiljöverkets föreskrifter om artificiell optisk strålning (AFS 2009:7)</p> <p>[Arbetsmiljöverkets författningssamling (AFS), 10. 11. 2009, 2009:7]</p> <p>The Control of Artificial Optical Radiation at Work Regulations 2010 [Her Majesty's Stationery Office (HMSO), 06/04/2010, GB SI 2010 No. 1140]</p> <p>The Control of Artificial Optical Radiation at Work Regulations (Northern Ireland) 2010 [Her Majesty's Stationery Office (HMSO), SR of NI 2010 No.180]</p> <p>Factories (Protection of Workers from Physical Agents) (Artificial Optical Radiation) Regulations 2010 [Gibraltar Gazette, 3801, 29/07/2010]</p>	<p>MHRA DB2008(03) Pokyn k bezpečnému používání laserů, systémů zdrojů intenzivního světla a LED při lékařských, chirurgických, dentistických a estetických vykonech.</p> <p>HSG95 Radiční bezpečnost laserů používaných k zobrazovacím účelům.</p>

# PŘÍLOHA G Evropské a mezinárodní normy

Existuje řada evropských norem, které se týkají výrobků, jež vyzařují optické záření, a které popisují emise a stanovní ochranná opatření. Existuje také řada mezinárodních norem vypracovaných organizacemi ISO, IEC a CIE, které dosud nebyly publikovány jako evropské normy. Třetí skupinu tvoří pokyny, které byly publikovány na mezinárodní úrovni, ale nemusely je přijmout všechny členské státy.

To, že je určitý dokument zařazen do této přílohy, nemusí znamenat, že si jej zaměstnavatel musí obstarat a poskytovat. Některé z těchto dokumentů však mohou zaměstnavatelům pomoci při hodnocení a řízení rizik.

## G 1 Evropské normy

EN 165: 2005 – Osobní prostředky na ochranu očí – Slovník

EN 166: 2002 – Osobní prostředky na ochranu očí – Základní ustanovení

EN 167: 2002 – Osobní prostředky na ochranu očí – Optické zkušební metody

EN 168: 2002 – Osobní prostředky na ochranu očí – Neoptické zkušební metody

EN 169: 2002 – Osobní prostředky na ochranu očí – Filtry pro svařování a podobné technologie. Požadavky na činitel prostupu a doporučené použití

EN 170: 2002 – Osobní prostředky na ochranu očí – Filtry proti ultrafialovému záření. Požadavky na činitel prostupu a doporučené použití

EN 171: 2002 – Osobní prostředky na ochranu očí – Filtry proti infračervenému záření. Požadavky na činitel prostupu a doporučené použití

EN 175: 1997 – Osobní ochrana – Prostředky pro ochranu očí a obličejů při svařování a podobných postupech

EN 207: 1998 – Filtry a brýle proti laserovému záření

EN 208: 1998 – Brýle pro justiční práce s lasery a laserovými systémy

EN 349: 1993 – Bezpečnost strojních zařízení – Nejmenší mezery k zamezení stlačení částí lidského těla

EN 379: 2003 – Osobní prostředky na ochranu očí – Automatické svářečské filtry

EN 953: 1997 – Bezpečnost strojních zařízení – Ochranné kryty – Všeobecné požadavky pro konstrukci a výrobu pevných a pohyblivých ochranných krytů

EN 1088: 1995. Blokovací zařízení spojená s ochrannými kryty

EN 1598: 1997 – Ochrana zdraví a bezpečnost práce při svařování a příbuzných procesech – Průsvitné závěsy, pásy a zástěny pro obloukové svařování

EN ISO 11145: 2001 – Optika a optické přístroje – Lasery a laserová zařízení – Slovník a značky

EN ISO 11146-1: 2005 – Lasery a laserová zařízení – Zkušební metody pro šířky, úhly divergence a poměry šíření laserového svazku – Stigmatické a jednoduché astigmatické svazky

EN ISO 11146-2: 2005 – Lasery a laserová zařízení – Zkušební metody pro šířky, úhly divergence a poměry šíření laserového svazku – Hlavní astigmatické svazky

EN ISO 11149: 1997 – Optika a optické přístroje – Lasery a laserová zařízení – Konektory optických vláken pro laserové aplikace s výjimkou telekomunikace

- EN ISO 11151-1: 2000 – Lasery a laserová zařízení – Standardní optické prvky – Optické prvky pro ultrafialovou, viditelnou a blízkou infračervenou spektrální oblast
- EN ISO 11151-2: 2000 – Lasery a laserová zařízení – Standardní optické prvky – Optické prvky pro infračervenou spektrální oblast
- EN ISO 11252: 2004 – Lasery a laserová zařízení – Laserové přístroje – Minimum požadavků na dokumentaci
- EN ISO 11254-3: 2006 – Lasery a laserová zařízení – Určení prahu poškození optických povrchů způsobeného laserovým zářením – Určení zatížitelnosti vzhledem k výkonu (energii) laseru
- EN ISO 11551: 2003 – Optika a optické přístroje – Lasery a laserová zařízení – Zkušební metody pro absorptanci optických prvků laserů
- EN ISO 11553-1: 2005 – Bezpečnost strojních zařízení – Stroje pro laserové opracování – Všeobecné bezpečnostní požadavky
- EN ISO 11553-2: 2007 – Bezpečnost strojních zařízení – Stroje pro laserové opracování – Bezpečnostní požadavky pro ruční laserové opracování
- EN ISO 11554: 2006 – Optika a fotonika – Lasery a laserová zařízení – Metody měření výkonu, energie a časových parametrů laserových svazků
- EN ISO 11670: 2003 – Lasery a laserová zařízení – Metody měření parametrů laserového svazku – Stabilita polohy svazku
- EN ISO 11810-1: 2005 – Lasery a laserová zařízení – Zkušební metoda a klasifikace odolnosti operačních roušek a dalších příkrývek pro ochranu nemocného vůči účinkům laserového záření – Primární zapálení a průnik
- EN ISO 11810-2: 2007 – Lasery a laserová zařízení – Zkušební metoda a klasifikace odolnosti operačních roušek a dalších příkrývek pro ochranu nemocného vůči únikům laserového záření – Sekundární zapálení
- EN ISO 11990: 2003 – Optika a optické přístroje – Lasery a laserová zařízení – Stanovení odolnosti úchytky tracheální kanyly vůči účinkům laserového záření
- EN ISO 12005: 2003 – Lasery a laserová zařízení – Metody měření parametrů laserového svazku – Polarizace
- EN ISO 12100-1: 2003 – Bezpečnost strojních zařízení – Základní pojmy, všeobecné zásady pro konstrukci – Část 1: Základní terminologie, metodologie
- EN ISO 12100-2: 2003 – Bezpečnost strojních zařízení – Základní pojmy, všeobecné zásady pro konstrukci – Část 2: Technické zásady
- EN 12254: 1998 – Clonící zařízení pro pracovní místa s laserovými zařízeními – Bezpečnostní požadavky a zkoušení
- EN ISO 13694: 2001 – Optika a optické přístroje – Lasery a laserová zařízení – Metody měření rozdělení hustoty výkonu (energie) laserového svazku
- EN ISO 13695: 2004 – Optika a optické přístroje – Lasery a laserová zařízení – Metody měření spektrálních charakteristik laserů
- EN ISO 13697: 2006 – Optika a fotonika – Lasery a laserová zařízení – Zkušební metody pro zrcadlovou odraznost a propustnost optických součástí laserů
- EN 13857: 2008 – Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečné vzdálenosti k zamezení dosahu k nebezpečným místům horními a dolními končetinami
- EN ISO 14121-1: 2007 – Bezpečnost strojních zařízení – Posouzení rizika – Část 1: Zásady
- EN 14255-1: 2005 – Měření a hodnocení osobních dávek při vystavení inkoherentnímu optickému záření – Část 1: Ultrafialové záření vysílané umělými zdroji na pracovní místa
- EN 14255-2: 2005 – Měření a hodnocení osobních dávek při vystavení inkoherentnímu optickému záření – Část 2: Viditelné a infračervené záření vysílané umělými zdroji na pracovní místa
- EN 14255-4: 2006 – Měření a hodnocení osobních dávek při vystavení inkoherentnímu optickému záření – Část 4: Terminologie a veličiny používané při měření dávek-UV, viditelného a infračerveného záření

EN ISO 14408: 2005 – Tracheální trubice pro laserovou chirurgii – Požadavky na značení a poskytované informace

EN ISO 15367-1: 2003 – Lasery a laserová zařízení – Metody měření tvaru laserového svazku – Terminologie a základní aspekty

EN ISO 15367-2: 2005 – Lasery a laserová zařízení – Měřicí metody pro určení tvaru vlnoplochy laserového svazku – Shack-Hartmannovy detektory

EN ISO 17526: 2003 – Optika a optické přístroje – Lasery a laserová zařízení – Životnost laserů

EN ISO 22827-1: 2005 – Zkoušky způsobilosti Nd:YAG laserových svařovacích zařízení – Lasery s rozvodem optickými vlákny – Laserové zařízení

EN ISO 22827-2: 2005 – Zkoušky způsobilosti Nd:YAG laserových svařovacích zařízení – Lasery s rozvodem optickými vlákny – Pohybový mechanismus

EN 60601-2-22: 1996 – Zdravotnické elektrické přístroje. Část 2: Zvláštní požadavky na bezpečnost diagnostických a terapeutických laserových přístrojů

EN 60825-1: 2007 – Bezpečnost laserových zařízení – Část 1: Klasifikace zařízení a požadavky

EN 60825-2: 2004 – Bezpečnost laserových zařízení – Část 2: Bezpečnost komunikačních systémů s optickými vlákny (OFCS)

EN 60825-4: 2006 – Bezpečnost laserových zařízení – Část 4: Ochranné kryty laserů

EN 60825-12: 2004 – Bezpečnost laserových zařízení – Část 12: Bezpečnost systémů prostorové optické komunikace užívaných pro přenos informací

EN 61040: 1993 – Detektory, přístroje a vybavení pro měření výkonu a energie laserového záření

## G 2 Evropské pokyny

CLC/TR 50488: 2005 – *Guide to levels of competence required in laser safety* (Příručka k požadovaným úrovním odborné způsobilosti v oblasti laserové bezpečnosti)

## G 3 Dokumenty ISO, IEC a CIE

ISO/TR 11146-3: 2004 – *Lasers and laser-related equipment. Test methods for laser beam widths, divergence angles and beam propagation ratios. Intrinsic and geometrical laser beam classification, propagation and details of test methods* (Lasery a laserová zařízení – Zkušební metody pro šířky, úhly divergence a poměry šíření laserového svazku. Standardní a geometrická klasifikace laserového svazku, šíření a údaje o zkušebních metodách)

ISO TR 11991: 1995 *Guidance on airway management during laser surgery of upper airway* (Pokyny k řízení dýchacích cest během laserové operace horních cest dýchacích)

ISO/TR 22588: 2005 *Optics and photonics. Laser and laser-related equipment. Measurement and evaluation of absorption-induced effects in laser optical components* (Optika a fotonika – Lasery a laserová zařízení – Měření a vyhodnocování absorpcí vyvolaných účinků u optických komponent laserových systémů)

IEC/TR 60825-3: 2008 *Safety of Laser Products. Part 3: Guidance for laser displays and shows* (Bezpečnost laserových zařízení – Část 3: Pokyny pro laserová představení a laserové show)

IEC TR 60825-5: 2003 *Safety of Laser Products. Part 5: Manufacturer's checklist for IEC 60825-1* (Bezpečnost laserových zařízení – Část 5: Kontrolní seznam výrobce k IEC 60825-1)

IEC/TR 60825-8: 2006 *Safety of Laser Products. Part 8: Guidelines for the safe use of laser beams on humans* (Bezpečnost laserových zařízení – Část 8: Pokyny pro bezpečné použití laserových svazků na člověku)

IEC/TR 60825-13: 2006 *Safety of Laser Products. Part 13: Measurements for Classification of Laser Products* (Bezpečnost laserových zařízení – Část 13: Měření pro účely klasifikace laserových zařízení)

IEC TR 60825-14: 2004 *Safety of Laser Products. Part 14: A user's guide* (Bezpečnost laserových zařízení – Část 14: Příručka pro uživatele)

IEC 62471: 2006 – Fotobiologická bezpečnost světelných zdrojů a soustav světelných zdrojů

CIE S 004-2001: *Colours of Light Signals* (Barvy světelných signálů)

ISO 16508/CIE S006.1/E-1999 : *Joint ISO/CIE Standard: Road Traffic Lights – Photometric Properties of 200 mm Roundel Signals* (Společná norma ISO/CIE: Světelná signalizační zařízení silniční dopravy – Fotometrické vlastnosti kruhových signalizačních zařízení o průměru 200 mm)

ISO 17166/CIE S007/E-1999: *Joint ISO/CIE Standard: Erythema Reference Action Spectrum and Standard Erythema Dose* (Společná norma ISO/CIE: Referenční akční spektrum pro erytém a standardní dávka pro erytém)

ISO 8995-1: 2002(E)/CIE S 008/E: 2001: *Joint ISO/CIE Standard: Lighting of Work Places – Part 1: Indoor [incl. Technical Corrigendum ISO 8995:2002/Cor. 1:2005(E)]* (Společná norma ISO/CIE: Osvětlení pracovišť – Část 1: Pracoviště v budovách (včetně opravy ISO 8995:2002/Cor. 1:2005(E)))

CIE S 009/D: 2002: *Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen*

ISO 23539: 2005(E)/CIE S 010/E: 2004: *Joint ISO/CIE Standard: Photometry – The CIE System of Physical Photometry* (Společná norma ISO/CIE: Fotometrie – Systém fyzikální fotometrie CIE)

ISO 23603: 2005(E)/CIE S 012/E: 2004: *Joint ISO/CIE Standard: Standard Method of Assessing the Spectral Quality of Daylight Simulators for Visual Appraisal and Measurement of Colour* (Společná norma ISO/CIE: Standardní metoda hodnocení spektrální kvality simulátorů denního světla pro vizuální hodnocení a měření barvy)

CIE S 015: 2005: *Lighting of Outdoor Work Places* (Osvětlení venkovních pracovišť)

ISO 8995-3: 2006(E)/CIE S 016/E: 2005: *Joint ISO/CIE Standard: Lighting of work places – Part 3: Lighting Requirements for Safety and Security of Outdoor Work Places* (Společná norma ISO/CIE: Osvětlení pracovišť – Část 3: Požadavky na osvětlení k zajištění bezpečnosti venkovních pracovišť)

ISO 28077: 2006(E)/CIE S 019/E: 2006: *Joint ISO/CIE Standard: Photocarcinogenesis Action Spectrum (Non-Melanoma Skin Cancers)* (Společná norma ISO/CIE: Akční spektrum fotokarcinogeneze (Nemelanomové rakoviny kůže))

ISO 30061: 2007(E)/CIE S 020/E: 2007: *Emergency Lighting* (Nouzové osvětlení)



# PŘÍLOHA H Fotosenzitivita

## H 1 Co je fotosenzitivita?

Chemické reakce spuštěné viditelným nebo UV zářením jsou zcela přirozené a jsou nezbytné pro přežití živých organismů. Označují se také jako fotochemické reakce: aby mohla reakce proběhnout, musí molekula nebo živá buňka nejprve vstřebat energii, aby se dostala do excitovaného stavu.

