

Службени гласник РС : 120/2012 Датум: 21.12.2012

3628

На основу члана 7. став 2. Закона о безбедности и здрављу на раду („Службени гласник РС”, број 101/05),

Министар рада, запошљавања и социјалне политике доноси

#### ПРАВИЛНИК

##### о превентивним мерама за безбедан и здрав рад при излагању вештачким оптичким зрачењима

###### Члан 1.

Овим правилником прописују се захтеви које је послодавац дужан да испуни у обезбеђивању примене превентивних мера са циљем отклањања или свођења на најмању могућу меру ризика од настанка оштећења здравља запослених који настају или могу да настану при излагању вештачким оптичким зрачењима, а нарочито ризика од настанка оштећења очију и коже, граничне вредности изложености зрачењу за некохерентно оптичко зрачење и граничне вредности изложености зрачењу за ласерско оптичко зрачење.

###### Члан 2.

Поједини изрази који се користе у овом правилнику имају следеће значење:

1) оптичко зрачење – јесте свако електромагнетско зрачење са опсегом таласне дужине између 100 nm и 1 mm. Спектар оптичког зрачења се дели на ултраљубичасто зрачење, видљиво зрачење и инфрацрвено зрачење:

(1) ултраљубичасто зрачење – јесте оптичко зрачење са опсегом таласне дужине између 100 nm и 400 nm. Ултраљубичаста област се дели на UVA (315 nm до 400 nm), UVB (280 nm до 315 nm) и UVC (100 nm до 280 nm),

(2) видљиво зрачење – јесте оптичко зрачење са опсегом таласне дужине између 380 nm и 780 nm,

(3) инфрацрвено зрачење – јесте оптичко зрачење са опсегом таласне дужине између 780 nm и 1 mm. Инфрацрвена област се дели на IRA (780 nm до 1400 nm), IRB (1400 nm до 3000 nm) и IRC (3000 nm до 1 mm);

2) ласер (појачање светлости помоћу стимулисане емисије зрачења) – јесте сваки уређај који може произвести или појачати електромагнетско зрачење у опсегу таласне дужине оптичког зрачења углавном процесом контролисане стимулисане емисије;

3) ласерско зрачење – јесте оптичко зрачење ласера;

4) некохерентно зрачење – јесте свако оптичко зрачење које није ласерско зрачење;

5) граничне вредности изложености – јесу границе изложености оптичком зрачењу које су непосредно засноване на утврђеним последицама по здравље и биолошким разлозима. Усаглашеност са овим граничним вредностима обезбеђује да су запослени који су изложени вештачким изворима оптичког зрачења заштићени од свих познатих штетних последица по здравље;

6) ирадијанса (E) или густина снаге – јесте снага оптичког зрачења по јединици површине пријемника изражена у ватима по квадратном метру ( $W m^{-2}$ );

7) изложеност зрачењу (H) – јесте временски интеграл ирадијансе, изражен у џулима по квадратном метру ( $J m^{-2}$ );

8) радијанса (L) – јесте флукс зрачења или излазна снага по јединици површине извора у јединични просторни угао, изражена у ватима по квадратном метру и стеррадијану ( $W m^{-2} sr^{-1}$ );

9) ниво – јесте комбинација ирадијансе, изложености и радијансе којима је запослени изложен.

###### Члан 3.

Граничне вредности изложености зрачењу за некохерентно оптичко зрачење (Прилог 1.) и Граничне вредности изложености зрачењу за ласерско оптичко зрачење (Прилог 2.) одштампане су уз овај правилник и чине његов саставни део.

###### Члан 4.

Послодавац је дужан да за сва радна места у радној околини на којима постоји могућност излагања запослених вештачким изворима оптичког зрачења, изврши процену ризика од настанка оштећења здравља запослених, процени ниво изложености и, уколико је потребно, обезбеди да се изврши мерење нивоа изложености оптичком зрачењу, ради утврђивања начина и мера за отклањање или смањење изложености на ниво испод граничних вредности.

Методe које се користе у поступку процене, мерења и/или израчунавања треба да буду:

1) за ласерско зрачење у складу са стандардима SRPS EN 12254:2010, SRPS EN 12254:2010/AC:2012, SRPS EN ISO 11146-1:2009, SRPS EN ISO 11146-2:2009, SRPS EN ISO 11670:2009 и SRPS EN ISO 11670:2009/AC:2009;

2) за некохерентно зрачење у складу са стандардима SRPS EN 14255-1:2012 и SRPS EN 14255-2:2012.

У случајевима изложености који нису обухваћени овим стандардима процена, мерење и/или израчунавање врши се у складу са одговарајућим техничким прописима.

Процена нивоа изложености вештачким оптичким зрачењима може се вршити на основу података добијених од произвођача опреме

за рад у складу са законом којим се уређују технички захтеви за производе и оцењивање усаглашености.

Послодавац је дужан да на основу утврђених штетности које настају услед изложености запослених вештачким оптичким зрачењима ангажује правно лице са лиценцом ради спровођења превентивних и периодичних испитивања услова радне околине.

#### Члан 5.

Послодавац је дужан да у поступку процене ризика који се јавља услед изложености запослених вештачким оптичким зрачењима нарочито узме у обзир:

- 1) ниво, опсег таласне дужине и трајање изложености вештачким изворима оптичког зрачења;
- 2) граничне вредности изложености за некохерентно зрачење и граничне вредности изложености за ласерско зрачење;
- 3) ефекте који могу утицати на безбедност и здравље запослених који су посебно осетљиви на излагање вештачким изворима оптичког зрачења;
- 4) утицаје на безбедност и здравље запослених који произлазе из интеракције између оптичког зрачења и хемијских супстанци осетљивих на оптичко зрачење на радном месту;
- 5) посредне утицаје на безбедност и здравље запослених, као што су привремено слепило, експлозија или пожар;
- 6) постојање опреме за рад која је пројектована за смањење нивоа изложености вештачком оптичком зрачењу;
- 7) информације о резултатима добијеним на основу праћења здравственог стања и на бази доступних података;
- 8) изложеност већем броју извора вештачког оптичког зрачења;
- 9) класификацију која се примењује на ласере према одговарајућем стандарду SRPS EN 60825-1:2008, а за било који вештачки извор за који је вероватно да ће изазвати штету сличну као ласери класе 3Б или 4, било коју сличну класификацију;
- 10) податке о изворима оптичког зрачења који су добијени од произвођача опреме за рад у складу са законом којим се уређују технички захтеви за производе и оцењивање усаглашености.

