

Tento dokument slouží výhradně k informačním účelům a nemá žádný právní účinek. Orgány a instituce Evropské unie nenesou za jeho obsah žádnou odpovědnost. Závazná znění příslušných právních předpisů, včetně jejich právních východisek a odůvodnění, jsou zveřejněna v Úředním věstníku Evropské unie a jsou k dispozici v databázi EUR-Lex. Tato úřední znění jsou přímo dostupná přes odkazy uvedené v tomto dokumentu

► **B** 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)

(Úř. věst. L 114, 27.4.2006, s. 38)

Ve znění:

		Úřední věstník		
		Č.	Strana	Datum
► <u>M1</u>	Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/30/ES ze dne 20. června 2007	L 165	21	27.6.2007
► <u>M2</u>	Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1137/2008 ze dne 22. října 2008	L 311	1	21.11.2008
► <u>M3</u>	Směrnice Rady 2013/64/EU ze dne 17. prosince 2013	L 353	8	28.12.2013
► <u>M4</u>	Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2019/1243 ze dne 20. června 2019	L 198	241	25.7.2019



**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)

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.
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;

▼B

- c) „laserovým zářením“ optické záření z laseru;
- d) „nekoherentním zářením“ jakékoliv optické záření jiné než laserové záření;
- e) „limitními hodnotami expozice“ limity expozice optickému 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 zdraví škodlivým účinkům;
- f) „ozářením (E)“ nebo „hustotou zářivého toku“ zářivý tok na jednotku plochy, vyjádřený ve wattech na metr čtvereční ($W m^{-2}$);
- g) „expoziční záření (H)“ integrál ozáření v čase, vyjádřený v joulech na metr čtvereční ($J m^{-2}$);
- h) „zářící (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) „úrovni“ 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.

▼B

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 účastí. 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) úrovně, vlnové délce a trvání expozice umělým zdrojům optického záření;
- b) limitním hodnotám expozice podle článku 3 této směrnice;
- c) všem účinkům na zdraví a bezpečnost zaměstnanců, kteří patří ke zvlášť 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 jakéhokoli umělého zdroje, který může způsobit poškození stejného rozsahu jako laser třídy 3B nebo 4;
- j) údajům poskytnutým v souladu s příslušnými směrnicemi 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.

▼B*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 systémů 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) ⁽¹⁾. 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.

⁽¹⁾ Úř. věst. L 245, 26.8.1992, s. 23.

▼B

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:

- a) opatření přijatých na základě této směrnice;
- b) limitních hodnot expozice a souvisejících možných rizik;
- c) 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;
- d) způsobů, jak rozpoznat zdraví škodlivé účinky expozice a jak je ohlašovat;
- e) okolností, za nichž mají zaměstnanci nárok na zdravotní dohled;
- f) bezpečných zdravotních postupů k minimalizaci rizik souvisejících s expozicí;
- g) 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**

1. 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.

2. Členské státy zajistí provádění zdravotního dohledu lékařem, závodním lékařem nebo zdravotnickým orgánem odpovědným za zdravotní dohled v souladu s vnitrostátními právními předpisy a zvyklostmi.

▼B

3. 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 přezkoumání 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.

▼ B*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.

▼ M4*Článek 10***Změna příloh**

Komisi je svěřena pravomoc přijímat akty v přenesené pravomoci v souladu s článkem 10a za účelem provedení ryze technických úprav příloh s cílem zohlednit technickou harmonizaci a normalizaci týkající se navrhování, stavby, výroby nebo konstrukce pracovního vybavení nebo pracovišť, technický pokrok, změny harmonizovaných evropských norem či mezinárodních specifikací a nové vědecké poznatky týkající se expozice optickému záření při práci. Tyto změny nesmějí vést k úpravě limitních hodnot pro expozici stanovených v přílohách.

Pokud v řádně odůvodněných a výjimečných případech zahrnujících bezprostřední, přímé a závažné riziko pro fyzické zdraví a bezpečnost pracovníků a dalších osob je ze závažných a naléhavých důvodů nutné opatření ve velmi krátkém časovém rámci, použije se na akty v přenesené pravomoci přijaté podle tohoto článku postup stanovený v článku 10b.