Za normálních podmínek bude výsledný efekt příznivý a tělo – v tomto případě kůže – nebude nijak poškozeno.

Vstřebávání, požívání nebo vdechování určitých látek však může vyvolat silné zesilující účinky a napáchat skutečnou škodu podobnou akutnímu spálení sluncem zesílenému o několik řádů. Tyto látky se obvykle označují jako „fotosenzitizující“.

Někdy se mohou nepříznivé následky (jako spálení, puchýře, potničky) objevit téměř okamžitě.

Dlouhodobé následky opakované expozice při kontaktu s fotosenzitizujícími látkami mohou v některých případech zvyšovat riziko vzniku chronických onemocnění (např. zrychleného stárnutí kůže nebo rakoviny kůže).

Většina fotosenzitizujících látek pohlcuje záření v UVA části spektra a v menší míře v UVB a viditelné části spektra. Tyto látky se mohou nacházet kdekoli ve vašem okolí:

ve vašem každodenním životě: některé léky, například léky na srdce nebo vysoký krevní tlak, některé látky v zelenině, látky na ochranu dřeva, jako je karbonileum, zahradní rostliny, parfémy a kosmetika;

ve vašem pracovním prostředí: barviva, pesticidy, tiskařské barvy, přídatné látky do krmiv pro zvířata;

v lékařském prostředí: světelná terapie, antibakteriální látky, sedativa, diuretika, léky proti infekcím.

Tyto seznamy nejsou vyčerpávající. Kromě toho je zřejmé, že vaši citlivost na expozici v práci mohou ovlivňovat i fotosenzitizující látky, které používáte ve svém každodenním životě nebo které užíváte v léčivech.

Nepříznivé následky závisejí na typu a vstřebeném/požitém/vdechnutém množství fotosenzitizující látky, intenzitě a délce expozice a genetických dispozicích (např. fototypu) každého jednotlivce.

## H 2 Souvislost s prací... nebo nikoli?

Jak vidíte, nepříznivé následky expozice UV nebo viditelnému záření za přítomnosti fotosenzitizujících látek mohou potkat každého a mohou pramenit z pracovních i nepracovních činností.

Na jejich vzniku se navíc velkou měrou podílí i přirozené sluneční záření.

Jelikož nepříznivé následky pramenící z expozice přirozenému záření nespádají do oblasti působnosti směrnice, jsou tyto údaje, pokud jde o přirozené záření, uvedeny pouze pro informaci.

## H 3 Co musíte jako zaměstnavatel udělat?

Směrnice vyžaduje, aby zaměstnavatel provedl hodnocení rizik s přihlédnutím ke všem nebezpečím a rizikům pramenícím z expozice optickému záření z umělých zdrojů.

Součástí povinností zaměstnavatele je povinnost informovat zaměstnance o případném možném riziku. Důležité je také zvyšování informovanosti o možných nebezpečích a rizicích spojených s fotosenzitizujícími látkami.

## H 4 Co dělat, pokud jste při práci vystaveni optickému záření z umělých zdrojů v kombinaci s fotosenzitizujícími látkami?

Když zaměstnavatel provádí hodnocení rizik, nemůže si být vědom každé konkrétní situace, například toho, že určitý zaměstnanec užívá „fotosenzitizující“ léky, pracuje s „fotosenzitizujícími“ přípravky při modernizaci svého domu nebo používá „fotosenzitizující“ chemické látky, když se věnuje svým koníčkům (barvy, inkousty, lepidla) apod.

Když začínáte léčbu léky, které jsou „fotosenzitizující“, lékař vás obvykle upozorní na možné nepříznivé následky pobytu na slunci. Někdy bude pobyt na slunci jednoznačně

zakázán. V takovém případě je rovněž vhodné vyhnout se nadměrné expozici umělému (i přirozenému) světlu nebo zdrojům UV záření v práci. Vždy si přečtěte příbalovou informaci! Doporučujeme, abyste o skutečnosti informovali zaměstnavatele, ať už sami, nebo postupem, který je ve vaší zemi obvyklý.

Pokud si na své kůži povšimnete nějakého nepříznivého následku, neprodleně navštivte lékaře. Pokud máte podezření, že následky mají příčinu v zaměstnání, sdělte to lékaři. Existuje-li podezření na příčinu v zaměstnání, opět doporučujeme, abyste o skutečnosti informovali zaměstnavatele, ať už sami, nebo postupem, který je ve vaší zemi obvyklý. Jedině tehdy bude možné provést vhodné úpravy vašeho pracovního prostředí.

# PŘÍLOHA I Zdroje

## I 1 Internet

Tyto seznamy nejsou vyčerpávající. Zařazení do seznamu neznamena, že je obsah uvedených stránek schvalován nebo doporučován.

## I 2 Poradní/regulační instituce

*Evropská unie*

Země	Organizace	Internetové stránky
Rakousko	AUVA	<a href="http://www.auva.at">www.auva.at</a>
Belgie	Institut pour la Prevention, la Protection et le Bien-Etre au Travail	<a href="http://www.prevent.be/net/net01.nsf">www.prevent.be/net/net01.nsf</a>
Kypr	Ημερίδα με θέμα: Ασφαλής Πρόσδεση Φορτίων	<a href="http://www.cysha.org.cy">www.cysha.org.cy</a>
Česká republika	Státní zdravotní ústav	<a href="http://www.czu.cz">www.czu.cz</a>
	Centrum bezpečnosti práce a požární ochrany	<a href="http://www.civop.cz">www.civop.cz</a>
Dánsko	Dánský úřad pro pracovní prostředí	<a href="http://www.at.dk">www.at.dk</a>
Estonsko	Tööinspektsioon	<a href="http://www.ti.ee">www.ti.ee</a>
Finsko	Työterveyslaitos	<a href="http://www.occuphealth.fi">www.occuphealth.fi</a>
Francie	Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail	<a href="http://www.afsset.fr">www.afsset.fr</a>
Německo	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin	<a href="http://www.baua.de">www.baua.de</a>
	Berufsgenossenschaft Elektro Textil Feinmechanik	<a href="http://www.bgetf.de">www.bgetf.de</a>
Řecko	Helénský institut bezpečnosti a ochrany zdraví při práci	<a href="http://www.elinyae.gr">www.elinyae.gr</a>
Maďarsko	Veřejná nadace pro výzkum bezpečnosti práce	<a href="http://www.mkk.org.hu">www.mkk.org.hu</a>
Irsko	Health and Safety Authority ( <i>Úřad pro zdraví a bezpečnost</i> )	<a href="http://www.HSA.ie">www.HSA.ie</a>
Itálie	Národní institut prevence a bezpečnosti při práci	<a href="http://www.ispesl.it">www.ispesl.it</a>
Lotyšsko	Institut pracovního a environmentálního zdraví	<a href="http://home.parks.lv/ioeh">home.parks.lv/ioeh</a>
Lucembursko	Inspection du Travail et des Mines	<a href="http://www.itm.lu/itm">www.itm.lu/itm</a>
Malta	Occupational Health and Safety Authority ( <i>Úřad pro zdraví a bezpečnost při práci</i> )	<a href="http://www.ohsa.org.mt">www.ohsa.org.mt</a>
Nizozemsko	TNO – práce a zaměstnanost	<a href="http://www.arbeid.tno.nl">www.arbeid.tno.nl</a>
Polsko	Ústřední institut ochrany při práci	<a href="http://www.ciop.pl">http://www.ciop.pl</a>
Portugalsko	Autoridade para as Condições do Trabalho	<a href="http://www.act.gov.pt">www.act.gov.pt</a>
Rumunsko	Institut veřejného zdraví	<a href="http://www.pub-health-iasi.ro">www.pub-health-iasi.ro</a>
Slovensko	Úřad veřejného zdravotnictví Slovenské republiky	<a href="http://www.uvzsr.sk">www.uvzsr.sk</a>
Slovinsko	Ministerstvo práce, rodiny a sociálních věcí	<a href="http://www.mdds.gov.si">www.mdds.gov.si</a>
Španělsko	Národní institut bezpečnosti a hygieny při práci	<a href="http://www.insht.es/portal/site/Insht">www.insht.es/portal/site/Insht</a>
	Sdružení pro prevenci nehod	<a href="http://www.apa.es">www.apa.es</a>
Švédsko	Švédská agentura pro ochranu proti záření	<a href="http://www.ssi.se">www.ssi.se</a>
Spojené království	Health Protection Agency ( <i>Agentura pro ochranu zdraví</i> )	<a href="http://www.hpa.org.uk">www.hpa.org.uk</a>
	Health and Safety Executive ( <i>Úřad pro ochranu zdraví a bezpečnost při práci</i> )	<a href="http://www.hse.gov.uk">www.hse.gov.uk</a>

### Mezinárodní

Organizace	Internetové stránky
Mezinárodní Komise pro ochranu před neionizujícím zářením	<a href="http://www.icnirp.de">www.icnirp.de</a>
Mezinárodní komise pro osvětlení	<a href="http://www.cie.co.at">www.cie.co.at</a>
Světová zdravotnická organizace	<a href="http://www.who.int">www.who.int</a>
Americká konference státních průmyslových hygieniků	<a href="http://www.acgih.org">www.acgih.org</a>
Evropská konfederace odborových svazů	<a href="http://www.etuc.org">www.etuc.org</a> <a href="http://hesa.etui-rehs.org">hesa.etui-rehs.org</a>
Evropská aliance pro veřejné zdraví	<a href="http://www.epha.org/r/64">www.epha.org/r/64</a>
Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci	<a href="http://osha.europa.eu/">osha.europa.eu/</a>
Mezinárodní komise pro ochranu zdraví při práci	<a href="http://www.icohweb.org">www.icohweb.org</a>

### Zbytek světa

Země	Organizace	Internetové stránky
USA	US Food and Drug Administration Center for Devices and Radiological Health ( <i>americký Úřad pro kontrolu potravin a léčiv, středisko pro zdravotnické prostředky a radiologické zdraví</i> )	<a href="http://www.fda.gov/cdrh/">www.fda.gov/cdrh/</a>
USA	US Food and Drug Administration Medical Accident Database ( <i>americký Úřad pro kontrolu potravin a léčiv, databáze nehod v medicíně</i> )	<a href="http://www.accessdata.fda.gov">www.accessdata.fda.gov</a>
USA	United States Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, Laser/Optical Radiation Program ( <i>Středisko armády USA pro podporu zdraví a preventivní medicínu, program pro laserové/optické záření</i> )	<a href="http://chppm-www.apgea.army.mil/laser/laser.html">chppm-www.apgea.army.mil/laser/laser.html</a>
Austrálie	Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency ( <i>australská agentura pro radiační ochranu a jadernou bezpečnost</i> )	<a href="http://www.arpsansa.gov.au">www.arpsansa.gov.au</a>

## I 3 Normy

Organizace	Internetové stránky
Mezinárodní elektrotechnická komise	<a href="http://www.iec.ch">www.iec.ch</a>
Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice	<a href="http://www.cenelec.eu">www.cenelec.eu</a>
Evropský výbor pro normalizaci	<a href="http://www.cen.eu">www.cen.eu</a>
Mezinárodní organizace pro normalizaci	<a href="http://www.iso.org">www.iso.org</a>
Americký národní institut pro normalizaci	<a href="http://www.ansi.org">www.ansi.org</a>
Americké normy pro laserovou bezpečnost	<a href="http://www.z136.org">www.z136.org</a>

## I 4 Sdružení / internetové adresáře

Organizace	Internetové stránky
European Optical Society ( <i>Evropská optická společnost</i> )	<a href="http://www.myeos.org">www.myeos.org</a>
SPIE	<a href="http://www.spie.org">www.spie.org</a>
Optical Society of America ( <i>Americká optická společnost</i> )	<a href="http://www.osa.org">www.osa.org</a>
Laser Institute of America ( <i>Americký laserový institut</i> )	<a href="http://www.laserinstitute.org">www.laserinstitute.org</a>
Association of Laser Users ( <i>Sdružení uživatelů laserových zařízení</i> )	<a href="http://www.ailu.org.uk">www.ailu.org.uk</a>
Institute of Physics ( <i>Fyzikální ústav</i> )	<a href="http://www.iop.org">www.iop.org</a>
Institute of Physics and Engineering in Medicine ( <i>Institut fyziky a inženýrství ve zdravotnictví</i> )	<a href="http://www.ipem.org.uk">www.ipem.org.uk</a>
British Medical Laser Association ( <i>Britská asociace pro laserová zařízení ve zdravotnictví</i> )	<a href="http://www.bmla.co.uk">www.bmla.co.uk</a>
Přední evropské sdružení výrobců světelných zářičů na plynná paliva	<a href="http://www.elvhis.com">www.elvhis.com</a>

## I 5 Odborné časopisy

[www.optics.org](http://www.optics.org)

*Opto & Laser Europe*

[www.health-physics.com](http://www.health-physics.com)