#### Члан 6.

Послодавац је дужан да донесе акт о процени ризика у писаној форми, ради могућности сталног увида. Процена ризика врши се у складу са прописима о безбедности и здрављу на раду, редовно се ажурира, односно врши се делимична измена или допуна акта о процени ризика уколико:

- 1) је процена ризика извршена тако да нису евидентирани и процењени сви фактори ризика који настају услед излагања запослених вештачким оптичким зрачењима;
- 2) је дошло до промене у обављању послова, односно појаве нових опасности и штетности;
- 3) је то потребно на основу резултата добијених на основу праћења здравственог стања.

Процена ризика може да садржи образложење послодавца да, према природи и обиму ризика који проистичу из излагања вештачком оптичком зрачењу више није потребна даља детаљна процена ризика.

#### Члан 7.

Послодавац је дужан да узимајући у обзир савремена техничка решења и доступност мера за контролу ризика на његовом извору, као и полазећи од начела примене превентивних мера, ризик који настаје услед изложености запослених вештачким оптичким зрачењима отклони или смањи на најмању могућу меру.

Послодавац је дужан да, уколико се у поступку процене ризика утврди да су граничне вредности изложености вештачком оптичком зрачењу прекорачене, актом о процени ризика утврди техничке и/или организационе мера чија примена мора да обезбеди смањење изложености запослених и при томе је дужан да једну или више узме у обзир:

- 1) друге методе рада чијом се применом смањује ризик од оптичког зрачења;
- 2) избор одговарајуће опреме за рад која, с обзиром на послове које запослени обавља емитује мање оптичког зрачења;
- 3) смањење емисије оптичког зрачења применом техничких мера, укључујући и, где је то неопходно, коришћење блокада, штитова или сличних механизма за заштиту здравља;
- 4) одговарајуће програме одржавања радног места и опреме за рад;
- 5) пројектовање и распоред радних места;
- 6) ограничавање трајања и нивоа изложености;
- 7) контролу употребе одговарајућих средстава и опреме за личну заштиту на раду;
- 8) упутства произвођача опреме за рад, обезбеђена у складу са техничким прописом донетим на основу закона којим се уређују технички захтеви за производе и оцењивање усаглашености, а којим је прописана обавеза произвођача да сачини упутство за такву опрему.

Послодавац је дужан да радна места, за која је на основу процене ризика утврђено да постоји могућност да гранична вредност изложености вештачком оптичком зрачењу буде прекорачена, обележи ознакама за безбедност и здравље на раду, као и да тај простор обезбеди од приступа свих лица која не раде на тим радним местима.

Послодавац је дужан да изложеност запослених вештачком оптичком зрачењу сведе на најмању могућу вредност, а у сваком случају на вредност која је мања од граничне вредности изложености.

Послодавац је дужан да, уколико је и поред примене превентивних мера изложеност већа од граничне вредности изложености вештачком оптичком зрачењу, што је могуће пре предузме одговарајуће мере тако да смањи изложеност испод граничне вредности изложености, утврди разлоге због којих је дошло до прекорачења граничне вредности изложености и коригује примену мера са циљем да се спречи да се прекорачење граничне вредности изложености вештачком оптичком зрачењу понови.

Послодавац је дужан да прилагоди мере за безбедност и здравље на раду које се односе на смањење изложености вештачком оптичком зрачењу запосленима који су посебно осетљиви на излагање вештачком оптичком зрачењу.

#### Члан 8.

Послодавац је дужан да запосленима који јесу изложени вештачком оптичком зрачењу или њиховим представницима за безбедност и здравље на раду обезбеди све информације о мерама које се предузимају са циљем остварења безбедних и здравих услова рада при излагању вештачком оптичком зрачењу, као и да те запослене у току оспособљавања за безбедан и здрав рад упозна са свим врстама ризика који настају при излагању вештачком оптичком зрачењу, а нарочито у односу на:

1) мере које се предузимају са циљем отклањања или смањења на најмању могућу меру ризика од оштећења здравља услед изложености вештачком оптичком зрачењу у складу са овим правилником;

2) постојање граничне вредности изложености и ризике који могу да настану при излагању;

3) резултате процене ризика, као и значење тих резултата;

4) начин за откривање и пријављивање оштећења здравља који су последица изложености;

5) околности под којима запослени имају право на праћење здравственог стања;

6) безбедне начине рада како би се изложеност вештачком оптичком зрачењу смањила на најмању могућу меру;

7) правилно коришћење одговарајућих средстава и опреме за личну заштиту на раду.

#### Члан 9.

Послодавац и запослени, односно њихови представници за безбедност и здравље на раду дужни су да сарађују у вези са свим питањима која се односе на примену превентивних мера при излагању вештачким оптичким зрачењима, у складу са Законом о безбедности и здрављу на раду.

#### Члан 10.

Послодавац је дужан да, ради превенције и раног откривања свих штетних последица, спречавања дугорочних ризика по здравље и свих ризика од хроничних болести који су последица изложености вештачком оптичком зрачењу, у складу са прописима у области безбедности и здравља на раду и здравствене заштите, обезбеди прописано праћење здравственог стања за запослене који раде, или треба да раде, на радним местима за која се резултатима процене ризика, из члана 4. овог правилника утврди да су радна места са повећаним ризиком од настанка оштећења здравља.

Служба медицине рада која прати здравствено стање запослених из става 1. овог члана за сваког запосленог води податке о његовом здравственом стању и редовно их ажурира на начин који омогућава каснији увид. Извештај о лекарском прегледу запосленог садржи оцену здравственог стања.

У поступку вршења претходног и периодичног лекарског прегледа служба медицине рада користи податке о факторима ризика на радном месту са повећаним ризиком, као и податке о посебним здравственим условима које морају испуњавати запослени, из акта послодавца о процени ризика.