*Článek 10a***Výkon přenesené pravomoci**

1. Pravomoc přijímat akty v přenesené pravomoci je svěřena Komisi za podmínek stanovených v tomto článku.
2. Pravomoc přijímat akty v přenesené pravomoci uvedené v článku 10 je svěřena Komisi na dobu pěti let od 26. července 2019. Komise vypracuje zprávu o přenesené pravomoci nejpozději devět měsíců před koncem tohoto pětiletého období. Přenesení pravomoci se automaticky prodlužuje o stejně dlouhá období, pokud Evropský parlament nebo Rada nevysloví proti tomuto prodloužení námitku nejpozději tři měsíce před koncem každého z těchto období.
3. Evropský parlament nebo Rada mohou přenesení pravomoci uvedené v článku 10 kdykoli zrušit. Rozhodnutím o zrušení se ukončuje přenesení pravomoci v něm blíže určené. Rozhodnutí nabývá účinku prvním dnem po zveřejnění v *Úředním věstníku Evropské unie* nebo k pozdějšímu dni, který je v něm upřesněn. Nedotýká se platnosti již platných aktů v přenesené pravomoci.
4. Před přijetím aktu v přenesené pravomoci Komise vede konzultace s odborníky jmenovanými jednotlivými členskými státy v souladu se zásadami stanovenými v interinstitucionální dohodě ze dne 13. dubna 2016 o zdokonalení tvorby právních předpisů ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Úř. věst. L 123, 12.5.2016, s. 1.

▼ M4

5. Přijetí aktu v přenesené pravomoci Komise neprodleně oznámí současně Evropskému parlamentu a Radě.

6. Akt v přenesené pravomoci přijatý podle článku 10 vstoupí v platnost, pouze pokud proti němu Evropský parlament nebo Rada nevysloví námitky ve lhůtě dvou měsíců ode dne, kdy jim byl tento akt oznámen, nebo pokud Evropský parlament i Rada před uplynutím této lhůty informují Komisi o tom, že námitky nevysloví. Z podnětu Evropského parlamentu nebo Rady se tato lhůta prodlouží o dva měsíce.

*Článek 10b***Postup pro naléhavé případy**

1. Akty v přenesené pravomoci přijaté podle tohoto článku vstupují v platnost bezodkladně a jsou použitelné, pokud proti nim není vyslovena námitka v souladu s odstavcem 2. V oznámení aktu v přenesené pravomoci Evropskému parlamentu a Radě se uvedou důvody použití postupu pro naléhavé případy.

2. Evropský parlament nebo Rada mohou proti aktu v přenesené pravomoci vyslovit námitky postupem uvedeným v čl. 10a odst. 6. V takovém případě zruší Komise tento akt neprodleně poté, co jí Evropský parlament nebo Rada oznámí rozhodnutí o vyslovení námitek.

▼ B

ODDÍL IV

ZÁVĚREČNÁ USTANOVENÍ**▼ M1****▼ B***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. Neprodleně 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.

▼ B

2. Členské státy sdělí Komisi znění vnitrostátních právních předpisů, které již přijaly nebo přijmou v oblasti působnosti této směrnice.

▼ M3*Článek 14a*

1. Aniž jsou dotčeny obecné zásady ochrany a prevence v oblasti zdraví a bezpečnosti zaměstnanců, Francie se smí do 31. prosince 2017 odchýlit od uplatňování opatření nezbytných k dosažení souladu s touto směrnicí na Mayotte jakožto novém nejvzdálenějším regionu ve smyslu článku 349 Smlouvy o fungování EU (dále jen „Mayotte“) za předpokladu, že toto uplatňování vyžaduje zvláštní technické zařízení a tato zařízení nejsou na Mayotte k dispozici.

První pododstavec se netýká povinností podle čl. 5 odst. 1 této směrnice ani těch ustanovení této směrnice, ve kterých se odrážejí obecné zásady stanovené směrnicí 89/391/EHS.

2. Všem odchylkám od této směrnice plynoucím z uplatňování opatření existujících ke dni 1. lednu 2014 nebo ode dne přijetí nových opatření musí předcházet konzultace se sociálními partnery v souladu s vnitrostátními právními předpisy a zvyklostmi. Tyto odchylky se použijí za podmínky, že při zohlednění zvláštních okolností převládajících na Mayotte zaručí, že vyplývající rizika pro zaměstnance jsou minimalizována a dotčení zaměstnanci jsou pod zesíleným zdravotním dohledem.