Odborný časopis *Health Physics*

[www.oxfordjournals.org/our\\_journals/rpd/about.html](http://www.oxfordjournals.org/our_journals/rpd/about.html)

Vyhledávání výtahů z článků o laserových zařízeních v časopise *Radiation Protection Dosimetry*

[lfw.pennnet.com/home.cfm](http://lfw.pennnet.com/home.cfm)

*Laser Focus World*, americký měsíčník věnovaný optice

[www.photonics.com](http://www.photonics.com)

*Photonics Spectra, EuroPhotonics a BioPhotonics*

[scitation.aip.org/jla/](http://scitation.aip.org/jla/)

Odborný časopis *Journal of Laser Applications*

[www.springerlink.com/content/1435-604X/](http://www.springerlink.com/content/1435-604X/)

Odborný časopis *Lasers in Medical Science*

[fibers.org/fibresystems/schedule/fse.cfm](http://fibers.org/fibresystems/schedule/fse.cfm)

Odborný časopis *Fibre Systems Europe*

[www.laserist.org/Laserist/](http://www.laserist.org/Laserist/)

*Laserist*, odborný časopis sdružení International Laser Display Association

[www.ledsmagazine.com](http://www.ledsmagazine.com)

Elektronický časopis věnovaný použití LED diod

[www.ils-digital.com](http://www.ils-digital.com)

Časopis *Industrial Laser Solutions*

[www.rp-photonics.com/encyclopedia.html](http://www.rp-photonics.com/encyclopedia.html)

On-line encyklopedie věnovaná celé řadě témat z oboru laserových zařízení a optiky

## I 6 CD, DVD a další zdroje

Zdroj	Poskytovatel	Poznámky
Limits CD	Austrian Research Centers	Interaktivní výukový systém (v angličtině a němčině) k laserové bezpečnosti v průmyslu a výzkumu. Disk obsahuje třicetiminutové video, které prochází všemi devíti kapitolami disku. Jednotlivé kapitoly si lze zobrazit i nezávisle na videu. CD obsahuje rovněž test (výběr z více možností) a slovník pojmů.
LIA – Mastering Light – Laser Safety DVD	LIA	Věnuje se aplikacím, typům laserů, rizikům laserů, kontrolním opatřením, značení a štítkům, skladování prostředků na ochranu očí atd. Obsahuje podrobné údaje o staré klasifikaci laserů.
Laser Safety in Higher Education on DVD	University of Southampton	Zabývá se laserovým zářením a tělem, bezpečnostními opatřeními, filtry s neutrální hustotou atd. Obsahuje podrobné údaje o staré klasifikaci laserů.
LIA – CLSOs' Best Practices in Laser Safety on CD	LIA	Kniha + CD. CD obsahuje prezentace kapitol 5.2.1.1 a 5.2.1.3 ve formátu PowerPoint. Kniha by měla sloužit jako nástroj pro vývoj programů laserové bezpečnosti.
Prevention of Labour Risks on CD	INSHT	Pokročilé školení pro výkon vysokých funkcí. Verze 2.
Guide to Laser Safety	Laservision	Brožura (v angličtině a němčině). Brožura je zaměřena hlavně na prostředky na ochranu očí před laserovým zářením a filtry.
Laser-Augenschutz Filter-Select	BGETF	Interaktivní databáze prostředků na ochranu očí před laserovým zářením (v prostředí ACCESS).

# PŘÍLOHA J Slovník pojmů

## Expozice záření

Podíl energie záření  $dQ$  dopadající za danou dobu na určitou část povrchu obsahující zkoumaný bod a plochy  $dA$  této části.

$$H = \frac{dQ}{dA}$$

Současné také integrál ozáření  $E$  v daném bodě v čase  $Dt$ .

$$H = \int_{dt} E \cdot dt$$

Jednotka SI:  $J m^{-2}$

## Infračervené záření (IR)

Optické záření, jehož vlnové délky jsou delší než vlnové délky viditelného záření.

U infračerveného záření se rozsah vlnových délek od 780 nm do  $10^6$  nm obvykle dále dělí na tyto části:

IRA (od 780 nm do 1 400 nm)

IRB (od 1 400 nm do 3 000 nm)

IRC (od 3 000 nm do  $10^6$  nm)

## Limitní hodnota expozice (LHE)

Maximální úroveň expozice oka nebo kůže, o níž se nepředpokládá, že by měla nepříznivé biologické následky.

## Nebezpečná vzdálenost

Minimální vzdálenost od zdroje, v níž ozáření/zář klesá pod příslušnou limitní hodnotu expozice (LHE).

## Nekoherentní záření

Jakékoli optické záření jiné než laserové záření.

## Oblast nebezpečí pro sítnici

Oblast spektra od 380 nm do 1 400 nm (viditelné plus IRA záření), ve které normální části oka přenášejí optické záření na sítnici.

## Oblast nebezpečí pro kůži

Vzdálenost, v níž ozáření přesahuje platnou limitní hodnotu pro osmihodinovou expozici kůže.

Jednotka: m

## Obranná reakce, úmyslná nebo bezděčná

Zavření očí, pohyb očí, zúžení zornic nebo pohyb hlavy s cílem vyhnout se expozici dráždivému optickému záření.

## Optické záření

Elektromagnetické záření o vlnové délce mezi oblastí přechodu k rentgenovým vlnám (vlnová délka přibližně 1 nm) a oblastí přechodu k rádiovým vlnám (vlnová délka přibližně  $10^6$  nm).

## Ozáření (v určitém bodě povrchu)

Podíl zářivého toku  $dF$  dopadajícího na určitou část povrchu obsahující zkoumaný bod a plochy  $dA$  této části, tj.

$$E = \frac{dF}{dA}$$

Jednotka SI:  $W m^{-2}$

## Osvětlení (EV)

(v určitém bodě povrchu)

Podíl světelného toku  $F_v$  dopadajícího na určitou část povrchu obsahující zkoumaný bod a plochy  $dA$  této části.

$$E_v = \frac{dF_v}{dA}$$

Jednotka: lux (lx)

## Riziko modrého světla

Možnost fotochemicky vyvolaného fotochemického poškození buněk sítnice způsobeného expozicí optickému záření v rozsahu vlnových délek od 300 nm do 700 nm.

### Riziko tepelného poškození sítnice

Možnost poranění oka vlivem expozice optického záření v rozpětí vlnových délek 380 – 1 400 nm.

### Svitivost

Veličina definovaná vzorcem

$$L_v = \frac{d\Phi_v}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega}$$

kde:

$d\Phi_v$  je světelný tok přenášený elementárním svazkem procházejícím daným bodem a šířícím se v prostorovém úhlu  $d\Omega$  obsahujícím daný směr;

$dA$  je plocha průřezu tohoto svazku obsahujícího daný bod;

$\theta$  je úhel mezi kolmicí k tomuto průřezu a směrem svazku.

Symbol:  $L_v$

Jednotka:  $\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$

### Ultrafialové riziko

Možnost vzniku akutních a chronických nepříznivých následků pro kůži a oko následkem expozice optickému záření v rozpětí vlnových délek od 180 nm do 400 nm.

### Ultrafialové záření (UV)

Optické záření, které má kratší vlnové délky než viditelné záření.

U ultrafialového záření se rozsah vlnových délek od 100 nm do 400 nm obvykle dále dělí na tyto části:

UVA, od 315 nm do 400 nm

UVB, od 280 nm do 315 nm

UVC, od 100 nm do 280 nm

Ultrafialové záření o vlnové délce do 180 nm (vakuové UV) je silně pohlcováno vzdušným kyslíkem.

### Váhový koeficient pro riziko modrého světla

Spektrální váhový koeficient odrážející fotochemické účinky ultrafialového a viditelného záření na sítnici.

Symbol:  $B(l)$

Jednotka SI: bezrozměrný

### Váhový koeficient rizika tepelného poškození sítnice

Spektrální váhový koeficient odrážející tepelné účinky viditelného a infračerveného záření na sítnici.

Symbol:  $R(l)$

Jednotka SI: bezrozměrný

### Váhový koeficient ultrafialového rizika

Spektrální váhový koeficient sloužící pro účely ochrany zdraví a odrážející kombinované akutní účinky ultrafialového záření na oko a kůži.

### Viditelné záření

Jakékoli optické záření schopné přímo vyvolat zrakový vjem.

Poznámka: Pro spektrální rozsah viditelného záření nejsou stanoveny přesné hranice, protože ty závisejí na tom, jaký zářivý výkon se dostane na sítnici, a na vnímavosti pozorovatele. Dolní hranice se obvykle uvažuje mezi 360 nm a 400 nm a horní mezi 760 nm a 830 nm.

### Vzdálenost s nebezpečím poškození zraku (OHD)

Vzdálenost, v níž se ozáření svazku nebo expozice záření rovná příslušné LHE pro oko.

### Zář

(v daném směru v daném bodě skutečné nebo domnělé plochy)

Veličina definovaná vzorcem

$$L = \frac{d\Phi}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega}$$

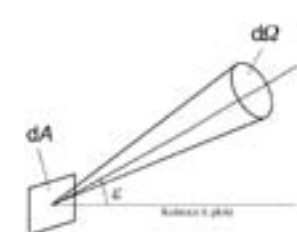


Schéma k definici záře

kde:

$d\Phi$  je výstupní výkon (zářivý tok) přenášený elementárním svazkem procházejícím daným bodem a šířícím se v prostorovém úhlu  $d\Omega$  obsahujícím daný směr;

$dA$  je plocha průřezu tohoto svazku obsahujícího daný bod;

$\theta$  je úhel mezi kolmicí k tomuto průřezu a směrem svazku

Symbol:  $L$

Jednotka SI:  $\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$

# PŘÍLOHA K Literatura

## K 1 Historie laserů

*How the Laser Happened – Adventures of a Scientist.* Charles H Townes. Oxford University Press, 1999.

*The Laser Odyssey.* Theodore Maiman. Laser Press, 2000.

*The History of the Laser.* M Bertolotti. Institute of Physics Publishing, 2005.

*Beam: The Race to Make the Laser.* Jeff Hecht. Oxford University Press, 2005.

*Laser: The Inventor, the Nobel Laureate, and the Thirty-Year Patent War.* Nick Taylor. iUniverse.com, 2007.

## K 2 Lasery ve zdravotnictví

*Medical Lasers and their Safe Use.* D Sliney and S Trokel. Springer-Verlag, New York, 1993.

*Laser-Tissue Interactions – Fundamentals and Applications.* Markolf H. Niemz. Springer, 2004.

## K 3 Bezpečnost laserového a optického záření

*Safety with Lasers and Other Optical Sources.* D Sliney and M Wolbarsht. Plenum, New York, 1980.

*Practical Laser Safety.* D C Winburn. Marcel Dekker Inc. New York, 1985.

*The Use of Lasers in the Workplace: A Practical Guide.* International Labour Office, Geneva, 1993.

*Laser Safety.* Roy Henderson and Karl Schulmeister. Institute of Physics Publishing, 2003.

*Laser Safety Management.* Ken Barat. CRC Press/Taylor & Francis, 2006.

*Schutz vor optischer Strahlung.* Ernst Sutter. VDE Verlag GmbH, 2002.

## K 4 Laserová technologie a teorie

*Introduction to Laser Technology.* Breck Hitz, J J Ewing & Jeff Hecht. IEEE Press, 2001.

*Handbook of Laser Technology and Applications*

- Volume 1: Principles
- Volume 2: Laser Design and Laser Systems
- Volume 3: Applications

Colin Webb and Julian Jones, Editors. Institute of Physics Publishing, 2004.

*Principles of Lasers and Optics.* William S C Chang. Cambridge University Press, 2005.

*Field Guide to Lasers.* Rüdiger Paschotta. SPIE Press, 2008.

## K 5 Pokyny a prohlášení

Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelengths Between 180 nm and 400 nm (Incoherent Optical Radiation). *Health Physics* 87 (2): 171-186; 2004.

Revision of the Guidelines on Limits of Exposure to Laser radiation of wavelengths between 400nm and 1.4µm. *Health Physics* 79 (4): 431-440; 2000.

Guidelines on Limits of Exposure to Broad-Band Incoherent Optical Radiation (0.38 to 3µm). *Health Physics* 73 (3): 539-554; 1997.

Guidelines on UV Radiation Exposure Limits. *Health Physics* 71 (6): 978; 1996.

Guidelines on Limits of Exposure to Laser Radiation of Wavelengths between 180 nm and 1 mm. *Health Physics* 71 (5): 804-819; 1996.

Proposed Change to the IRPA 1985 Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation. *Health Physics* 56 (6): 971-972; 1989.

Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelengths between 180 nm and 400nm (Incoherent Optical Radiation). *Health Physics* 49 (2): 331-340; 1985.

ICNIRP Statement on Far Infrared Radiation Exposure. *Health Physics* 91(6) 630-645; 2006.

Adjustment of guidelines for exposure of the eye to optical radiation from ocular instruments: statement from a task group of the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Sliney D, Aron-Rosa D, DeLori F, Fankhouser F, Landry R, Mainster M, Marshall J, Rassow B, Stuck B, Trokel S, West T, and Wolfe M. *Applied Optics* 44 (11): 2162-2176; 2005.

Health Issues of Ultraviolet Tanning Appliances used for Cosmetic Purposes. *Health Physics* 84 (1): 119-127; 2004.

Light-Emitting Diodes (LEDs) and Laser Diodes: Implications for Hazard Assessment. *Health Physics* 78 (6): 744-752; 2000.

Laser Pointers. *Health Physics* 77 (2): 218-220; 1999.