Послодавац је дужан да запосленог на радном месту на коме је изложеност већа од граничне вредности изложености, а које није актом о процени ризика из члана 4. став 1. овог правилника утврђено као радно место са повећаним ризиком, упуту на циљани лекарски преглед. Циљани лекарски прегледи врше се на начин, по поступку и у роковима као и претходни и периодични лекарски прегледи запослених на радним местима са повећаним ризиком.

Када је изложеност већа од граничне вредности изложености или се праћењем здравственог стања утврди оштећење здравља запосленог које је према налазу службе медицине рада настало као последица излагања вештачком оптичком зрачењу на радном месту, тада је:

1) служба медицине рада дужна да обавести запосленог о резултатима праћења здравственог стања који се односе на њега и да запосленом обезбеди све информације и савете у вези са начином праћења здравственог стања по завршетку излагања;

2) служба медицине рада дужна да обавештава послодавца о битним резултатима праћења здравственог стања запосленог на начин којим се не нарушава принцип поверљивости личних података;

3) послодавац дужан да:

(1) изврши проверу процене ризика која је спроведена у складу са чланом 4. овог правилника,

(2) провери и изврши корекцију превентивних мера које су предвиђене за отклањање или смањење ризика сагласно члану 7. овог правилника,

(3) узме у обзир савет службе медицине рада при спровођењу превентивних мера које су предвиђене за отклањање или смањење ризика сагласно члану 7. овог правилника,

(4) обезбеди праћење здравственог стања осталих запослених који су били на сличан начин изложени вештачком оптичком

зрачењу.

## Члан 11.

Овај правилник ступа на снагу осмог дана од дана објављивања у „Службеном гласнику Републике Србије“, а примењује се од 1. јануара 2017. године.

Број 110-00-00016/2012-01

У Београду, 13. децембра 2012. године

Министар,

др **Јован Кркобабић**, с.р.

## Прилог 1.

**Граничне вредности изложености зрачењу за некохерентно оптичко зрачење**

Одговарајуће биофизичке вредности излагања оптичком зрачењу могу се утврдити на основу следећих формула, које зависе од опсега зрачења које емитује извор. Резултате треба упоредити са одговарајућим граничним вредностима изложености из Табеле 1.1. За један извор оптичког зрачења може бити битна више од једне вредности изложености и одговарајуће граничне вредности изложености.

Набрајања од (1) до (15) односе се на одговарајуће редове у Табели 1.1.

(1)	$H_{\text{eff}} = \int_0^t \int_{\lambda=180 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \cdot dt$	( $H_{\text{eff}}$ је битно само у распону од 180 nm до 400 nm)
(2)	$H_{\text{UVB}} = \int_0^t \int_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$	( $H_{\text{UVB}}$ је битно само у распону од 315 nm до 400 nm)
(3), (4)	$L_{\lambda} = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$	( $L_{\lambda}$ је битно само у распону од 300 nm до 700 nm)
(5), (6)	$E_{\lambda} = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$	( $E_{\lambda}$ је битно само у распону од 300 nm до 700 nm)
(7) до (12)	$L_{\lambda} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$	(видети табелу 1.1 за одговарајуће вредности $\lambda_1$ и $\lambda_2$ )
(13), (14)	$E_{\lambda} = \int_{\lambda=780 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda$	( $E_{\lambda}$ је битно само у распону од 780 nm до 3000 nm)
(15)	$H_{\text{dks}} = \int_0^t \int_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$	( $H_{\text{dks}}$ је битно само у распону од 380 nm до 3000 nm)

За потребе овог правилника, горе наведене формуле могу бити замењене следећим изразима, уз коришћење дискретних вредности из следећих табела:

$$(1) \quad E_{\text{eff}} = \sum_{\lambda=180 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad \text{и} \quad H_{\text{eff}} = E_{\text{eff}} \cdot \Delta t$$

$$(2) \quad E_{\text{UVB}} = \sum_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \quad \text{и} \quad H_{\text{UVB}} = E_{\text{UVB}} \cdot \Delta t$$

$$(3), (4) \quad L_{\lambda} = \sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

$$(5), (6) \quad E_{\lambda} = \sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

$$(7) \text{ до } (12) \quad L_{\lambda} = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad \text{(види Табелу 1.1 за одговарајуће вредности } \lambda_1 \text{ и } \lambda_2 \text{)}$$

$$(13), (14) \quad E_{\text{eff}} = \sum_{\lambda=380\text{nm}}^{\lambda=1000\text{nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$

$$(15) \quad E_{\text{eff}} = \sum_{\lambda=380\text{nm}}^{\lambda=1000\text{nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \quad \text{и} \quad H_{\text{UVB}} = E_{\text{UVB}} \cdot \Delta t$$

Ознаке у Прилогу 1. имају следеће значење:

$E_{\lambda}(\lambda, t)$ ,  $E_{\lambda}$  спектрална ирадијанса или спектрална густина снаге: снага упадног зрачења по јединици површине, изражена у ватима по квадратном метру и нанометру [ $\text{W m}^{-2} \text{nm}^{-1}$ ]; вредности  $E_{\lambda}(\lambda, t)$  и  $E_{\lambda}$  се добијају мерењима или их може дати произвођач опреме;

$E_{\text{eff}}$  ефективна ирадијанса (UV опсег): израчуната ирадијанса унутар UV опсега таласних дужина од 180 nm до 400 nm, спектрално пондерисана помоћу  $S(\lambda)$ , изражена у ватима по квадратном метру [ $\text{W m}^{-2}$ ];

$H$  изложеност зрачењу: интеграл ирадијансе по времену, изражен у џулима по квадратном метру [ $\text{J m}^{-2}$ ];

$H_{\text{eff}}$  ефективна изложеност зрачењу: изложеност зрачењу спектрално пондерисана помоћу  $S(\lambda)$ , изражена у џулима по квадратном метру [ $\text{J m}^{-2}$ ];

$E_{\text{UVA}}$  укупна ирадијанса (UVA): израчуната ирадијанса унутар UVA опсега таласних дужина од 315 nm до 400 nm, изражена у ватима по квадратном метру [ $\text{W m}^{-2}$ ];