3. Vnitrostátní odchylná opatření jsou každoročně po konzultaci se sociálními partnery přezkoumána a zrušena, jakmile pominou okolnosti, které je odůvodňují.

▼ B*Článek 15***Vstup v platnost**

Tato směrnice vstupuje v platnost dnem vyhlášení v *Úředním věstníku Evropské unie*.

*Článek 16***Určení**

Tato směrnice je určena členským státům.

▼ **B**

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.

$$\text{a) } H_{\text{eff}} = \int_0^t \int_{\lambda=180 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \cdot dt \quad (H_{\text{eff}} \text{ platí pouze v rozsahu } 180 \text{ až } 400 \text{ nm})$$

$$\text{b) } H_{\text{UVA}} = \int_0^t \int_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt \quad (H_{\text{UVA}} \text{ platí pouze v rozsahu } 315 \text{ až } 400 \text{ nm})$$

$$\text{c), d) } L_{\text{B}} = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda \quad (L_{\text{B}} \text{ platí pouze v rozsahu } 300 \text{ až } 700 \text{ nm})$$

$$\text{e), f) } E_{\text{B}} = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda \quad (E_{\text{B}} \text{ platí pouze v rozsahu } 300 \text{ až } 700 \text{ nm})$$

$$\text{g) až l) } L_{\text{R}} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda \quad (\text{Příslušné hodnoty } \lambda_1 \text{ a } \lambda_2 \text{ jsou uvedeny v tabulce 1.1})$$

$$\text{m), n) } E_{\text{IR}} = \int_{\lambda=780 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda \quad (E_{\text{IR}} \text{ platí pouze v rozsahu } 780 \text{ až } 3000 \text{ nm})$$

$$\text{(o) } H_{\text{kůže}} = \int_0^t \int_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt \quad (H_{\text{kůže}} \text{ platí pouze v rozsahu } 380 \text{ až } 3000 \text{ nm})$$

Pro účely této směrnice lze výše uvedené vzorce nahradit následujícími výrazy a použitím nespojitých hodnot stanovených v následujících tabulkách:

$$\text{a) } E_{\text{eff}} = \sum_{\lambda=180 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad \text{et } H_{\text{eff}} = E_{\text{eff}} \cdot \Delta t$$

$$\text{b) } E_{\text{UVA}} = \sum_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \quad \text{et } H_{\text{UVA}} = E_{\text{UVA}} \cdot \Delta t$$

$$\text{c), d) } L_{\text{B}} = \sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

▼ B

$$\text{e), f)} \quad E_B = \sum_{\lambda = 300 \text{ nm}}^{\lambda = 700 \text{ nm}} E_\lambda \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

$$\text{g) až l)} \quad L_R = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_\lambda \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

(Příslušné hodnoty λ_1
a λ_2 jsou uvedeny
v tabulce 1.1)

$$\text{m), n)} \quad E_{\text{IR}} = \sum_{\lambda = 780 \text{ nm}}^{\lambda = 3\,000 \text{ nm}} E_\lambda \cdot \Delta\lambda$$

$$\text{o)} \quad E_{\text{kůž}} = \sum_{\lambda = 380 \text{ nm}}^{\lambda = 3\,000 \text{ nm}} E_\lambda \cdot \Delta\lambda \quad \text{a } H_{\text{skin}} = E_{\text{skin}} \cdot \Delta t$$

Poznámky:

$E_\lambda(\lambda, t)$, E_λ 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_λ pocházejí z měření nebo mohou být poskytnuty výrobcem zařízení;

E_{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 (W m^{-2});

H expozice záření: integrál ozáření v čase, vyjádřená v joulech na metr čtvereční (J m^{-2});

H_{eff} efektivní expozice záření: expozice záření spektrálně vážená koeficientem $S(\lambda)$, vyjádřená v joulech na metr čtvereční (J m^{-2});

E_{UVA} celkové ozáření (UVA): vypočtené ozáření v rozsahu vlnových délek UVA 315 až 400 nm, vyjádřené ve wattech na metr čtvereční (W m^{-2});

H_{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 (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 , Δt čas, doba expozice: vyjádřená v sekundách (s);

λ vlnová délka: vyjádřená v nanometrech (nm);

$\Delta \lambda$ rozsah vlnové délky vypočteného nebo změřeného intervalu, vyjádřený v nanometrech (nm);