- Health Issues of Ultraviolet „A” Sunbeds Used for Cosmetic Purposes. *Health Physics* 61 (2): 285-288; 1991.
- Fluorescent Lighting and Malignant Melanoma. *Health Physics* 58 (1): 111-112; 1990.
- UV exposure guidance: a balanced approach between health risks and health benefits of UV and Vitamin D. Proceedings of an International Workshop. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, Vol 92, Number 1; September 2006 – ISSN 0079-6107.
- Ultraviolet Radiation Exposure, Measurement and Protection. Proceedings of an International Workshop, NRPB, Chilton, UK, 18-20 October, 1999. AF McKinlay, MH Repacholi (eds.) Nuclear Technology Publishing, *Radiation Protection Dosimetry*, Vol 91, 1-3, 1999. ISBN 1870965655.
- Measurements of Optical Radiation Hazards. A reference book based on presentations given by health and safety experts on optical radiation hazards, Gaithersburg, Maryland, USA, September 1-3, 1998. Munich: ICNIRP / CIE-Publications; 1999. ISBN 978-3-9804789-5-3.
- Protecting Workers from UV Radiation. Munich: International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, International Labour Organization, World Health Organization; 2007. ISBN 978-3-934994-07-2.
- Documents of the NRPB: Volume 13, No. 1, 2002. Health Effects from Ultraviolet Radiation: Report of an Advisory Group on Non-Ionising Radiation. Health Protection Agency. ISBN 0-85951-475-7.
- Documents of the NRPB: Volume 13, No. 3, 2002. Advice on Protection Against Ultraviolet Radiation. Health Protection Agency. ISBN 0-85951-498-6.

# PŘÍLOHA L Text směrnice 2006/25/ES

L 114/38

CS

Úřední věstník Evropské unie

27.4.2006

## SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2006/25/ES

ze dne 5. dubna 2006

### **o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců rizikům spojeným s fyzikálními činiteli (optickým zářením z umělých zdrojů) (devatenáctá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS)**

EVROPSKÝ PARLAMENT A RADA EVROPSKÉ UNIE,

s ohledem na Smlouvu o založení Evropského společenství, a zejména na čl. 137 odst. 2 této smlouvy,

s ohledem na návrh Komise<sup>(1)</sup>, předložený po konzultaci s Poradním výborem pro bezpečnost a zdraví při práci,

s ohledem na stanovisko Evropského hospodářského a sociálního výboru<sup>(2)</sup>,

po konzultaci s Výborem regionů,

v souladu s postupem stanoveným v článku 251 Smlouvy<sup>(3)</sup> s ohledem na společný návrh schválený dohodovacím výborem dne 31. ledna 2006,

vzhledem k těmto důvodům:

(1) Podle Smlouvy může Rada pomocí směrnic stanovit minimální požadavky na podporu zlepšování zejména pracovního prostředí tak, aby bylo chráněno zdraví a bezpečnost pracovníků. Tyto směrnice by neměly ukládat žádná správní, finanční ani právní omezení bránící zakládání a rozvoji malých a středních podniků.

(2) Sdělení Komise o jejím akčním programu týkajícím se provádění Charty Společenství základních sociálních práv pracovníků stanoví zavedení minimálních požadavků na ochranu zdraví a bezpečnost týkajících se expozice zaměstnanců rizikům způsobeným fyzikálními činiteli. V září 1990 přijal Evropský parlament usnesení o tomto akčním programu<sup>(4)</sup>, v němž Komisi vyzývá zejména k vypracování zvláštní směrnice o rizicích způsobených hlukem, vibracemi a všemi ostatními fyzikálními činiteli na pracovišti.

(3) Jako první krok přijaly Evropský parlament a Rada směrnicí 2002/44/ES ze dne 25. června 2002 o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců rizikům spojeným s fyzikálními činiteli (vibracemi) (šestnáctá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS)<sup>(5)</sup>. Dále Evropský parlament a Rada přijaly dne 6. února 2003 směrnicí 2003/10/ES o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců rizikům spojeným s fyzikálními činiteli (hlukem) (sedmnáctá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS)<sup>(6)</sup>. Poté, dne 29. dubna 2004, přijaly Evropský parlament a Rada směrnicí 2004/40/ES o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců rizikům spojeným s fyzikálními činiteli (elektromagnetickými poli) (osmnáctá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS)<sup>(7)</sup>.

(4) V současné době je nezbytné zavést opatření na ochranu zaměstnanců před riziky spojenými s optickým zářením, vzhledem k jeho účinkům na zdraví a bezpečnost zaměstnanců, zejména poškození očí a kůže. Záměrem těchto opatření není jen zajistit zdraví a bezpečnost každého zaměstnance jako jednotlivce, ale též vytvořit minimální základ ochrany pro všechny zaměstnance ve Společenství, který zabrání případnému narušení hospodářské soutěže.

(5) Jedním z cílů směrnice je včasné zjištění nepříznivých dopadů na zdraví vyplývajících z expozice optickému záření.

<sup>(1)</sup> Úř. věst. C 77, 18.3.1993, s. 12 a Úř. věst. C 230, 19.8.1994, s. 3.

<sup>(2)</sup> Úř. věst. C 249, 13.9.1993, s. 28.

<sup>(3)</sup> Stanovisko Evropského parlamentu ze dne 20. dubna 1994 (Úř. věst. C 128, 9.5.1994, s. 146), potvrzené dne 16. září 1999 (Úř. věst. C 54, 25.2.2000, s. 75), společný postoj Rady ze dne 18. dubna 2005 (Úř. věst. C 172 E, 12.7.2005, s. 26) a postoj Evropského parlamentu ze dne 16. listopadu 2005 (dosud nezveřejněné v Úředním věstníku). Legislativní usnesení Evropského parlamentu ze dne 14. února 2006 (dosud nezveřejněné v Úředním věstníku) a rozhodnutí Rady ze dne

<sup>(4)</sup> Úř. věst. C 260, 15.10.1990, s. 167.

<sup>(5)</sup> Úř. věst. L 177, 6.7.2002, s. 13.

<sup>(6)</sup> Úř. věst. L 42, 15.2.2003, s. 38.

<sup>(7)</sup> Úř. věst. L 159, 30.4.2004, s. 1; opravené znění v Úř. věst.

- (6) Tato směrnice stanoví minimální požadavky, a umožňuje tak členským státům zachovat nebo přijmout přísnější opatření na ochranu zaměstnanců, zejména stanovit nižší limitní hodnoty expozice. Prováděním této směrnice nesmí být odůvodňováno jakékoli zhoršení stavu, který již v členském státě existuje.
- (7) Systém ochrany před riziky optického záření se musí bez zbytečných podrobností omezit na vymezení cílů, jichž je třeba dosáhnout, zásad, které mají být dodržovány, a základních hodnot, jež mají být použity, aby umožňoval členským státům uplatňovat minimální požadavky jednotným způsobem.
- (8) Úroveň expozice optickému záření lze účinněji snížit začleněním preventivních opatření již do návrhů pracovních míst pracovišť, jakož i volbou pracovního vybavení, postupů a metod, aby se riziko snížilo přednostně u zdroje. Opatření týkající se pracovního vybavení a metod tak přispívají k ochraně zaměstnanců, kteří je používají. V souladu s obecnými zásadami prevence, stanovenými v čl. 6 odst. 2 směrnice Rady 89/391/EHS ze dne 12. června 1989 o zavádění opatření pro zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců při práci<sup>(1)</sup>, mají prostředky kolektivní ochrany přednost před prostředky individuální ochrany.
- (9) Zaměstnavatelé by se měli přizpůsobit technickému pokroku a vědeckým poznatkům o rizicích spojených s expozicí optickému záření s cílem zlepšovat bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnanců.
- (10) Tato směrnice je samostatnou směrnicí ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS, uvedená směrnice se vztahuje na expozici zaměstnanců optickému záření, aniž jsou dotčena přísnější nebo zvláštní ustanovení této směrnice.
- (11) Tato směrnice představuje konkrétní příspěvek k vytvoření sociálního rozměru vnitřního trhu.
- (12) Doplňujícího přístupu, který podporuje zásadu zdokonalené právní úpravy a zajišťuje vyšší úroveň ochrany, lze docílit, pokud výrobky zhotovené výrobci zdrojů optického záření a související zařízení splňují harmonizované normy vypracované za účelem ochrany zdraví a bezpečnosti uživatelů před riziky, která tyto výrobky představují; není tudíž nutné, aby zaměstnavatelé opakovali měření nebo výpočty již provedené výrobcem za účelem zjištění souladu se základními bezpečnostními

požadavky pro takové zařízení, uvedenými v platných směrnicích Společenství, pokud je toto zařízení řádně a pravidelně udržováno.

- (13) Opatření nezbytná k provedení této směrnice by měla být přijata v souladu s rozhodnutím Rady 1999/468/ES ze dne 28. června 1999 o postupech pro výkon prováděcích pravomocí svěřených Komisi<sup>(2)</sup>.
- (14) Dodržování limitních hodnot expozice by mělo poskytovat vysokou úroveň ochrany před zdravotními účinky, které mohou být důsledkem expozice optickému záření.
- (15) Komise by měla vypracovat praktickou příručku, která by pomohla zaměstnavatelům, a zvláště zástupcům malých a středních podniků, lépe pochopit technická ustanovení této směrnice. Komise by se měla vynasnažit dokončit tuto příručku co nejdříve, aby usnadnila členským státům přijetí nezbytných opatření k provedení této směrnice.
- (16) Podle bodu 34 interinstitucionální dohody o zdokonalení tvorby právních předpisů<sup>(3)</sup> jsou členské státy vybízeny k tomu, aby jak pro sebe, tak i v zájmu Společenství sestavily vlastní tabulky, z nichž bude co nejvíce patrné srovnání mezi touto směrnicí a prováděcími opatřeními, a aby tyto tabulky zveřejnily,

PŘIJALY TUTO SMĚRNICI:

#### ODDÍL I

### OBECNÁ USTANOVENÍ

#### Článek 1

#### Účel a oblast působnosti

1. Tato směrnice, která je devatenáctou samostatnou směrnicí ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS, stanoví minimální požadavky na ochranu zaměstnanců před riziky pro jejich zdraví a bezpečnost, která vznikají nebo by mohla vzniknout v důsledku expozice optickému záření z umělých zdrojů při jejich práci.

2. Tato směrnice se vztahuje na rizika pro zdraví a bezpečnost zaměstnanců v důsledku škodlivých účinků způsobených expozicí očí a kůže optickému záření z umělých zdrojů.

<sup>(1)</sup> Úř. věst. L 183, 29.6.1989, s. 1. Směrnice ve znění nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1882/2003 (Úř. věst. L 284, 31.10.2003, s. 1).

<sup>(2)</sup> Úř. věst. L 184, 17.7.1999, s. 23.

<sup>(3)</sup> Úř. věst. C 321, 31.12.2003, s. 1.

3. Směrnice 89/391/EHS se vztahuje v plném rozsahu na celou oblast uvedenou v odstavci 1, aniž jsou dotčena přísnější nebo konkrétnější ustanovení obsažená v této směrnici.

## Článek 2

### Definice

Pro účely této směrnice se rozumí:

a) „optickým zářením“ jakékoli elektromagnetické záření o vlnové délce mezi 100 nm a 1 mm. Spektrum optického záření se dělí na ultrafialové záření, viditelné záření a infračervené záření:

i) ultrafialové záření: optické záření o vlnové délce mezi 100 nm a 400 nm. Ultrafialový úsek se dělí na UVA (315–400 nm), UVB (280–315 nm) a UVC (100–280 nm);

ii) viditelné záření: optické záření o vlnové délce mezi 380 nm a 780 nm;

iii) infračervené záření: optické záření o vlnové délce mezi 780 nm a 1 mm. Infračervený úsek se dělí na IRA (780–1 400 nm), IRB (1 400–3 000 nm) a IRC (3 000 nm–1 mm);

b) „laserem (zesilovač světla pomocí vynucené emise záření)“ jakýkoliv přístroj, který může produkovat nebo zesilovat elektromagnetické záření ve vlnovém rozsahu optického záření hlavně prostřednictvím procesu řízené vynucené emise;

c) „laserovým zářením“ optické záření z laseru;

d) „nekoherentním zářením“ jakékoliv optické záření jiné než laserové záření;

e) „limitními hodnotami expozice“ limity expozice optického záření, které vycházejí přímo z prokázaných účinků na zdraví a z údajů o biologickém působení. Dodržování těchto limitů zaručuje, že zaměstnanci, kteří jsou vystaveni umělým zdrojům optického záření, jsou chráněni proti všem známým zdravotně škodlivým účinkům;

f) „ozářením (E)“ nebo „hustotou zářivého toku“ zářivý tok na jednotku plochy, vyjádřený ve wattech na metr čtvereční ( $W m^{-2}$ );

g) „expozicí záření (H)“ integrál ozáření v čase, vyjádřený v joulech na metr čtvereční ( $J m^{-2}$ );

h) „zářím (L)“ zářivý tok nebo výstupní výkon vztažený na jednotkový prostorový úhel a na jednotku plochy, vyjádřený ve wattech na metr čtvereční na steradián ( $W m^{-2} sr^{-1}$ );

i) „úrovň“ kombinace ozáření, expozice záření a záře, kterým je zaměstnanec vystaven.

## Článek 3

### Limitní hodnoty expozice

1. Limitní hodnoty expozice pro nekoherentní záření jiné než vyzařované přírodními zdroji optického záření jsou stanoveny v příloze I.

2. Limitní hodnoty expozice pro laserové záření jsou stanoveny v příloze II.

## ODDÍL II

### POVINNOSTI ZAMĚSTNAVATELŮ

## Článek 4

### Určení expozice a hodnocení rizik

1. Při plnění povinností stanovených v čl. 6 odst. 3 a čl. 9 odst. 1 směrnice 89/391/EHS zaměstnavatel v případě zaměstnanců vystavených umělým zdrojům optického záření vyhodnocuje a podle potřeby měří nebo vypočítává úroveň expozice optickému záření, kterému mohou být zaměstnanci vystaveni, tak, aby bylo možné stanovit a provést opatření nezbytná k omezení expozice na úroveň platných limitů. Metodika použitá pro hodnocení, měření nebo výpočty se v případě laserového záření řídí normami Mezinárodní elektrotechnické komise (IEC) a v případě nekoherentního záření doporučeními Mezinárodní komise pro osvětlení (CIE) a Evropského výboru pro normalizaci (CEN). V případě expozic, které nejsou zahrnuty do uvedených norem a doporučení, a do té doby, než budou k dispozici příslušné normy nebo doporučení EU, se hodnocení, měření nebo výpočty provedou s využitím dostupných vnitrostátních nebo mezinárodních vědecky podložených zásad. V obou případech expozice se při hodnocení mohou zohlednit údaje poskytnuté výrobcem zařízení, vztahují-li se na ně příslušné směrnice Společenství.