$H_{\text{UVA}}$  изложеност зрачењу: интеграл по времену и таласној дужини или збир ирадијанси унутар UVA опсега таласних дужина од 315 nm до 400 nm, изражен у џулима по квадратном метру [ $\text{J m}^{-2}$ ];

$S(\lambda)$  функција спектралног пондерисања која узима у обзир зависност последица UV зрачења по здравље (на очи и кожу) од таласне дужине, (Табела 1.2) [без димензија];

$t$ ,  $\Delta t$  време, трајање излагања, изражено у секундама [s];

$\lambda$  таласна дужина, изражена у нанометрима [nm];

$\Delta\lambda$  ширина интервала израчунавања или мерења, изражена у нанометрима [nm];

$L_{\lambda}(\lambda)$ ,  $L_{\lambda}$  спектрално зрачење извора изражено у ватима по квадратном метру, стередијану и нанометру [ $\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1} \text{nm}^{-1}$ ];

$R(\lambda)$  функција спектралног пондерисања која узима у обзир зависност термичког оштећења ока изазваног видљивим и IRA зрачењем од таласне дужине (Табела 1.3) [без димензија];

$L_R$  ефективно зрачење (термичко оштећење): израчунато зрачење спектрално пондерисано помоћу  $R(\lambda)$ , изражено у ватима по квадратном метру и стередијану [ $\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$ ];

$B(\lambda)$  функција спектралног пондерисања која узима у обзир зависност фотохемијског оштећења ока изазваног зрачењем плаве светлости од таласне дужине (Табела 1.3) [без димензија];

$L_B$  ефективно зрачење (плава светлост): израчунато зрачење спектрално пондерисано помоћу  $B(\lambda)$ , изражено у ватима по квадратном метру и стередијану [ $\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$ ];

$E_B$  ефективна ирадијанса (плава светлост): израчуната ирадијанса спектрално пондерисана помоћу  $B(\lambda)$ , изражена у ватима по квадратном метру [ $\text{W m}^{-2}$ ];

$E_{\text{IR}}$  укупна ирадијанса (термичко оштећење): израчуната ирадијанса унутар инфрацрвеног зрачења у опсегу таласних дужина од 780 nm до 3000 nm, изражена у ватима по квадратном метру [ $\text{W m}^{-2}$ ];

$E_{\text{total}}$  укупна ирадијанса (видљиво зрачење, IRA и IRB): израчуната ирадијанса - унутар видљивог и инфрацрвеног зрачења у опсегу таласних дужина од 380 nm до 3000 nm, изражена у ватима по квадратном метру [ $\text{W m}^{-2}$ ];

$H_{\text{total}}$  изложеност зрачењу: интеграл по времену и таласној дужини или збир ирадијанси унутар видљивог и инфрацрвеног зрачења у опсегу таласних дужина од 380 nm до 3000 nm, изражен у џулима по квадратном метру [ $\text{J m}^{-2}$ ];

$\alpha$  угаона обухваћеност: угао под којим се извор види из неке тачке у простору, изражен у милирадијанима (mrad). Извор је стваран или виртуалан објекат који формира најмању – могућу – слику – на мрежњачи.

Табела 1.1  
Граничне вредности изложености за некохерентно оптичко зрачење

Индекс	Таласна дужина nm	Граничне вредности изложености	Јединице	Коментар	Део тела	Опасност
(1)	180 до 400 (UVA, UVB и UVC)	$H_{eff} = 30$ Дневна вредност 8 часова	$[J m^{-2}]$		Око Рожњача Вежњача Сочиво  Кожа	Фотокератитис Конјуктивитис Катарактогенеза Еритем Еластоза Рак коже
(2)	315 до 400 (UVA)	$H_{UVA} = 10^4$ Дневна вредност 8 часова	$[J m^{-2}]$		Сочиво ока	Катарактогенеза
(3)	300 до 700 (плава светлост) види Напомену 1.	$\frac{10^6}{L_B t}$ за $t \leq 10000$ s	$L_B : [W m^{-2} sr^{-1}]$ t: [секунде]	за $\alpha \geq 11$ mrad	Мрежњача ока	Фоторетинитис
(4)	300 до 700 (плава светлост) види Напомену 1.	$L_B = 100$ за $t > 10000$ s	$[W m^{-2} sr^{-1}]$			
(5)	300 до 700 (плава светлост) види Напомену 1.	$E_s = \frac{100}{t}$ за $t \leq 10000$ s	$E_B : [W m^{-2}]$ t: [секунде]	за $\alpha < 11$ mrad види Напомену 2.		

(6)	300 до 700 (плава светлост) види Напомену 1.	$E_B = 0,01$ за $t > 10000$ s	$[W m^{-2}]$			
(7)	380 до 1400 (Видљиво и IRA)	$L_R = \frac{2,810^7}{C_\alpha t}$ за $t > 10$ s	$[W m^{-2} sr^{-1}]$	$C_\alpha = 1,7$ за $\alpha \leq 1,7$ mrad	Мрежњача ока	Опекотине мрежњаче
(8)	380 до 1400 (Видљиво и IRA)	$L_R = \frac{510^7}{C_\alpha t^{0,25}}$ за $10 \mu s \leq t \leq 10$ s	$L_R [W m^{-2} sr^{-1}]$ t: [секунде]	$C_\alpha = \alpha$ за $1,7 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_\alpha = 100$ за $\alpha > 100$ mrad		
(9)	380 до 1400 (Видљиво и IRA)	$L_R = \frac{8,8910^8}{C_\alpha t}$ за $t < 10 \mu s$	$[W m^{-2} sr^{-1}]$	$\lambda_1 = 380; \lambda_2 = 1400$		
(10)	780 до 1400 (IRA)	$L_R = \frac{610^6}{C_\alpha t}$ за $t > 10$ s	$[W m^{-2} sr^{-1}]$	$C_\alpha = 11$ за $\alpha \leq 11$ mrad	Мрежњача ока	Опекотине мрежњаче
(11)	780 до 1400 (IRA)	$L_R = \frac{510^7}{C_\alpha t^{0,25}}$ за $10 \mu s \leq t \leq 10$ s	$L_R [W m^{-2} sr^{-1}]$ t: [секунде]	$C_\alpha = \alpha$ за $11 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_\alpha = 100$ за $\alpha > 100$ mrad		
(12)	780 до 1400 (IRA)	$L_R = \frac{8,8910^8}{C_\alpha t}$ за $t < 10 \mu s$	$[W m^{-2} sr^{-1}]$	(мерење видног поља: 11 mrad) $\lambda_1 = 780; \lambda_2 = 1400$		
(13)	780 до 3000 (IRA и IRB)	$E_{IR} = 18000 t^{-0,75}$ за $t \leq 1000$ s	$E: [W m^{-2}]$ t: [секунде]		Рожњача Сочиво	Опекотине рожњаче Катарактогенеза