$L_\lambda(\lambda)$, L_λ 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_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

$B(\lambda)$	spektrální váhový koeficient zohledňující závislost fotochemického poškození oka způsobeného zářením modrého světla na vlnové délce (tabulka 1.3) (bezrozměrný);
L_B	efektivní zář (modré světlo): vypočtená zář spektrálně vážená koeficientem $B(\lambda)$, vyjádřená ve wattech na metr čtvereční na steradián ($W\ m^{-2}\ sr^{-1}$);
E_B	efektivní ozáření (modré světlo): vypočtené ozáření spektrálně vážené koeficientem $B(\lambda)$, vyjádřené ve wattech na metr čtvereční ($W\ m^{-2}$);
E_{IR}	celkové ozáření (tepelné poškození): vypočtené ozáření v rozsahu vlnových délek infračerveného záření 780 až 3 000 nm, vyjádřené ve wattech na metr čtvereční ($W\ m^{-2}$);
$E_{kúže}$	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 ($W\ m^{-2}$);
$H_{kúže}$	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 ($J\ m^{-2}$);
α	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)	$H_{\text{eff}} = 30$ Denní hodnota 8 hodin	(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	(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 : (W m ⁻² sr ⁻¹) t: (sekundy)	pro $\alpha \geq 11$ mrad	oko – sítnice	photoretinitis
d.	300-700 (modré světlo) viz poznámka 1	$L_B = 100$ pro $t > 10\,000$ s	(W m ⁻² sr ⁻¹)			
e.	300-700 (modré světlo) viz poznámka 1	$E_B = \frac{100}{t}$ pro $t \leq 10\,000$ s	E_B : (W m ⁻²) t: (sekundy)	pro $\alpha < 11$ mrad viz poznámka 2		
f.	300-700 (modré světlo) viz poznámka 1	$E_B = 0,01$ t > 10 000 s	(W m ⁻²)			

▼B

Index	Vlnová délka nm	Limitní hodnota expozice	Jednotky	Poznámka	Část těla	Riziko
g.	380-1 400 (viditelné a IRA)	$L_R = \frac{2,8 \cdot 10^7}{C_\alpha}$ pour $t > 10$ s	(W m ⁻² sr ⁻¹)	$C_\alpha = 1,7$ pro $\alpha \leq 1,7$ mrad $C_\alpha = \alpha$ pro $1,7 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_\alpha = 100$ pro $\alpha > 100$ mrad $\lambda_1 = 380; \lambda_2 = 1\,400$	oko – sítnice	popálení sítnice
h.	380-1 400 (viditelné a IRA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_\alpha t^{0,25}}$ pro $10 \mu\text{s} \leq t \leq 10$ s	L_R : (W m ⁻² sr ⁻¹) t: (sekundy)			
i.	380-1 400 (viditelné a IRA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_\alpha}$ pro $t < 10 \mu\text{s}$	(W m ⁻² sr ⁻¹)			
j.	780-1 400 (IRA)	$L_R = \frac{6 \cdot 10^6}{C_\alpha}$ pro $t > 10$ s	(W m ⁻² sr ⁻¹)	$C_\alpha = 11$ pro $\alpha \leq 11$ mrad $C_\alpha = \alpha$ pro $11 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_\alpha = 100$ 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)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_\alpha t^{0,25}}$ pro $10 \mu\text{s} \leq t \leq 10$ s	L_R : (W m ⁻² sr ⁻¹) t: (sekundy)			
l.	780-1 400 (IRA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_\alpha t^{0,25}}$ pro $t < 10 \mu\text{s}$	(W m ⁻² sr ⁻¹)			
m.	780-3 000 (IRA a IRB)	$E_{IR} = 18\,000 t^{-0,75}$ pro $t \leq 1\,000$ s	E: (Wm ⁻²) t: (sekundy)		oko – rohovka čočka	popálení rohovky cataractogenesis
n.	780-3 000 (IRA a IRB)	$E_{IR} = 100$ pro $t > 1\,000$ s	(W m ⁻²)			

▼B

Index	Vlnová délka nm	Limitní hodnota expozice	Jednotky	Poznámka	Část těla	Riziko
o.	380-3 000 (viditelné, IRA a IRB)	$H_{kúže} = 20\,000\ t^{0,25}$ 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 „upřeného 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 očním pohybům při běžném vidění 100 s.