2. Hodnocení, měření nebo výpočty podle odstavce 1 plánují a vykonávají ve vhodných intervalech příslušné služby nebo osoby, zejména s přihlédnutím k článkům 7 a 11 směrnice 89/391/EHS týkajícím se potřebných příslušných osob nebo služeb a projednání se zaměstnanci a jejich účástí. Údaje získané hodnocením, včetně údajů získaných měřeními nebo výpočtem úrovně expozice podle odstavce 1, se uchovávají v podobě, která umožňuje do nich později nahlížet.

3. V souladu s čl. 6 odst. 3 směrnice 89/391/EHS musí zaměstnavatel při hodnocení rizik věnovat zvláštní pozornost:

- a) úrovní, vlnové délce a trvání expozice umělým zdrojem optického záření;
- b) limitním hodnotám expozice podle článku 3 této směrnice;
- c) všem účinkům na zdraví a bezpečnost zaměstnanců, kteří patří ke zvláště ohroženým rizikovým skupinám;
- d) všem možným účinkům na zdraví a bezpečnost zaměstnanců vyvolaným vzájemným působením optického záření a světlocitlivých chemických látek na pracovišti;
- e) všem nepřímým účinkům, jako dočasnému oslepení, výbuchu nebo požáru;
- f) existenci záložního zařízení určeného ke snížení úrovně expozice optickému záření z umělých zdrojů;
- g) odpovídajícím informacím získaným ze zdravotního dohledu včetně zveřejněných informací, pokud je to možné;
- h) mnohočetným zdrojům expozice optickému záření z umělých zdrojů;
- i) zařazení laseru, jak je definováno v souladu s příslušnou normou IEC, a každému obdobnému zařazení týkajícímu se jakéhokoliv umělého zdroje, který může způsobit poškození stejného rozsahu jako laser třídy 3B nebo 4;
- j) údajům poskytnutým v souladu s příslušnými směrnici Společenství výrobcí zdrojů optického záření a souvisejícího pracovního zařízení.

4. Zaměstnavatel musí mít k dispozici hodnocení rizik v souladu s čl. 9 odst. 1 písm. a) směrnice 89/391/EHS a musí určit, která opatření musí být přijata v souladu s články 5 a 6 této směrnice. Hodnocení rizik se zaznamenává na vhodné médium podle vnitrostátních právních předpisů a zvyklostí; může zahrnovat zdůvodnění zaměstnavatele, proč není další podrobné hodnocení rizik z důvodů povahy a rozsahu rizik v souvislosti s optickým zářením nutné. Hodnocení rizik je pravidelně aktualizováno, zejména dojde-li k podstatným změnám, které je mohou činit zastaralými, nebo pokud se to na základě výsledků zdravotního dohledu jeví jako nezbytné.

#### Článek 5

#### Ustanovení zaměřená na odstranění nebo snížení rizik

1. S přihlédnutím k technickému pokroku a dostupnosti opatření na potlačení rizika u jeho zdroje se rizika vyplývající z expozice optickému záření z umělých zdrojů odstraňují nebo snižují na minimum.

Snížení rizik vznikajících expozicí optickému záření z umělých zdrojů se zakládá na obecných zásadách prevence stanovených ve směrnici 89/391/EHS.

2. V případech, kdy hodnocení rizik provedené podle čl. 4 odst. 1 ve vztahu k zaměstnancům vystaveným umělým zdrojům optického záření odhalí jakoukoli možnost, že mohou být překročeny limitní hodnoty expozice, zaměstnavatel vypracuje a provede akční plán zahrnující technická nebo organizační opatření určená k předcházení expozici překračující limitní hodnoty s přihlédnutím zejména k:

- a) jiným pracovním metodám, které snižují riziko způsobené optickým zářením;
- b) volbě zařízení vyzářujícího méně optického záření, s přihlédnutím k práci, která má být vykonána;
- c) technickým opatřením zaměřeným na snížení optického záření – v případě nutnosti i použití blokovacích zařízení, stínění nebo podobných ochranných prostředků;
- d) vhodným programům údržby pracovního vybavení, pracoviště a systému na pracovišti;
- e) návrhu a dispozici pracovišť a pracovních míst;
- f) omezení trvání a úrovně expozice;
- g) dostupnosti vhodných osobních ochranných pracovních prostředků;
- h) pokynům výrobce zařízení, vztahují-li se na ně příslušné směrnice Společenství.

3. Pracoviště, na kterých mohou být zaměstnanci vystaveni úrovni optického záření z umělých zdrojů překračující limitní hodnoty expozice, se na základě hodnocení rizik podle článku 4 opatřují vhodnými značkami podle směrnice Rady 92/58/EHS ze dne 24. června 1992 o minimálních požadavcích na bezpečnostní nebo zdravotní značky na pracovišti (devátá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS)<sup>(1)</sup>. Je-li to technicky proveditelné a existuje-li riziko, že by limitní hodnoty expozice mohly být překročeny, musí být dotyčná místa ohraničena a přístup k nim omezen.

4. Zaměstnanci nesmí být vystaveni vyšším než limitním hodnotám expozice. V každém případě, jsou-li navzdory opatřením přijatým zaměstnavatelem k dosažení souladu s touto směrnicí ve vztahu k umělým zdrojům optického záření překročeny limitní hodnoty expozice, musí zaměstnavatel neprodleně přijmout opatření ke snížení expozice pod limitní hodnoty expozice. Zaměstnavatel zjistí příčiny překročení limitních hodnot expozice a příslušným způsobem upraví ochranná a preventivní opatření, aby zabránil jejich opětovnému překročení.

5. Na základě článku 15 směrnice 89/391/EHS zaměstnavatel přizpůsobí opatření uvedená v tomto článku požadavkům zaměstnanců, kteří patří k zvláště ohroženým rizikovým skupinám.

#### Článek 6

##### Informování a školení zaměstnanců

Aniž jsou dotčeny články 10 a 12 směrnice 89/391/EHS, zajistí zaměstnavatel, aby zaměstnanci, kteří jsou při práci vystaveni rizikům vyplývajícím z optického záření z umělých zdrojů, nebo jejich zástupci obdrželi nezbytné informace a školení o výsledcích hodnocení rizik podle článku 4 této směrnice, týkající se zejména:

- opatření přijatých na základě této směrnice;
- limitních hodnot expozice a souvisejících možných rizik;
- výsledků hodnocení, měření nebo výpočtů úrovně expozice optickému záření z umělých zdrojů podle článku 4 této směrnice spolu s vysvětlením jejich významu a možných rizik;
- způsobů, jak rozpoznat zdraví škodlivé účinky expozice a jak je ohlašovat;
- okolností, za nichž mají zaměstnanci nárok na zdravotní dohled;

<sup>(1)</sup> Úř. věst. L 245, 26.8.1992, s. 23.

- bezpečných zdravotních postupů k minimalizaci rizik souvisejících s expozicí;
- správného používání vhodných ochranných pracovních prostředků.

#### Článek 7

##### Projednání se zaměstnanci a jejich účast

V souladu s článkem 11 směrnice 89/391/EHS projednávají zaměstnavatelé se zaměstnanci nebo jejich zástupci záležitosti, na které se vztahuje tato směrnice, a umožňují jejich účast.

#### ODDÍL III

##### RŮZNÁ USTANOVENÍ

#### Článek 8

##### Zdravotní dohled

- V souladu s článkem 14 směrnice 89/391/EHS členské státy přijmou opatření pro zajištění přiměřeného zdravotního dohledu nad zaměstnanci za účelem prevence a včasného zjištění veškerých zdraví škodlivých účinků a prevence všech dlouhodobých zdravotních rizik a veškerých rizik chronických onemocnění, která vyplývají z expozice optickému záření.
- Členské státy zajistí provádění zdravotního dohledu lékařem, závodním lékařem nebo zdravotnickým orgánem odpovědným za zdravotní dohled v souladu s vnitrostátními právními předpisy a zvyklostmi.
- Členské státy přijmou opatření k zajištění toho, aby se o každém zaměstnanci, který podléhá zdravotnímu dohledu v souladu s odstavcem 1, vedly a aktualizovaly osobní zdravotní záznamy. Zdravotní záznamy obsahují shrnutí výsledků prováděného zdravotního dohledu. Jsou vedeny vhodným způsobem, aby do nich bylo později možné nahlížet, přičemž se dbá na jejich důvěrnou povahu. Příslušnému orgánu musí být na požádání poskytnuta kopie odpovídajících záznamů, s přihlédnutím k jejich důvěrné povaze. Zaměstnavatel přijme vhodná opatření pro zajištění toho, aby lékaři, závodnímu lékaři nebo zdravotnickému orgánu odpovědnému za zdravotní dohled, jak je určil členský stát, umožnil přístup k výsledkům hodnocení rizik podle článku 4, pokud tyto výsledky mohou mít význam pro zdravotní dohled. Zaměstnanci mají na svou žádost přístup ke svým osobním zdravotním záznamům.

4. Je-li zjištěno překročení limitních hodnot expozice, poskytne se dotčenému zaměstnanci či zaměstnancům lékařská prohlídka v souladu s vnitrostátními právními předpisy nebo zvyklostmi. Tato lékařská prohlídka se provede i v případě, pokud se v rámci zdravotního dohledu zjistí, že zaměstnanec trpí identifikovatelnou chorobou nebo nepříznivými zdravotními následky, které lékař nebo závodní lékař považuje za důsledek expozice optickému záření z umělých zdrojů při práci. V obou případech, kdy jsou překročeny limitní hodnoty expozice nebo kdy jsou zjištěny nepříznivé zdravotní následky včetně chorob:

- a) lékař nebo jiná vhodně kvalifikovaná osoba informuje zaměstnance o výsledku, který se jej osobně týká. Zaměstnanec zejména obdrží informace a doporučení ohledně zdravotního dohledu, kterému by se měl podrobit po ukončení expozice;
- b) zaměstnavatel bude informován o všech významných nálezech zdravotního dohledu, s přihlédnutím k lékařskému tajemství;
- c) zaměstnavatel:

- přezkoumá hodnocení rizik provedené podle článku 4,
- přezkoumá opatření stanovená pro odstranění nebo snížení rizik na základě článku 5,
- vezme v úvahu doporučení závodního lékaře, jiné kvalifikované osoby nebo příslušného orgánu při provádění všech opatření vyžadovaných k odstranění nebo snížení rizika v souladu s článkem 5 a
- učiní opatření pro systematický zdravotní dohled a stanoví přezkum zdravotního stavu všech ostatních zaměstnanců, kteří byli exponováni podobně. V takových případech příslušný lékař nebo závodní lékař nebo příslušný orgán mohou navrhnout, aby se exponované osoby podrobily lékařskému vyšetření.

#### Článek 9

#### Sankce

Členské státy stanoví vhodné sankce, které se uloží v případě porušení vnitrostátních právních předpisů přijatých v souladu s touto směrnicí. Tyto sankce musí být účinné, přiměřené a odrazující.

#### Článek 10

#### Technické úpravy

1. Úpravy limitních hodnot expozice uvedených v přílohách přijímají Evropský parlament a Rada postupem stanoveným v čl. 137 odst. 2 Smlouvy.
2. Úpravy příloh čistě technického rázu v souvislosti s:
  - a) přijetím směrnic v oblasti technické harmonizace a normalizace týkajících se navrhování, stavby, výroby nebo konstrukce pracovního vybavení nebo pracovišť;
  - b) technickým rozvojem, změnami nejdůležitějších harmonizovaných evropských norem nebo mezinárodních specifikací a novými vědeckými poznatky týkajícími se expozice optickému záření při práci

se přijímají postupem podle čl. 11 odst. 2.

#### Článek 11

#### Výbor

1. Komisi je nápomocen výbor uvedený v článku 17 směrnice 89/391/EHS.
2. Odkazuje-li se na tento odstavec, použijí se články 5 a 7 rozhodnutí 1999/468/ES s ohledem na článek 8 zmíněného rozhodnutí.  
  
Doba uvedená v čl. 5 odst. 6 rozhodnutí 1999/468/ES je tři měsíce.
3. Výbor přijme svůj jednací řád.

#### ODDÍL IV

#### ZÁVĚREČNÁ USTANOVENÍ

#### Článek 12

#### Zprávy

Každých pět let podají členské státy Komisi zprávu o praktickém provádění této směrnice a uvedou stanoviska sociálních partnerů.

Komise každých pět let informuje Evropský parlament, Radu, Evropský hospodářský a sociální výbor a Poradní výbor pro bezpečnost a zdraví při práci o obsahu těchto zpráv, o svém vyhodnocení těchto zpráv, o vývoji v příslušné oblasti a o každé činnosti, která by mohla být vzhledem k novým vědeckým poznatkům opodstatněná.

Článek 13

**Praktická příručka**

Komise vypracuje praktickou příručku o ustanoveních článků 4 a 5 a přílohách I a II, aby usnadnila provádění této směrnice.

Článek 14

**Provedení**

1. Členské státy uvedou v účinnost právní a správní předpisy nezbytné pro dosažení souladu s touto směrnicí do dne 27. dubna 2010. Neprodlené o nich uvědomí Komisi.

Tyto předpisy přijaté členskými státy musí obsahovat odkaz na tuto směrnici nebo musí být takový odkaz učiněn při jejich úředním vyhlášení. Způsob odkazu si stanoví členské státy.

2. Členské státy sdělí Komisi znění vnitrostátních právních předpisů, které již přijaly nebo přijmou v oblasti působnosti této směrnice.

Článek 15

**Vstup v platnost**

Tato směrnice vstupuje v platnost dnem vyhlášení v *Úředním věstníku Evropské unie*.

Článek 16

**Určení**

Tato směrnice je určena členskými státem.

Ve Štrasburku dne 5. dubna 2006.