(14)	780 до 3000 (IRA и IRB)	$E_{\text{IK}} = 100$ за $t > 1000$ s	$[W m^{-2}]$			
(15)	380 до 3000 (Видљиво, IRA и IRB)	$H_{\text{кожа}} = 20000 t^{-0,25}$ за $t < 10$ s	H: $[J m^{-2}]$ t: [секунде]		Кожа	Опекотине

Напомена 1.: Опсег од 300 nm до 700 nm обухвата делове UVB, целокупно UVA и већину видљивог зрачења; међутим, штетност која је са њим у вези обично се назива штетност „плаве светлости”. Строго узевши, плава светлост обухвата само опсег од око 400 nm до 490 nm.  
 Напомена 2.: Када се поглед упери у веома мале изворе са видним углом  $< 11$  mrad,  $L_v$  се може претворити у  $E_v$ . Ово се обично примењује само на офталмолошке инструменте или на стабилизовано око током анестезије. Максимално трајање „зурења” износи:  $t_{\text{max}} = 100/E_v$  где је  $E_v$  изражено у  $[W m^{-2}]$ . Због очних покрета током нормалног гледања оно не прелази 100 s.

Табела 1.2

S( $\lambda$ ) [без димензија], од 180 nm до 400 nm

$\lambda$ y nm	S ( $\lambda$ )	$\lambda$ y nm	S ( $\lambda$ )	$\lambda$ y nm	S ( $\lambda$ )	$\lambda$ y nm	S ( $\lambda$ )	$\lambda$ y nm	S ( $\lambda$ )
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	0,8658	329	0,000425	377	0,000072
186	0,0158	234	0,2292	282	0,8522	330	0,000410	378	0,000069
187	0,0166	235	0,2400	283	0,8392	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		

Табела 1.3

B ( $\lambda$ ), R ( $\lambda$ ) [без димензија], од 380 nm до 1400 nm

$\lambda$ , y nm	B ( $\lambda$ )	R ( $\lambda$ )
$300 \leq \lambda < 380$	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
$700 < \lambda \leq 1050$	—	$10^{0,002 \cdot (700 - \lambda)}$
$1050 < \lambda \leq 1150$	—	0,2
$1150 < \lambda \leq 1200$	—	$0,2 \cdot 10^{0,02 \cdot (1150 - \lambda)}$
$1200 < \lambda \leq 1400$	—	0,02



## Прилог 2.

**Граничне вредности изложености зрачењу за ласерско оптичко зрачење**

Одговарајуће биофизичке вредности излагања оптичком зрачењу могу се утврдити на основу следећих формула, које зависе од опсега зрачења које емитује извор. Резултате треба упоредити са одговарајућим граничним вредностима изложености из Табела од 2.2 до 2.4. За један извор оптичког зрачења може бити битна више од једне вредности изложености и одговарајуће граничне вредности изложености.

Коефицијенти који се користе приликом израчунавања у Табелама од 2.2 до 2.4 наведени су у Табели 2.5, а корекције за поновљено излагање наведене су у Табели 2.6.

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

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

Ознаке у Прилогу 2. имају следеће значење:

$dP$  елементарна снага изражена у ватима [W];

$dA$  елементарна површина изражена у квадратним метрима [ $m^2$ ];

$E(t)$ ,  $E$  ирадијанса или густина снаге: снага упадног зрачења по јединици површине обично изражена у ватима по квадратном метру [ $W m^{-2}$ ]; вредности  $E(t)$  и  $E$  добијају се мерењем или их може дати произвођач опреме;

$H$  изложеност зрачењу: интеграл ирадијансе по времену, изражен у џулима по квадратном метру [ $J m^{-2}$ ];

$t$  време, трајање излагања, изражено у секундама [s];

$\lambda$  таласна дужина, изражена у нанометрима [nm];

$\gamma$  конусни угао мерења који ограничава видно поље, изражен у милирадијанима [mrad];

$\gamma_m$  видно поље мерења, изражено у милирадијанима [mrad];

$\alpha$  угао који одговара извору, изражен у милирадијанима [mrad];

ограничавајући отвор: кружна површина дуж које се израчунава средња вредност ирадијансе и изложености зрачењу;

$G$  интегрисано зрачење: интеграл зрачења током датог времена изложености, изражен као енергија зрачења по јединици површине која зрачи и јединичном просторном углу емисије, у џулима по квадратном метру по стередијану [ $J m^{-2} sr^{-1}$ ].

**Табела 2.1**  
**Опасности зрачења**

Таласна дужина [nm] $\lambda$	Опсег зрачења	Захваћени орган	Опасност	Табела граничних вредности
од 180 до 400	UV	око	фотохемијско оштећење и термичко оштећење	2.2, 2.3
од 180 до 400	UV	кожа	еритем	2.4
од 400 до 700	видљиво	око	оштећење мрежњаче	2.2
од 400 до 600	видљиво	око	фотохемијско оштећење	2.3
од 400 до 700	видљиво	кожа	термичко оштећење	2.4
од 700 до 1400	IRA	око	термичко оштећење	2.2, 2.3
од 700 до 1400	IRA	кожа	термичко оштећење	2.4
од 1400 до 2600	IRB	око	термичко оштећење	2.2
од 2600 до $10^6$	IRC	око	термичко оштећење	2.2
од 1400 до $10^6$	IRB, IRC	око	термичко оштећење	2.3
од 1400 до $10^6$	IRB, IRC	кожа	термичко оштећење	2.4