▼B

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	0,8656	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		

▼B

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)
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

▼ **B**

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.

$$E = \frac{dP}{dA} [\text{W m}^{-2}]$$

$$H = \int_0^t E(t) \cdot dt [\text{J m}^{-2}]$$

Poznámky:

- dP *zářivý tok*: vyjádřený ve wattech (W);
- dA *plocha*: vyjádřená v metrech čtverečních (m²);
- E (t), E *ozáření nebo hustota zářivého toku*: zářivý tok na jednotku plochy, většinou vyjadřovaný ve wattech na metr čtvereční (W m⁻²); 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⁻²);
- t *čas, doba expozice*, vyjádřená v sekundách (s);
- λ *vlnová délka*, vyjádřená v nanometrech (nm);
- γ *mezni úhel zorného pole pro měření*, vyjádřený v miliradiánech (mrad);
- γ_m *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 *integrovaná 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⁻² sr⁻¹).

▼B

Tabulka 2.1

Rizika ozáření

Vlnová délka (nm) λ	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 laserovému záření — Krátká doba expozice < 10 s

Vlnová délka ^a (nm)		Otvor	Doba expozice [s]						
			10 ⁻¹³ -10 ⁻¹¹	10 ⁻¹¹ -10 ⁻⁹	10 ⁻⁹ -10 ⁻⁷	10 ⁻⁷ -1,8 · 10 ⁻⁵	1,8 · 10 ⁻⁵ -5 · 10 ⁻⁵	5 · 10 ⁻⁵ -10 ⁻³	10 ⁻³ -10 ¹
UVC	180 - 280	1 mm pro t < 0,3 s; 1,5 · t ^{0,375} pro 0,3 < t < 10 s	E = 3 · 10 ¹⁰ · [W m ⁻²], viz poznámka ^c						
UVB	280 - 302								H = 30 [J · m ⁻²]
	303								H = 40 [J m ⁻²]; jestliže t < 2,6 · 10 ⁻⁹ , pak H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²], viz pozn. ^d
	304								H = 60 [J m ⁻²]; jestliže t < 1,3 · 10 ⁻⁸ , pak H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²], viz pozn. ^d
	305								H = 100 [J m ⁻²]; jestliže t < 1,0 · 10 ⁻⁷ , pak H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²], viz pozn. ^d
	306								H = 160 [J m ⁻²]; jestliže t < 6,7 · 10 ⁻⁷ , pak H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²], viz pozn. ^d
	307								H = 250 [J m ⁻²]; jestliže t < 4,0 · 10 ⁻⁶ , pak H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²], viz pozn. ^d
	308								H = 400 [J m ⁻²]; jestliže t < 2,6 · 10 ⁻⁵ , pak H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²], viz pozn. ^d
	309								H = 630 [J m ⁻²]; jestliže t < 1,6 · 10 ⁻⁴ , pak H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²], viz pozn. ^d
	310								H = 10 ³ [J m ⁻²]; jestliže t < 1,0 · 10 ⁻³ , pak H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²], viz pozn. ^d
	311								H = 1,6 · 10 ³ [J m ⁻²]; jestliže t < 6,7 · 10 ⁻³ , pak H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²], viz pozn. ^d
312	H = 2,5 · 10 ³ [J m ⁻²]; jestliže t < 4,0 · 10 ⁻² , pak H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²], viz pozn. ^d								
313	H = 4,0 · 10 ³ [J m ⁻²]; jestliže t < 2,6 · 10 ⁻¹ , pak H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²], viz pozn. ^d								
314	H = 6,3 · 10 ³ [J m ⁻²]; jestliže t < 1,6 · 10 ⁰ , pak H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²], viz pozn. ^d								
UVA	315 - 400	H = 5,6 · 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²]							
Viditelné a IRA	400 - 700	H = 1,5 · 10 ⁻⁴ C _F [J m ⁻²]	H = 2,7 · 10 ⁴ t ^{0,75} C _E [J m ⁻²]	H = 5 · 10 ³ C _E [J m ⁻²]		H = 18 · t ^{0,75} C _E [J m ⁻²]			
	700 - 1 050	H = 1,5 · 10 ⁻⁴ C _A C _E [J m ⁻²]	H = 2,7 · 10 ⁴ t ^{0,75} C _A C _E [J m ⁻²]	H = 5 · 10 ³ C _A C _E [J m ⁻²]		H = 18 · t ^{0,75} C _A C _E [J m ⁻²]			
	1 050 - 1 400	H = 1,5 · 10 ⁻³ C _C C _E [J m ⁻²]	H = 2,7 · 10 ⁵ t ^{0,75} C _C C _E [J m ⁻²]	H = 5 · 10 ⁻² C _C C _E [J m ⁻²]		H = 90 · t ^{0,75} C _C C _E [J m ⁻²]			
IRB a IRC	1 400 - 1 500	E = 10 ¹² [W m ⁻²], viz poznámka ^c		H = 10 ³ [J m ⁻²]		H = 5,6 · 10 ³ · t ^{0,25} [J m ⁻²]			
	1 500 - 1 800	E = 10 ¹³ [W m ⁻²], viz poznámka ^c		H = 10 ⁴ [J m ⁻²]					
	1 800 - 2 600	E = 10 ¹² [W m ⁻²], viz poznámka ^c		H = 10 ³ [J m ⁻²]		H = 5,6 · 10 ³ · t ^{0,25} [J m ⁻²]			
	2 600 - 10 ⁶	E = 10 ¹¹ [W m ⁻²], viz poznámka ^c		H = 100 [J m ⁻²]	H = 5,6 · 10 ³ · t ^{0,25} [J m ⁻²]				