*Za Evropský parlament*  
*předseda*  
J. BORRELL FONTELLES

*Za Radu*  
*předseda*  
H. WINKLER



PŘÍLOHA I

**Nekoherentní optické záření**

Biofyzikálně významné hodnoty expozice optickému záření je možno stanovit pomocí níže uvedených vzorců. Výběr vzorců závisí na rozsahu záření vyzařovaného zdrojem a výsledky je třeba porovnat s odpovídajícími limitními hodnotami expozice uvedenými v tabulce 1.1. Danému zdroji optického záření může odpovídat více hodnot expozice a odpovídajících limitních hodnot expozice.

Označení a) až o) odkazuje na odpovídající řádky tabulky 1.1.

a) 
$$H_{\text{eff}} = \int_0^t \int_{\lambda=180 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \cdot dt$$
 ( $H_{\text{eff}}$  platí pouze v rozsahu 180 až 400 nm)

b) 
$$H_{\text{UVA}} = \int_0^t \int_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$$
 ( $H_{\text{UVA}}$  platí pouze v rozsahu 315 až 400 nm)

c), d) 
$$L_{\text{B}} = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$$
 ( $L_{\text{B}}$  platí pouze v rozsahu 300 až 700 nm)

e), f) 
$$E_{\text{B}} = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$$
 ( $E_{\text{B}}$  platí pouze v rozsahu 300 až 700 nm)

g) až l) 
$$L_{\text{R}} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (Příslušné hodnoty  $\lambda_1$  a  $\lambda_2$  jsou uvedeny v tabulce 1.1)

m), n) 
$$E_{\text{IR}} = \int_{\lambda=780 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda$$
 ( $E_{\text{IR}}$  platí pouze v rozsahu 780 až 3 000 nm)

(o) 
$$H_{\text{kůže}} = \int_0^t \int_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$$
 ( $H_{\text{kůže}}$  platí pouze v rozsahu 380 až 3 000 nm)

Pro účely této směrnice lze výše uvedené vzorce nahradit následujícími výrazy a použitím nespojitých hodnot stanovených v následujících tabulkách:

a) 
$$E_{\text{eff}} = \sum_{\lambda=180 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$
 a  $H_{\text{eff}} = E_{\text{eff}} \cdot \Delta t$

b) 
$$E_{\text{UVA}} = \sum_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$
 a  $H_{\text{UVA}} = E_{\text{UVA}} \cdot \Delta t$

c), d) 
$$L_{\text{B}} = \sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

e), f) 
$$E_{\text{B}} = \sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

g) až l) 
$$L_{\text{R}} = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda} \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$
 (Příslušné hodnoty  $\lambda_1$  a  $\lambda_2$  jsou uvedeny v tabulce 1.1)

m), n) 
$$E_{\text{IR}} = \sum_{\lambda=780 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$

$$o) \quad E_{\text{kůž}} = \sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \quad \text{a} \quad H_{\text{skin}} = E_{\text{skin}} \cdot \Delta t$$

*Poznámky:*

- $E_{\lambda}(\lambda, t)$ ,  $E_{\lambda}$  spektrální ozáření nebo spektrální hustota zářivého toku: zářivý tok na jednotku plochy, vyjádřený ve wattech na metr čtvereční na nanometr ( $\text{W m}^{-2} \text{ nm}^{-1}$ ); hodnoty  $E_{\lambda}(\lambda, t)$  a  $E_{\lambda}$  pocházejí z měření nebo mohou být poskytnuty výrobcem zařízení;
- $E_{\text{eff}}$  efektivní ozáření (rozsah UV): vypočtené ozáření v rozsahu vlnových délek ultrafialového záření 180 až 400 nm spektrálně vážené koeficientem  $S(\lambda)$ , vyjádřené ve wattech na metr čtvereční ( $\text{W m}^{-2}$ );
- $H$  expozice záření: integrál ozáření v čase, vyjádřená v joulech na metr čtvereční ( $\text{J m}^{-2}$ );
- $H_{\text{eff}}$  efektivní expozice záření: expozice záření spektrálně vážená koeficientem  $S(\lambda)$ , vyjádřená v joulech na metr čtvereční ( $\text{J m}^{-2}$ );
- $E_{\text{UVA}}$  celkové ozáření (UVA): vypočtené ozáření v rozsahu vlnových délek UVA 315 až 400 nm, vyjádřené ve wattech na metr čtvereční ( $\text{W m}^{-2}$ );
- $H_{\text{UVA}}$  expozice záření: integrál v čase a vlnové délce nebo součet ozáření ve vlnovém rozsahu UVA 315 až 400 nm, vyjádřená v joulech na metr čtvereční ( $\text{J m}^{-2}$ );
- $S(\lambda)$  spektrální váhový koeficient zohledňující závislost zdravotních účinků UV záření na oči a kůži na vlnové délce (tabulka 1.2) (bezrozměrný);
- $t$ ,  $\Delta t$  čas, doba expozice: vyjádřená v sekundách (s);
- $\lambda$  vlnová délka: vyjádřená v nanometrech (nm);
- $\Delta\lambda$  rozsah vlnové délky vypočteného nebo změřeného intervalu, vyjádřený v nanometrech (nm);
- $L_{\lambda}(\lambda)$ ,  $L_{\lambda}$  spektrální zář zdroje, vyjádřená ve wattech na metr čtvereční na steradián na nanometr ( $\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \text{ nm}^{-1}$ );
- $R(\lambda)$  spektrální váhový koeficient zohledňující závislost tepelného poškození oka způsobeného viditelným nebo infračerveným zářením na vlnové délce (tabulka 1.3) (bezrozměrný);
- $L_{\text{R}}$  efektivní zář (tepelné poškození): vypočtená zář spektrálně vážená koeficientem  $R(\lambda)$ , vyjádřená ve wattech na metr čtvereční na steradián ( $\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ );
- $B(\lambda)$  spektrální váhový koeficient zohledňující závislost fotochemického poškození oka způsobeného zářením modrého světla na vlnové délce (tabulka 1.3) (bezrozměrný);
- $L_{\text{B}}$  efektivní zář (modré světlo): vypočtená zář spektrálně vážená koeficientem  $B(\lambda)$ , vyjádřená ve wattech na metr čtvereční na steradián ( $\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ );
- $E_{\text{B}}$  efektivní ozáření (modré světlo): vypočtené ozáření spektrálně vážené koeficientem  $B(\lambda)$ , vyjádřené ve wattech na metr čtvereční ( $\text{W m}^{-2}$ );
- $E_{\text{IR}}$  celkové ozáření (tepelné poškození): vypočtené ozáření v rozsahu vlnových délek infračerveného záření 780 až 3 000 nm, vyjádřené ve wattech na metr čtvereční ( $\text{W m}^{-2}$ );
- $E_{\text{kůže}}$  celkové ozáření (viditelné záření, záření IRA a IRB): vypočtené ozáření v rozsahu vlnových délek viditelného a infračerveného záření 380 až 3 000 nm, vyjádřené ve wattech na metr čtvereční ( $\text{W m}^{-2}$ );
- $H_{\text{kůže}}$  expozice záření: integrál v čase a vlnové délce nebo součet ozáření ve vlnovém rozsahu viditelného a infračerveného záření 380 až 3 000 nm, vyjádřená v joulech na metr čtvereční ( $\text{J m}^{-2}$ );
- $\alpha$  zorný úhel: zorný úhel patrného zdroje, viděného z určitého bodu v prostoru, vyjádřený v miliradiánech (mrad). Patrný zdroj je skutečný nebo virtuální objekt, který vytváří nejmenší možný obraz na sítnici.

Tabulka 1.1  
Limitní hodnoty expozice pro nekoherentní optické záření

Index	Vlnová délka nm	Limitní hodnota expozice	Jednotky	Poznámka	Část těla	Riziko
a.	180-400 (UVA, UVB a UVC)	$H_{\text{diff}} = 30$ Denní hodnota 8 hodin	$(\text{J m}^{-2})$		oko – rohovka spojivka čočka kůže	photokeratitis conjunctivitis cataractogenesis erythema elastosis rakovina kůže
b.	315-400 (UVA)	$H_{\text{UVA}} = 10^4$ Denní hodnota 8 hodin	$(\text{J m}^{-2})$		oko – čočka	cataractogenesis
c.	300-700 (modré světlo) viz poznámka 1	$L_B = \frac{10^6}{t}$ pro $t \leq 10\,000$ s	$L_B: (\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1})$ t: (sekundy)	pro $\alpha \geq 11$ mrad		
d.	300-700 (modré světlo) viz poznámka 1	$L_B = 100$ pro $t > 10\,000$ s	$(\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1})$			
e.	300-700 (modré světlo) viz poznámka 1	$E_B = \frac{100}{t}$ pro $t \leq 10\,000$ s	$E_B: (\text{W m}^{-2})$ t: (sekundy)	pro $\alpha < 11$ mrad viz poznámka 2	oko – sítnice	photoretinitis
f.	300-700 (modré světlo) viz poznámka 1	$E_B = 0,01$ pro $t > 10\,000$ s	$(\text{W m}^{-2})$			

Index	Vlnová délka nm	Limitní hodnota expozice	Jednotky	Poznámka	Část těla	Riziko
g.	380-1 400 (viditelné a IRA)	$L_R = \frac{2,8 \cdot 10^7}{C_a}$ pro $t > 10$ s	(W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> )	$C_a = 1,7$ pro $\alpha \leq 1,7$ mrad $C_a = \alpha$ pro $1,7 < \alpha \leq 100$ mrad $C_a = 100$ pro $\alpha > 100$ mrad $\lambda_1 = 380; \lambda_2 = 1 400$	oko – sítnice	popálení sítnice
h.	380-1 400 (viditelné a IRA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_a^{0,25}}$ pro $10 \mu\text{s} \leq t \leq 10$ s	$L_R$ : (W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> ) t: (sekundy)			
i.	380-1 400 (viditelné a IRA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_a}$ pro $t < 10 \mu\text{s}$	(W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> )			
j.	780-1 400 (IRA)	$L_R = \frac{6 \cdot 10^6}{C_a}$ pro $t > 10$ s	(W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> )	$C_a = 11$ pro $\alpha \leq 11$ mrad $C_a = \alpha$ pro $11 < \alpha \leq 100$ mrad $C_a = 100$ pro $\alpha > 100$ mrad (zorné pole pro měření: 11 mrad) $\lambda_1 = 780; \lambda_2 = 1 400$	oko – sítnice	popálení sítnice
k.	780-1 400 (IRA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_a^{0,25}}$ pro $10 \mu\text{s} \leq t \leq 10$ s	$L_R$ : (W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> ) t: (sekundy)			
l.	780-1 400 (IRA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_a}$ pro $t < 10 \mu\text{s}$	(W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> )			
m.	780-3 000 (IRA a IRB)	$E_{IR} = 18 000 t^{-0,75}$ pro $t \leq 1 000$ s	E: (Wm <sup>-2</sup> ) t: (sekundy)		oko – rohovka čůčka	popálení rohovky cataractogenesis
n.	780-3 000 (IRA a IRB)	$E_{IR} = 100$ pro $t > 1 000$ s	(W m <sup>-2</sup> )			

Index	Vlnová délka nm	Limitní hodnota expozice	Jednotky	Poznámka	Část těla	Riziko
o.	380-3 000 (viditelné, IR-A a IRB)	$H_{kód} = 20\,000\ t^{0,25}$ pro $t < 10\ s$	H: ( $J\ m^{-2}$ ) t: (sekundy)		kůže	popálení

**Poznámka 1:** Rozsah 300 až 700 nm zahrnuje část UVB, celé UVA a většinu viditelného záření; související rizika se však běžně označují jako rizika „modrého světla“. Modré světlo v přesném slova smyslu zahrnuje pouze rozsah přibližně 400 až 490 nm.

**Poznámka 2:** V případě pevné fixace velmi malých zdrojů se zorným úhlem  $< 11\ mrad$  může být  $L_B$  převedeno na  $E_B$ . To běžně platí pouze pro oftalmologické přístroje nebo stabilizované oko během narkózy. Maximální doba „uptěného pohledu“ na zdroj se vypočte podle vzorce:  $t_{max} = 100/E_B$ , kde  $E_B$  je vyjádřeno ve  $W\ m^{-2}$ . Tato hodnota nepřesáhne díky očím pohybům při běžném vidění 100 s.