Табела 2.2

## Граничне вредности изложености за излагање ока ласерском зрачењу — краткотрајна изложеност &lt; 10 s

Таласна дужина <sup>a</sup> [nm]		Отвор	Трајање [s]										
			10 <sup>-13</sup> до 10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-11</sup> до 10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-9</sup> до 10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-7</sup> до 1,8 · 10 <sup>-5</sup>	1,8 · 10 <sup>-5</sup> до 5 · 10 <sup>-3</sup>	5 · 10 <sup>-3</sup> до 10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup> до				
UVC	180 до 280	1 mm за t < 0,3 s; 1,5 · t <sup>0,75</sup> за 0,3 < t < 10 s	E = 3 · 10 <sup>10</sup> [W m <sup>-2</sup> ] Види напомену <sup>a</sup>					H = 30 [J m <sup>-2</sup> ]					
UVB	280 до 302							H = 40 [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 2,6 · 10 <sup>-6</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену			H = 60 [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 1,3 · 10 <sup>-5</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену		
	303							H = 100 [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 1,0 · 10 <sup>-5</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену			H = 160 [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 6,7 · 10 <sup>-7</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену		
	304							H = 250 [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 4,0 · 10 <sup>-6</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену			H = 400 [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 2,6 · 10 <sup>-5</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену		
	305							H = 630 [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 1,6 · 10 <sup>-4</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену			H = 10 <sup>4</sup> [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 1,0 · 10 <sup>-5</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену		
	306							H = 1,6 · 10 <sup>4</sup> [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 6,7 · 10 <sup>-7</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену			H = 2,5 · 10 <sup>4</sup> [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 4,0 · 10 <sup>-6</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену		
	307							H = 4,0 · 10 <sup>4</sup> [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 2,6 · 10 <sup>-5</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену			H = 4,0 · 10 <sup>4</sup> [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 2,6 · 10 <sup>-5</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену		
	308							H = 6,3 · 10 <sup>4</sup> [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 1,6 · 10 <sup>-4</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену			H = 6,3 · 10 <sup>4</sup> [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 1,6 · 10 <sup>-4</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену		
	309							H = 10 <sup>5</sup> [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 1,0 · 10 <sup>-5</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену			H = 10 <sup>5</sup> [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 1,0 · 10 <sup>-5</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену		
	310							H = 1,6 · 10 <sup>5</sup> [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 6,7 · 10 <sup>-7</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену			H = 2,5 · 10 <sup>5</sup> [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 4,0 · 10 <sup>-6</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену		
	311							H = 4,0 · 10 <sup>5</sup> [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 2,6 · 10 <sup>-5</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену			H = 4,0 · 10 <sup>5</sup> [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 2,6 · 10 <sup>-5</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену		
	312							H = 6,3 · 10 <sup>5</sup> [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 1,6 · 10 <sup>-4</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену			H = 6,3 · 10 <sup>5</sup> [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 1,6 · 10 <sup>-4</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену		
	313							H = 10 <sup>6</sup> [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 1,0 · 10 <sup>-5</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену			H = 10 <sup>6</sup> [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 1,0 · 10 <sup>-5</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену		
	314							H = 1,6 · 10 <sup>6</sup> [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 6,7 · 10 <sup>-7</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену			H = 2,5 · 10 <sup>6</sup> [J m <sup>-2</sup> ]; ако је t < 4,0 · 10 <sup>-6</sup> тада је H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] види напомену		
UVA	315 до 400						H = 5,6 · 10 <sup>4</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ]						
Видљивост и IRA	400 до 700	7 mm	H = 1,5 · 10 <sup>-4</sup> C <sub>E</sub> [J m <sup>-2</sup> ]	H = 2,7 · 10 <sup>4</sup> t <sup>0,75</sup> C <sub>E</sub> [J m <sup>-2</sup> ]	H = 5 · 10 <sup>3</sup> C <sub>E</sub> [J m <sup>-2</sup> ]		H = 18 · t <sup>0,75</sup> C <sub>E</sub> [J m <sup>-2</sup> ]						
	700 до 1050		H = 1,5 · 10 <sup>-4</sup> C <sub>A</sub> C <sub>E</sub> [J m <sup>-2</sup> ]	H = 2,7 · 10 <sup>4</sup> t <sup>0,75</sup> C <sub>A</sub> C <sub>E</sub> [J m <sup>-2</sup> ]	H = 5 · 10 <sup>3</sup> C <sub>A</sub> C <sub>E</sub> [J m <sup>-2</sup> ]		H = 18 · t <sup>0,75</sup> C <sub>A</sub> C <sub>E</sub> [J m <sup>-2</sup> ]						
	1050 до 1400		H = 1,5 · 10 <sup>-3</sup> C <sub>C</sub> C <sub>E</sub> [J m <sup>-2</sup> ]	H = 2,7 · 10 <sup>4</sup> t <sup>0,75</sup> C <sub>C</sub> C <sub>E</sub> [J m <sup>-2</sup> ]	H = 5 · 10 <sup>3</sup> C <sub>C</sub> C <sub>E</sub> [J m <sup>-2</sup> ]		H = 90 · t <sup>0,75</sup> C <sub>C</sub> C <sub>E</sub> [J m <sup>-2</sup> ]						
IRB и IRC	1400 до 1500	Види напомену <sup>b</sup>	E = 10 <sup>12</sup> [W m <sup>-2</sup> ] Види напомену <sup>a</sup>		H = 10 <sup>3</sup> [J m <sup>-2</sup> ]		H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ]						
	1500 до 1800		E = 10 <sup>12</sup> [W m <sup>-2</sup> ] Види напомену <sup>a</sup>		H = 10 <sup>3</sup> [J m <sup>-2</sup> ]		H = 10 <sup>4</sup> [J m <sup>-2</sup> ]						
	1800 до 2600		E = 10 <sup>12</sup> [W m <sup>-2</sup> ] Види напомену <sup>a</sup>		H = 10 <sup>3</sup> [J m <sup>-2</sup> ]		H = 5,6 · 10 <sup>3</sup> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ]						
	2600 до 10 <sup>6</sup>		E = 10 <sup>11</sup> [W m <sup>-2</sup> ] Види напомену <sup>a</sup>		H = 100 [J m <sup>-2</sup> ]		H = 5,6 · 10 <sup>5</sup> · t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ]						

а Ако таласну дужину ласера покривају две граничне вредности, примењује се она рестриктивнија.