a Platí-li pro vlnovou délku laseru dva limity, použije se přísnější limit.

b Když 1 400 ≤ λ < 10³ nm: průměr otvoru = 1 mm pro t ≤ 0,3 s a 1,5 t^{0,375} mm pro 0,3 s < t < 10 s; když 10⁵ ≤ λ < 10⁶ nm: průměr otvoru = 11 mm.

c Vzhledem k nedostatečným údajům pro tyto délky pulsu ICNIRP doporučuje používat limity ozáření 1 ns.

d Tabulka uvádí hodnoty pro jednorázové pulsy laserového záření. V případě vícenásobných pulsů laserového záření délky pulsu laserového záření spadající do intervalu T_{min} uvedeného v tabulce 2.6 musí být sečteny a výsledná hodnota musí být doplněna do vzorce: 5,6 · 10³ · t^{0,25}.

Tabulka 2.3

Limitní hodnoty expozice oka laserovému záření — Dlouhá doba expozice ≥ 10 s

Vlnová délka ^a (nm)		Otvor	Doba expozice [s]		
			$10^1 - 10^2$	$10^2 - 10^4$	$10^4 - 3 \cdot 10^4$
UVC	180 - 280	3,5 mm	$H = 30 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 40 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 60 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 100 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 160 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 250 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 400 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 630 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 1,0 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 1,6 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 2,5 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 4,0 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 6,3 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ $H = 10^4 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$		
UVB	280 - 302				
	303				
	304				
	305				
	306				
	307				
	308				
	309				
	310				
	311				
312					
313					
314					
UVA	315 - 400				
Viditelné 400 - 700	400 - 600 Fotochemické ^b poškození sítnice	7 mm	$H = 100 C_B \text{ (J m}^{-2}\text{)}$ ($\gamma = 11 \text{ mrad}$) ^d	$E = 1 C_B \text{ (W m}^{-2}\text{); } (\gamma = 1,1 t^{0,5} \text{ mrad})^d$	$E = 1 C_B \text{ (W m}^{-2}\text{)}$ ($\gamma = 110 \text{ mrad}$) ^d
	400 - 700 Tepelné ^b poškození sítnice		jestliže $\alpha < 1,5 \text{ mrad}$, jestliže $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ a $t \leq T_2$, jestliže $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ a $t > T_2$,	pak $E = 10 \text{ (W m}^{-2}\text{)}$ pak $H = 18 C_E t^{0,75} \text{ (J m}^{-2}\text{)}$ pak $E = 18 C_E T_2^{-0,25} \text{ (W m}^{-2}\text{)}$	
IRA	700 - 1 400	7 mm	jestliže $\alpha < 1,5 \text{ mrad}$ jestliže $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ a $t \leq T_2$, jestliže $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ a $t > T_2$,	pak $E = 10 C_A C_C \text{ (W m}^{-2}\text{)}$ pak $H = 18 C_A C_C t^{0,75} \text{ (J m}^{-2}\text{)}$ pak $E = 18 C_A C_C T_2^{-0,25} \text{ (W m}^{-2}\text{)}$ (nesmí překročit $1\,000 \text{ W m}^{-2}$)	
IRB a IRC	$1\,400 - 10^6$	Viz ^e	$E = 1\,000 \text{ (W m}^{-2}\text{)}$		

a Platí-li pro vlnovou délku nebo jinou charakteristiku laseru dva limity, použije se přísnější limit.