Tabulka 1.2

S (λ) (bezrozměrný), 180 nm až 400 nm

λ v nm	S (λ)	λ v nm	S (λ)	λ v nm	S (λ)	λ v nm	S (λ)	λ v nm	S (λ)
180	0,0120	228	0,1737	276	0,9434	324	0,000520	372	0,000086
181	0,0126	229	0,1819	277	0,9272	325	0,000500	373	0,000083
182	0,0132	230	0,1900	278	0,9112	326	0,000479	374	0,000080
183	0,0138	231	0,1995	279	0,8954	327	0,000459	375	0,000077
184	0,0144	232	0,2089	280	0,8800	328	0,000440	376	0,000074
185	0,0151	233	0,2188	281	0,8568	329	0,000425	377	0,000072
186	0,0158	234	0,2292	282	0,8342	330	0,000410	378	0,000069
187	0,0166	235	0,2400	283	0,8122	331	0,000396	379	0,000066
188	0,0173	236	0,2510	284	0,7908	332	0,000383	380	0,000064
189	0,0181	237	0,2624	285	0,7700	333	0,000370	381	0,000062
190	0,0190	238	0,2744	286	0,7420	334	0,000355	382	0,000059
191	0,0199	239	0,2869	287	0,7151	335	0,000340	383	0,000057
192	0,0208	240	0,3000	288	0,6891	336	0,000327	384	0,000055
193	0,0218	241	0,3111	289	0,6641	337	0,000315	385	0,000053
194	0,0228	242	0,3227	290	0,6400	338	0,000303	386	0,000051
195	0,0239	243	0,3347	291	0,6186	339	0,000291	387	0,000049
196	0,0250	244	0,3471	292	0,5980	340	0,000280	388	0,000047
197	0,0262	245	0,3600	293	0,5780	341	0,000271	389	0,000046
198	0,0274	246	0,3730	294	0,5587	342	0,000263	390	0,000044
199	0,0287	247	0,3865	295	0,5400	343	0,000255	391	0,000042
200	0,0300	248	0,4005	296	0,4984	344	0,000248	392	0,000041
201	0,0334	249	0,4150	297	0,4600	345	0,000240	393	0,000039
202	0,0371	250	0,4300	298	0,3989	346	0,000231	394	0,000037
203	0,0412	251	0,4465	299	0,3459	347	0,000223	395	0,000036
204	0,0459	252	0,4637	300	0,3000	348	0,000215	396	0,000035
205	0,0510	253	0,4815	301	0,2210	349	0,000207	397	0,000033
206	0,0551	254	0,5000	302	0,1629	350	0,000200	398	0,000032
207	0,0595	255	0,5200	303	0,1200	351	0,000191	399	0,000031
208	0,0643	256	0,5437	304	0,0849	352	0,000183	400	0,000030
209	0,0694	257	0,5685	305	0,0600	353	0,000175		
210	0,0750	258	0,5945	306	0,0454	354	0,000167		
211	0,0786	259	0,6216	307	0,0344	355	0,000160		
212	0,0824	260	0,6500	308	0,0260	356	0,000153		
213	0,0864	261	0,6792	309	0,0197	357	0,000147		
214	0,0906	262	0,7098	310	0,0150	358	0,000141		
215	0,0950	263	0,7417	311	0,0111	359	0,000136		
216	0,0995	264	0,7751	312	0,0081	360	0,000130		
217	0,1043	265	0,8100	313	0,0060	361	0,000126		
218	0,1093	266	0,8449	314	0,0042	362	0,000122		
219	0,1145	267	0,8812	315	0,0030	363	0,000118		
220	0,1200	268	0,9192	316	0,0024	364	0,000114		
221	0,1257	269	0,9587	317	0,0020	365	0,000110		
222	0,1316	270	1,0000	318	0,0016	366	0,000106		
223	0,1378	271	0,9919	319	0,0012	367	0,000103		
224	0,1444	272	0,9838	320	0,0010	368	0,000099		
225	0,1500	273	0,9758	321	0,000819	369	0,000096		
226	0,1583	274	0,9679	322	0,000670	370	0,000093		
227	0,1658	275	0,9600	323	0,000540	371	0,000090		

Tabulka 1.3:

**B (λ), R (λ) (bezrozměrné), 380 nm až 1 400 nm**

λ v nm	B (λ)	R (λ)
$300 \leq \lambda < 380$	0,01	—
380	0,01	0,1
385	0,013	0,13
390	0,025	0,25
395	0,05	0,5
400	0,1	1
405	0,2	2
410	0,4	4
415	0,8	8
420	0,9	9
425	0,95	9,5
430	0,98	9,8
435	1	10
440	1	10
445	0,97	9,7
450	0,94	9,4
455	0,9	9
460	0,8	8
465	0,7	7
470	0,62	6,2
475	0,55	5,5
480	0,45	4,5
485	0,32	3,2
490	0,22	2,2
495	0,16	1,6
500	0,1	1
$500 < \lambda \leq 600$	$10^{0,02 \cdot (450 - \lambda)}$	1
$600 < \lambda \leq 700$	0,001	1
$700 < \lambda \leq 1\ 050$	—	$10^{0,002 \cdot (700 - \lambda)}$
$1\ 050 < \lambda \leq 1\ 150$	—	0,2
$1\ 150 < \lambda \leq 1\ 200$	—	$0,2 \cdot 10^{0,02 \cdot (1\ 150 - \lambda)}$
$1\ 200 < \lambda \leq 1\ 400$	—	0,02

PŘÍLOHA II

**Optické záření laserů**

Biofyzikálně významné hodnoty expozice optickému záření je možno určit pomocí níže uvedených vzorců. Výběr vzorců závisí na vlnové délce a době záření vyzařovaného zdrojem a výsledky je třeba porovnat s odpovídajícími limitními hodnotami expozice uvedenými v tabulkách 2.2–2.4. Danému zdroji optického záření může odpovídat více hodnot expozice a odpovídajících limitních hodnot expozice.

Koeficienty použité pro výpočty v tabulkách 2.2–2.4 jsou uvedeny v tabulce 2.5 a korekční koeficienty pro opakovanou expozici jsou uvedeny v tabulce 2.6.

$$E = \frac{dP}{dA} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$$

$$H = \int_0^t E(t) \cdot dt \text{ [J m}^{-2}\text{]}$$

*Poznámky:*

dP      *zářivý tok*: vyjádřený ve wattch (W);

dA      *plocha*: vyjádřená v metrech čtverečních (m<sup>2</sup>);

E (t), E      *ozáření nebo hustota zářivého toku*: zářivý tok na jednotku plochy, většinou vyjadřovaný ve wattch na metr čtvereční (W m<sup>-2</sup>); hodnoty E(t), E pocházejí z měření nebo mohou být poskytnuty výrobcem zařízení;

H      *expozice záření*: integrál ozáření v čase, vyjádřený v joulech na metr čtvereční (J m<sup>-2</sup>);

t      *čas, doba expozice*, vyjádřená v sekundách (s);

λ      *vlnová délka*, vyjádřená v nanometrech (nm);

γ      *mezní úhel zorného pole pro měření*, vyjádřený v miliradiánech (mrad);

γ<sub>m</sub>      *úhel zorného pole pro měření*, vyjádřený v miliradiánech (mrad);

α      *zorný úhel zdroje*, vyjádřený v miliradiánech (mrad);

*limitní otvor*: kruhový průřez, na kterém se měří ozáření a expozice záření;

G      *integrováná zář*: integrál záře v čase za danou dobu expozice, vyjádřený jako zářivá energie na jednotku plochy zářícího povrchu na jednotkový prostorový úhel vyzařování v joulech na metr čtvereční na steradián (J m<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup>).



Tabulka 2.1:

**Rizika ozáření**

Vlnová délka (nm) $\lambda$	Rozsah záření	Postižený orgán	Riziko	Tabulka limitních hodnot expozice
180 až 400	UV	oko	fotochemické poškození a tepelné poškození	2.2, 2.3
180 až 400	UV	kůže	erythema	2.4
400 až 700	viditelné	oko	poškození sítnice	2.2
400 až 600	viditelné	oko	fotochemické poškození	2.3
400 až 700	viditelné	kůže	tepelné poškození	2.4
700 až 1 400	IRA	oko	tepelné poškození	2.2, 2.3
700 až 1 400	IRA	kůže	tepelné poškození	2.4
1 400 až 2 600	IRB	oko	tepelné poškození	2.2
2 600 až $10^6$	IRC	oko	tepelné poškození	2.2
1 400 až $10^6$	IRB, IRC	oko	tepelné poškození	2.3
1 400 až $10^6$	IRB, IRC	kůže	tepelné poškození	2.4

Tabulka 2.2  
Limitní hodnoty expozice oka laserového záření — Krátká doba expozice < 10 s

Vlnová délka <sup>a</sup> (nm)	Osvětlení	Doba expozice [s]		
		$10^{-11}$ - $10^{-10}$	$10^{-7}$ - $1,8 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$ - $5 \cdot 10^{-1}$
UV-C	180-280	$10^{-11}$ - $10^{-10}$	$10^{-7}$ - $1,8 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$ - $5 \cdot 10^{-1}$
	280-302	$H = 300 \text{ J m}^{-2}$		
	303	$H = 60 \text{ J m}^{-2}$	postihá t < $2,6 \cdot 10^{-7}$ , pak $H = 5,6 \cdot 10^{-7} \text{ J m}^{-2}$	viz pozn. <sup>d</sup>
	304	$H = 60 \text{ J m}^{-2}$	postihá t < $1,3 \cdot 10^{-7}$ , pak $H = 5,6 \cdot 10^{-7} \text{ J m}^{-2}$	viz pozn. <sup>d</sup>
	305	$H = 100 \text{ J m}^{-2}$	postihá t < $1,0 \cdot 10^{-7}$ , pak $H = 5,6 \cdot 10^{-7} \text{ J m}^{-2}$	viz pozn. <sup>d</sup>
	306	$H = 160 \text{ J m}^{-2}$	postihá t < $6,7 \cdot 10^{-8}$ , pak $H = 5,6 \cdot 10^{-7} \text{ J m}^{-2}$	viz pozn. <sup>d</sup>
	307	$H = 250 \text{ J m}^{-2}$	postihá t < $4,0 \cdot 10^{-8}$ , pak $H = 5,6 \cdot 10^{-7} \text{ J m}^{-2}$	viz pozn. <sup>d</sup>
	308	$H = 400 \text{ J m}^{-2}$	postihá t < $2,6 \cdot 10^{-8}$ , pak $H = 5,6 \cdot 10^{-7} \text{ J m}^{-2}$	viz pozn. <sup>d</sup>
	309	$H = 630 \text{ J m}^{-2}$	postihá t < $1,6 \cdot 10^{-8}$ , pak $H = 5,6 \cdot 10^{-7} \text{ J m}^{-2}$	viz pozn. <sup>d</sup>
	310	$H = 10^3 \text{ J m}^{-2}$	postihá t < $1,0 \cdot 10^{-8}$ , pak $H = 5,6 \cdot 10^{-7} \text{ J m}^{-2}$	viz pozn. <sup>d</sup>
UV-B	311	$H = 1,6 \cdot 10^3 \text{ J m}^{-2}$	postihá t < $6,7 \cdot 10^{-9}$ , pak $H = 5,6 \cdot 10^{-7} \text{ J m}^{-2}$	viz pozn. <sup>d</sup>
	312	$H = 2,5 \cdot 10^3 \text{ J m}^{-2}$	postihá t < $4,0 \cdot 10^{-9}$ , pak $H = 5,6 \cdot 10^{-7} \text{ J m}^{-2}$	viz pozn. <sup>d</sup>
	313	$H = 4,0 \cdot 10^3 \text{ J m}^{-2}$	postihá t < $2,6 \cdot 10^{-9}$ , pak $H = 5,6 \cdot 10^{-7} \text{ J m}^{-2}$	viz pozn. <sup>d</sup>
	314	$H = 6,3 \cdot 10^3 \text{ J m}^{-2}$	postihá t < $1,6 \cdot 10^{-9}$ , pak $H = 5,6 \cdot 10^{-7} \text{ J m}^{-2}$	viz pozn. <sup>d</sup>
	315-400	$H = 5,6 \cdot 10^3 \text{ J m}^{-2}$	$H = 5,6 \cdot 10^3 \text{ J m}^{-2}$	
Vlnobíže a BKA	400-700	$H = 1,5 \cdot 10^{-8} C_1 \text{ J m}^{-2}$	$H = 2,7 \cdot 10^{-7} C_1 \text{ J m}^{-2}$	$H = 1,8 \cdot 10^{-5} C_1 \text{ J m}^{-2}$
	700-1 050	$H = 1,5 \cdot 10^{-7} C_1 C_2 \text{ J m}^{-2}$	$H = 2,7 \cdot 10^{-6} C_1 C_2 \text{ J m}^{-2}$	$H = 1,8 \cdot 10^{-5} C_1 C_2 \text{ J m}^{-2}$
	1 050-1 400	$H = 1,5 \cdot 10^{-6} C_1 C_2 \text{ J m}^{-2}$	$H = 2,7 \cdot 10^{-5} C_1 C_2 \text{ J m}^{-2}$	$H = 1,8 \cdot 10^{-4} C_1 C_2 \text{ J m}^{-2}$
IRB a	1 400-1 500	$E = 10^3 \text{ J m}^{-2}$ , viz poznámka <sup>a</sup>	$H = 10^3 \text{ J m}^{-2}$	$H = 5,6 \cdot 10^{-4} \text{ J m}^{-2}$
	1 500-1 600	$E = 10^{10} \text{ J m}^{-2}$ , viz poznámka <sup>a</sup>	$H = 10^{10} \text{ J m}^{-2}$	$H = 5,6 \cdot 10^{-4} \text{ J m}^{-2}$
	1 600-2 600	$E = 10^{11} \text{ J m}^{-2}$ , viz poznámka <sup>a</sup>	$H = 10^{11} \text{ J m}^{-2}$	$H = 5,6 \cdot 10^{-4} \text{ J m}^{-2}$
IRB	2 600-10 <sup>4</sup>	$E = 10^{11} \text{ J m}^{-2}$ , viz poznámka <sup>a</sup>	$H = 10^{11} \text{ J m}^{-2}$	$H = 5,6 \cdot 10^{-4} \text{ J m}^{-2}$

<sup>a</sup> Platí-li pro vlnovou délku laseru dva limity, použije se příslušný limit.  
<sup>b</sup> Když  $1,400 \text{ s} < t < 10^{-4} \text{ s}$ ; průměr otvoru = 1 mm pro  $t < 0,3 \text{ s}$  a  $1,5 \cdot 10^{17} \text{ mm}$  pro  $0,3 \text{ s} < t < 10^{-4} \text{ s}$ ; průměr otvoru = 11 mm.  
<sup>c</sup> Vzhledem k nedostatečnému údajům pro tyto délky pulsu IECNIR doporučuje používat limity ozářené 1 ms.  
<sup>d</sup> Tabulka uvádí hodnoty pro jednotlivé pulsy laserového záření. V případě vícenásobných pulzů laserového záření účinky pulzů laserového záření odpovídají do intervalu  $T_{max}$  uvedeného v tabulce 2.6 musel být sečten a výsledná hodnota musí být doplněna do vzorce  $5,6 \cdot 10^{-4} \text{ J m}^{-2}$ .