б Када је  $1400 \leq \lambda < 10^5$  nm: пречник отвора = 1 mm за  $t < 0,3$  s и  $1,5 t^{0,75}$  mm за  $0,3 < t < 10$  s; када је  $10^5 \leq \lambda < 10^6$  nm: пречник отвора = 1 mm.

в Због недостатка података за наведене таласне дужине пулсева, ICNIRP препоручује коришћење ограничена ирадијансе од 1 ns.

г Табела даје ограничења за појединачне ласерске пулсева. У случају вишеструких ласерских пулсева, трајања ласерских пулсева који су унутар интервала од  $T_{max}$  (дата у Табели 2.6) морају се сабрати и вредност тако добијеног времена мора се унети уместо t у формули:  $5,6 \cdot 10^3 t^{0,25}$ .

Табела 2.3

Граничне вредности изложености за излагање ока ласерском зрачењу – дуготрајна изложеност  $\geq 10$  s

Таласна дужина <sup>a</sup> [nm]		Отвор	Трајање [s]			
			10 <sup>1</sup> до 10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup> до 10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup> до 3 · 10 <sup>4</sup>	
UVC	180 до 280	3,5 mm	H = 30 [J m <sup>-2</sup> ]			
UVB	280 до 302		H = 40 [J m <sup>-2</sup> ]			
	303		H = 60 [J m <sup>-2</sup> ]			
	304		H = 100 [J m <sup>-2</sup> ]			
	305		H = 160 [J m <sup>-2</sup> ]			
	306		H = 250 [J m <sup>-2</sup> ]			
	307		H = 400 [J m <sup>-2</sup> ]			
	308		H = 630 [J m <sup>-2</sup> ]			
	309		H = 1,0 · 10 <sup>4</sup> [J m <sup>-2</sup> ]			
	310		H = 1,6 · 10 <sup>4</sup> [J m <sup>-2</sup> ]			
	311		H = 2,5 · 10 <sup>4</sup> [J m <sup>-2</sup> ]			
	312		H = 4,0 · 10 <sup>4</sup> [J m <sup>-2</sup> ]			
	313		H = 6,3 · 10 <sup>4</sup> [J m <sup>-2</sup> ]			
	314		H = 10 <sup>5</sup> [J m <sup>-2</sup> ]			
UVA	315 до 400	H = 10 <sup>4</sup> [J m <sup>-2</sup> ]				
Видљивост 400-700	400 до 600 Фотохемијско <sup>b</sup> општењаче	7 mm	H = 100 C <sub>0</sub> [J m <sup>-2</sup> ] (γ = 11 mrad) <sup>c</sup>	E = 1 C <sub>0</sub> [W m <sup>-2</sup> ]; (γ = 1,1 t <sup>0,5</sup> mrad) <sup>c</sup>		E = 1 C <sub>0</sub> [W m <sup>-2</sup> ]; (γ = 110 mrad) <sup>c</sup>
	400 до 700 Термишко <sup>b</sup> општењаче		ако је α < 1,5 mrad ако је α > 1,5 mrad и t ≤ T <sub>1</sub> ако је α > 1,5 mrad и t > T <sub>2</sub>	тада је E = 10 [W m <sup>-2</sup> ] тада је H = 18 C <sub>0</sub> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] тада је E = 18 C <sub>0</sub> T <sub>2</sub> <sup>0,25</sup> [W m <sup>-2</sup> ]		
IRA	700 до 1400	7 mm	ако је α < 1,5 mrad ако је α > 1,5 mrad и t ≤ T <sub>1</sub> ако је α > 1,5 mrad и t > T <sub>2</sub>	тада је E = 10 C <sub>A</sub> C <sub>E</sub> [W m <sup>-2</sup> ] тада је H = 18 C <sub>A</sub> C <sub>E</sub> t <sup>0,25</sup> [J m <sup>-2</sup> ] тада је E = 18 C <sub>A</sub> C <sub>E</sub> T <sub>2</sub> <sup>0,25</sup> [W m <sup>-2</sup> ] (не сме прећи 1000 W m <sup>-2</sup> )		
IRB&IRC	1400 до 10 <sup>6</sup>	Види напомену <sup>b</sup>	E = 1000 [W m <sup>-2</sup> ]			

а Ако су таласна дужина или друго својство ласера покривени са две граничне вредности, примењује се она рестриктивнија.

б За мале изворе којима одговара угао једнак или мањи од 1,5 mrad, видљиве дупле граничне вредности E од 400 nm до 600 nm смањују се на термичке граничне вредности за  $10 \text{ s} \leq t < T_1$  и на фотохемијске граничне вредности за дужа времена. За T<sub>1</sub> и T<sub>2</sub> видети Табелу 2.5. Гранична вредност за фотохемијску опасност мрежњаче може се такође изразити и као временски интегрисана радијанса G = 10<sup>6</sup> C<sub>B</sub> [Jm<sup>-2</sup>sr<sup>-1</sup>] за t > 10 s до t = 10000 s и L = 100 C<sub>B</sub> [Wm<sup>-2</sup>sr<sup>-1</sup>] за t > 10000 s. За мерење G и L γ<sub>m</sub> мора се користити као видно поље за израчунавање средње

вредности. Званична граница између видљивог и инфрацрвеног зрачења је 780 nm, како је дефинисала CIE. Колона са називима опсега таласних дужина треба само да пружи бољи преглед кориснику. (Ознаку G користи CEN; ознаку L<sub>1</sub> користи CIE; ознаку L<sub>2</sub> користе IEC и CENELEC.)

в За таласну дужину 1400 nm до 10<sup>5</sup> nm: пречник отвора = 3,5 mm; за таласну дужину 10<sup>5</sup> nm до 10<sup>6</sup> nm: пречник отвора = 11 mm.