b Pro malé zdroje vytínající úhel nejvýše 1,5 mrad se dva limity E pro viditelné záření 400 až 600 nm snižují na tepelné limity pro $10 \text{ s} \leq t < T^1$ a na fotochemické limity pro delší doby expozice. T_1 a T_2 viz tabulka 2.5. Limitní hodnota expozice pro fotochemické poškození sítnice může být rovněž vyjádřena jako časově integrovaná zátěž $G = 10^6 C_B \text{ J m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ pro $t > 10 \text{ s}$ až do $t = 10\,000 \text{ s}$ a $L = 100 C_B \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ pro $t > 10\,000 \text{ s}$. Pro měření G a L musí být jako průměrné zorné pole použito γ_m . Oficiální hranice mezi viditelným a infračerveným zářením je 780 nm, jak bylo definováno CIE. Jediným účelem sloupce s názvy pásem vlnových délek je poskytnout uživateli lepší přehled. Označení G používá CEN; označení L_p používá CIE; označení L_p užívají IEC a CENELEC.

c Pro vlnovou délku $1\,400 - 10^5 \text{ nm}$: průměr otvoru = 3,5 mm; pro vlnovou délku $10^5 - 10^6 \text{ nm}$: průměr otvoru = 11 mm

d Pro účely měření hodnoty expozice pro γ platí: Je-li α zorný úhel zdroje $>$ mezní úhel, uvedený v závorkách v příslušném sloupci, pak zorné pole pro měření γ_m by mělo nabývat hodnoty γ . Použije-li se větší zorné pole pro měření, dojde k přecenění rizika.

Je-li $\alpha <$ γ , pak zorné pole pro měření γ_m musí být dostatečně velké, aby zcela zahrnulo zdroj, není však jinak omezeno a může být větší než γ .

Tabulka 2.4

Limitní hodnoty expozice kůže laserovému záření

Vlnová délka ^a (nm)		Otvor	Doba expozice [s]				
			$< 10^{-9}$	$10^{-9} - 10^{-7}$	$10^{-7} - 10^{-3}$	$10^{-3} - 10^1$	$10^1 - 3 \cdot 10^4$
UV (A, B, C)	180 - 400	3,5mm	$E = 3 \cdot 10^{10} [\text{W m}^{-2}]$	Stejně jako limitní hodnoty expozice oka			
Viditelné a IRA	400 - 700	3,5mm	$E = 2 \cdot 10^{11} [\text{W m}^{-2}]$	$H = 200 C_A$ [J m ⁻²]	$H = 1,1 \cdot 10^4 C_A t^{0,25}$ [J m ⁻²]	$E = 2 \cdot 10^3 C_A [\text{W m}^{-2}]$	
	700 - 1 400		$E = 2 \cdot 10^{11} C_A [\text{W m}^{-2}]$				
IRB a IRC	1 400 - 1 500		$E = 10^{12} [\text{W m}^{-2}]$	Stejně jako limitní hodnoty expozice oka			
	1 500 - 1 800		$E = 10^{13} [\text{W m}^{-2}]$				
	1 800 - 2 600	$E = 10^{12} [\text{W m}^{-2}]$					
	$2 600 - 10^6$	$E = 10^{11} [\text{W m}^{-2}]$					

a Platí-li pro vlnovou délku nebo jinou charakteristiku laseru 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
α_{\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	$t \leq 100$	$\gamma = 11 \text{ [mrad]}$
	$100 < t < 10^4$	$\gamma = 1,1 t^{0,5} \text{ [mrad]}$
	$t > 10^4$	$\gamma = 110 \text{ [mrad]}$

▼ **B**

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 μ s)
	$1\,050 < \lambda \leq 1\,400$	$T_{\min} = 50 \cdot 10^{-6}$ s (= 50 μ s)
	$1\,400 < \lambda \leq 1\,500$	$T_{\min} = 10^{-3}$ 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)