Tabulka 2.3  
Limitní hodnoty expozice oka laserového záření — Dlouhá doba expozice  $\geq 10$  s

Vlnová délka $\lambda$ [nm]		Charakter	Doba expozice [s]	Limitní hodnota expozice [J m <sup>-2</sup> ]				
UVC	180 - 200	Černé	$10^5 \cdot 10^5$	$10^5 \cdot 10^6$				
	200 - 302							
	303							
	304							
	305							
	306							
	307							
	308							
	309							
	310							
UVB	311	UVB	$10^5 \cdot 10^5$	$10^5 \cdot 10^6$				
	312							
	313							
	314							
	315 - 400							
	UVA				400 - 600	UVA	$10^5 \cdot 10^5$	$10^5 \cdot 10^6$
					Fotochemická <sup>a)</sup>			
					podkožní s níže			
Viditelné 400 - 700	600 - 700	Viditelné	$10^5 \cdot 10^5$	$10^5 \cdot 10^6$				
	Teplotní <sup>b)</sup> podkožní s níže							
Bla 700 - 1 400	700 - 1 400	Bla	$10^5 \cdot 10^5$	$10^5 \cdot 10^6$				
	1 400 - 10 <sup>4</sup>							
IRB a IBC								

Doba expozice [s]	Hodnota expozice [J m <sup>-2</sup> ]
$10^5 \cdot 10^5$	$10^5 \cdot 10^6$
$H = 10^5$ [J m <sup>-2</sup> ]	
$H = 40$ [J m <sup>-2</sup> ]	
$H = 40$ [J m <sup>-2</sup> ]	
$H = 40$ [J m <sup>-2</sup> ]	
$H = 100$ [J m <sup>-2</sup> ]	
$H = 160$ [J m <sup>-2</sup> ]	
$H = 250$ [J m <sup>-2</sup> ]	
$H = 400$ [J m <sup>-2</sup> ]	
$H = 630$ [J m <sup>-2</sup> ]	
$H = 1,0 \cdot 10^3$ [J m <sup>-2</sup> ]	
$H = 1,6 \cdot 10^3$ [J m <sup>-2</sup> ]	
$H = 2,5 \cdot 10^3$ [J m <sup>-2</sup> ]	
$H = 4,0 \cdot 10^3$ [J m <sup>-2</sup> ]	
$H = 6,3 \cdot 10^3$ [J m <sup>-2</sup> ]	
$H = 10^4$ [J m <sup>-2</sup> ]	

Limitní hodnota expozice [J m <sup>-2</sup> ]	Doba expozice [s]	Limitní hodnota expozice [W m <sup>-2</sup> ]
$H = 100 C_d$ [J m <sup>-2</sup> ] ( $\gamma = 11$ mrad) <sup>d)</sup>		$E = 1 C_d$ (W m <sup>-2</sup> ) ( $\gamma = 11 \text{ }^\circ\text{C}^\circ\text{mrad}^2$ ) <sup>d)</sup>
	jestliže $\alpha < 1,5$ mrad, jestliže $\alpha > 1,5$ mrad a $s \leq T_L$ , jestliže $\alpha > 1,5$ mrad a $t > T_L$ ,	$\text{pak } E = 10$ (W m <sup>-2</sup> ) $\text{pak } H = 18 C_d \text{ }^\circ\text{C}^\circ\text{J m}^{-2}$ (J m <sup>-2</sup> ) $\text{pak } E = 18 C_d T_L^{-0,25}$ (W m <sup>-2</sup> )
	jestliže $\alpha < 1,5$ mrad, jestliže $\alpha > 1,5$ mrad a $s \leq T_L$ , jestliže $\alpha > 1,5$ mrad a $t > T_L$ ,	$\text{pak } E = 10 C_d C_c$ (W m <sup>-2</sup> ) $\text{pak } H = 18 C_d C_c \text{ }^\circ\text{C}^\circ\text{J m}^{-2}$ (J m <sup>-2</sup> ) $\text{pak } E = 18 C_d C_c T_L^{-0,25}$ (W m <sup>-2</sup> ) (normální přetěžování 1 000 W m <sup>-2</sup> )
		$E = 1 000$ (W m <sup>-2</sup> )

a) Platí pro vlnovou délku nebo pro charakteristickou vlnovou délku laserového záření, pokud je určeno jinak.  
 b) Pro malý úhel je přípustný úhel světla  $1,5$  mrad a dva úhly  $\theta$  pro vlnovou délku  $400 \text{ nm}$  a  $700 \text{ nm}$  nastávají na úhlu  $\theta = 10^\circ$ . Pro vlnovou délku  $400 \text{ nm}$  nastávají úhly  $\theta = 10^\circ$  a  $1^\circ$  pro vlnovou délku  $700 \text{ nm}$ .  
 c) Pro vlnovou délku  $1 400 - 10^4 \text{ nm}$  platí  $\alpha = 3,5$  mrad pro vlnovou délku  $10^4 \text{ nm}$ ,  $10^\circ$  u úhlu přímé osy a  $3,5$  mrad k přímé osce.  
 d) Pro vlnovou délku  $1 400 - 10^4 \text{ nm}$  platí  $\alpha = 3,5$  mrad pro vlnovou délku  $10^4 \text{ nm}$ ,  $10^\circ$  u úhlu přímé osy a  $3,5$  mrad k přímé osce.

Tabulka 2.4:

**Limitní hodnoty expozice kůže laserovému záření**

Vlnová délka <sup>a</sup> [nm]	Klasif.	Doba expozice [s]											
		$< 10^0$	$10^0 - 10^1$	$10^1 - 10^2$	$10^2 - 10^3$	$10^3 - 10^4$	$10^4 - 3 \cdot 10^5$						
UV (A, B, C)	LA, LB, LC	Společné jako limitní hodnoty expozice oka											
								$E = 3 \cdot 10^{-9} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$					
Viditelné a IRA	LA, LB, LC	Společné jako limitní hodnoty expozice oka											
								$E = 2 \cdot 10^{-11} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$					
								$E = 2 \cdot 10^{-11} C_a \text{ [W m}^{-2}\text{]}$					
								$E = 10^{-12} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$					
								$E = 10^{-13} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$					
IRB a IRC	LA, LB, LC	Společné jako limitní hodnoty expozice oka											
								$E = 10^{-12} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$					
								$E = 10^{-13} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$					
		$H = 200 C_a \text{ [J m}^{-2}\text{]}$		$H = 1,1 \cdot 10^5 C_a t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}\text{]}$		$E = 2 \cdot 10^5 C_a \text{ [W m}^{-2}\text{]}$							

<sup>a</sup> Platí-li pro vlnovou délku nebo široce charakterizovaný laser dva limity, použije se přísnější limit

Tabulka 2.5:

**Použité korekční koeficienty a další parametry výpočtu**

Parametr uvedený v ICNIRP	Platný spektrální rozsah (nm)	Hodnota
$C_A$	$\lambda < 700$	$C_A = 1,0$
	700– 1 050	$C_A = 10^{0,002(\lambda - 700)}$
	1 050– 1 400	$C_A = 5,0$
$C_B$	400– 450	$C_B = 1,0$
	450– 700	$C_B = 10^{0,02(\lambda - 450)}$
$C_C$	700– 1 150	$C_C = 1,0$
	1 150– 1 200	$C_C = 10^{0,018(\lambda - 1 150)}$
	1 200– 1 400	$C_C = 8,0$
$T_1$	$\lambda < 450$	$T_1 = 10 \text{ s}$
	450– 500	$T_1 = 10 \cdot [10^{0,02(\lambda - 450)}] \text{ s}$
	$\lambda > 500$	$T_1 = 100 \text{ s}$
Parametr uvedený v ICNIRP	Platný pro biologické účinky	Hodnota
$\alpha_{\min}$	Veškeré tepelné účinky	$\alpha_{\min} = 1,5 \text{ mrad}$
Parametr uvedený v ICNIRP	Platný úhlový rozsah(mrad)	Hodnota
$C_E$	$\alpha < \alpha_{\min}$	$C_E = 1,0$
	$\alpha_{\min} < \alpha < 100$	$C_E = \alpha / \alpha_{\min}$
	$\alpha > 100$	$C_E = \alpha^2 / (\alpha_{\min} \cdot \alpha_{\max}) \text{ mrad}$ kde $\alpha_{\max} = 100 \text{ mrad}$
$T_2$	$\alpha < 1,5$	$T_2 = 10 \text{ s}$
	$1,5 < \alpha < 100$	$T_2 = 10 \cdot [10^{(\alpha - 1,5) / 98,5}] \text{ s}$
	$\alpha > 100$	$T_2 = 100 \text{ s}$

Parametr uvedený v ICNIRP	Platný časový interval expozice(s)	Hodnota
γ	$t \leq 100$	$\gamma = 11$ [mrad]
	$100 < t < 10^4$	$\gamma = 1,1 t^{0,5}$ [mrad]
	$t > 10^4$	$\gamma = 110$ [mrad]

Tabulka 2.6:

### Korekce pro opakovanou expozici

Pro všechny opakované expozice záření z opakovaně pulsujících nebo skenujících laserových systémů by se měla použít tato tři obecná pravidla:

1. Ozáření jakýmkoliv jedním pulsem ve sledu pulsů nesmí překročit limitní hodnotu expozice pro jeden puls s dobou trvání uvedeného pulsu.
2. Ozáření jakoukoliv skupinou pulsů (nebo podskupinou pulsů ve sledu) o době  $t$  nesmí překročit limitní hodnotu expozice pro čas  $t$ .
3. Ozáření jakýmkoliv jedním pulsem v rámci skupiny pulsů nesmí překročit limitní hodnotu expozice pro jeden puls násobenou faktorem kumulativní tepelné korekce  $C_p = N^{-0,25}$ , kde  $N$  se rovná počtu pulsů. Toto pravidlo platí pouze pro limitní hodnoty expozice na ochranu před tepelným poškozením, kde se všechny pulsy vyzářené za dobu kratší než  $T_{min}$  považují za jeden puls.

Parametr	Platný spektrální rozsah (nm)	Hodnota
$T_{min}$	$315 < \lambda \leq 400$	$T_{min} = 10^{-9}$ s (= 1 ns)
	$400 < \lambda \leq 1\ 050$	$T_{min} = 18 \cdot 10^{-6}$ s (= 18 μs)
	$1\ 050 < \lambda \leq 1\ 400$	$T_{min} = 50 \cdot 10^{-6}$ s (= 50 μs)
	$1\ 400 < \lambda \leq 1\ 500$	$T_{min} = 10^{-3}$ s (= 1 ms)
	$1\ 500 < \lambda \leq 1\ 800$	$T_{min} = 10$ s
	$1\ 800 < \lambda \leq 2\ 600$	$T_{min} = 10^{-3}$ s (= 1 ms)
	$2\ 600 < \lambda \leq 10^6$	$T_{min} = 10^{-7}$ s (= 100 ns)

## PROHLÁŠENÍ RADY

### Prohlášení Rady o použití výrazu „penalties“ v anglickém znění právních nástrojů Evropského společenství.

Podle stanoviska Rady, pokud je v anglickém znění právních nástrojů Evropského společenství použito výrazu „penalties“, je tento výraz použit v neutrálním smyslu a nevztahuje se výlučně na trestní sankce, ale může také zahrnovat správní nebo finanční sankce nebo jiné druhy sankcí. Pokud mají členské státy povinnost podle aktu Společenství uložit „penalties“, je na jejich rozhodnutí volba vhodného druhu sankce v souladu s judikaturou Evropského soudního dvora.

V jazykové databázi Společenství je výraz „penalties“ přeložen do jiných jazyků takto:

do češtiny „sankce“, do španělštiny „sanciones“, do dánštiny „sanktioner“, do němčiny „Sanktionen“, do estonštiny „sanktsioonid“, do francouzštiny „sanctions“, do řečtiny „κυρώσεις“, do maďarštiny „jogkövetkezmények“, do italštiny „sanzioni“, do lotyštiny „sankcijas“, do litevštiny „sankcijos“, do maltštiny „penali“, do nizozemštiny „sancties“, do polštiny „sankcje“, do portugalsštiny „sanções“, do slovinštiny „kazni“, do slovenštiny „sankcie“, do finštiny „seuraamukset“ a do švédštiny „sanktioner“.

Pokud je v revidovaných anglických zněních právních nástrojů, ve kterých bylo dříve použito výrazu „sanctions“, tento výraz nahrazen výrazem „penalties“, tato změna nezakládá podstatný rozdíl.





Evropská komise

**Nezávazná příručka osvědčených postupů pro provádění směrnice 2006/25/ES (optické záření z umělých zdrojů)**

Lucemburk: Úřad pro publikace Evropské unie

2011 – 141 s. – 21 × 29,7 cm

ISBN 978-92-79-19804-5

doi:10.2767/29851

Většina pracovišť obsahuje optické záření z umělých zdrojů a směrnice 2006/25/ES stanoví minimální požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví týkající se expozice zaměstnanců takovým zdrojům. Nezávazná příručka osvědčených postupů Evropské komise pro provádění směrnice 2006/25/ES určuje aplikace představující minimální riziko a poskytuje pokyny týkající se ostatních aplikací. Stanovuje hodnotící metodiku a uvádí přehled opatření na snížení rizik a kontrolu nepříznivých účinků na zdraví.

Tato publikace je k dispozici v tištěné podobě v angličtině, francouzštině a němčině a v elektronické podobě ve všech ostatních úředních jazycích EU. K dispozici je rovněž kompaktní disk obsahující 22 jazykových verzí (katalogové číslo: KE-32-11-704-1X-Z, ISBN 978-92-79-19829-8).



## JAK ZÍSKAT PUBLIKACE EU

### **Bezplatné publikace:**

- prostřednictvím stránek EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>);
- v zastoupeních a delegacích Evropské unie. Jejich kontaktní údaje naleznete na adrese <http://ec.europa.eu> nebo si je můžete vyžádat faxem na čísle +352 2929-42758.

### **Placené publikace:**

- prostřednictvím stránek EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>).

### **Předplatné (např. roční řady *Úředního věstníku Evropské unie*, sbírky rozhodnutí Soudního dvora Evropské unie):**

- u některého z prodejců Úřadu pro publikace Evropské unie ([http://publications.europa.eu/others/agents/index\\_cs.htm](http://publications.europa.eu/others/agents/index_cs.htm)).

Zajímají vás publikace Generálního ředitelství pro zaměstnanost,  
sociální věci a sociální začleňování Evropské komise?  
Můžete si je objednat nebo získat on-line odběr zdarma na adrese  
**<http://ec.europa.eu/social/publications>**

Budeme také rádi, když se přihlásíte k odběru elektronického  
zpravodaje Sociální Evropa, který je k dispozici zdarma na adrese  
**<http://ec.europa.eu/social/e-newsletter>**

**<http://ec.europa.eu/social>**



**[www.facebook.com/socialeurope](http://www.facebook.com/socialeurope)**



Úřad pro publikace

ISBN 978-92-79-19804-5



9 789279 198045