г За мерење вредности излагања  $\gamma$  се дефинише на следећи начин: ако је  $\alpha$  (угаона обухваћеност извора) >  $\gamma$  (ограничавајући конусни угао, наведен у заградама у одговарајућој колони), онда видно поље мерења  $\gamma_m$  треба да буде дата вредност  $\gamma$ , (ако се користи веће видно поље мерења, онда би опасност била прецењена). Ако је  $\alpha < \gamma$  онда видно поље мерења  $\gamma_m$  треба да буде довољно велико да у потпуности прекрије извор, али иначе није ограничено и може бити веће од  $\gamma$ .

**Табела 2.4**  
**Граничне вредности изложености за излагање коже ласеру**

Таласна дужина <sup>а</sup> [nm]		Отвор	Трајање [s]						
			<10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-9</sup> до 10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-7</sup> до 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup> до 10 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup> до 10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> до 3 · 10 <sup>4</sup>	
UV (A,B,C)	180 до 400	3,5mm	E=3 · 10 <sup>16</sup> [Wm <sup>-2</sup> ]	Исто као граничне вредности излагања ока					
				Видљивост и	400 до 700	E=2 · 10 <sup>11</sup> [Wm <sup>-2</sup> ]	H=200 C <sub>A</sub>	H=1,1 · 10 <sup>4</sup> C <sub>A</sub> <sup>0,25</sup> [Jm <sup>-2</sup> ]	E = 2 · 10 <sup>7</sup> C <sub>A</sub> [Wm <sup>-2</sup> ]
700 до 1400	E = 2 · 10 <sup>11</sup> C <sub>A</sub> [Wm <sup>-2</sup> ]	[Jm <sup>-2</sup> ]							
IRB и	1400 до 1500	3,5mm	E=10 <sup>22</sup> [Wm <sup>-2</sup> ]	Исто као граничне вредности излагања ока					
	1500 до 1800		E=10 <sup>13</sup> [Wm <sup>-2</sup> ]						
	1800 до 2600		E=10 <sup>12</sup> [Wm <sup>-2</sup> ]						
	2600 до 10 <sup>6</sup>		E=10 <sup>11</sup> [Wm <sup>-2</sup> ]						

а Ако таласну дужину или друго својство ласера покривају две граничне вредности, примењује се она рестриктивнија.

Вредност	Важни параметри	Параметар као што је наведено у ICNIRP	
$\gamma = 11$ [mrad]	$\alpha > 1 > 100$	$\gamma$	
$\gamma = 1,1$ [mrad]	$100 > \alpha > 1$		
$\gamma = 11$ [mrad]	$1 > \alpha > 100$		
Вредност	Важни параметри	Параметар као што је наведено у ICNIRP	
	$T_2 = 100$ s		$\alpha < 100$
	$T_2 = 10 \cdot [10^{-1,5} \cdot 0,85]$ s		$1,5 > \alpha > 100$
Вредност	Важни параметри	Параметар као што је наведено у ICNIRP	
	$C_E = 1,0$		$\alpha < \alpha_{max}$
	$C_E = 1,0$		$\alpha_{max} > \alpha > 100$
	$C_E = 1,0$		$\alpha_{max} > \alpha > 100$
Вредност	Важни параметри	Параметар као што је наведено у ICNIRP	
	$\alpha_{max} = 1,5$ mrad		Сви термички утицаји
Вредност	Важни параметри	Параметар као што је наведено у ICNIRP	
	$T_1 = 100$ s		$\lambda > 500$
	$T_1 = 10 \cdot [10^{-0,45} \cdot 450]$ s		450 до 500
Вредност	Важни параметри	Параметар као што је наведено у ICNIRP	
	$C_C = 8,0$		$\lambda > 450$
	$C_C = 10$		1200 до 1400
	$C_C = 1,0$		1150 до 1200
Вредност	Важни параметри	Параметар као што је наведено у ICNIRP	
	$C_n = 10$		700 до 1150
	$C_n = 1,0$		450 до 700
Вредност	Важни параметри	Параметар као што је наведено у ICNIRP	
	$C_A = 5,0$		400 до 450
	$C_A = 10$		1050 до 1400
Вредност	Важни параметри	Параметар као што је наведено у ICNIRP	
	$C_A = 1,0$		700 до 1050
Вредност	Важни параметри	Параметар као што је наведено у ICNIRP	
	$C_A = 1,0$		$\lambda < 700$

**Табела 2.5**  
**Примењени корекциони фактори и остали параметри за израчунавање**

Табела 2.6

## Корекције за излагање које се понавља

Свако од наредна три општа правила треба да се примењује на сва излагања која се понављају, изазивају их понављајући пулсни или скенирајући ласерски системи.

1. Излагање које изазива било који појединачни пулс у низу пулсева не сме прећи граничну вредност за трајање појединачног пулса.
2. Излагање групе пулсева (или подгрупе пулсева у низу) које се дешава у времену  $t$  не сме прећи граничну вредност излагања за време  $t$ .
3. Излагање појединачном пулсу у групи пулсева не сме прећи граничну вредност излагања појединачном пулсу помножену са кумулативно-термичким корекционим фактором  $C_p = N^{0,25}$ , где је  $N$  број пулсева. Ово правило се примењује само на граничне вредности за заштиту од термичких повреда, где се сви пулсеви који трају краће од  $T_{min}$  третирају као појединачни пулс.

Параметар	Важећи спектрални опсег (nm)	Вредност
$T_{min}$	$315 < \lambda \leq 400$	$T_{min} = 10^{-9} \text{ s} (= 1 \text{ ns})$
	$400 < \lambda \leq 1050$	$T_{min} = 18 \cdot 10^{-6} \text{ s} (= 18 \text{ } \mu\text{s})$
	$1050 < \lambda \leq 1400$	$T_{min} = 50 \cdot 10^{-6} \text{ s} (= 50 \text{ } \mu\text{s})$
	$1400 < \lambda \leq 1500$	$T_{min} = 10^{-3} \text{ s} (= 1 \text{ ms})$
	$1500 < \lambda \leq 1800$	$T_{min} = 10 \text{ s}$
	$1800 < \lambda \leq 2600$	$T_{min} = 10^{-3} \text{ s} (= 1 \text{ ms})$
	$2600 < \lambda \leq 10^6$	$T_{min} = 10^{-7} \text{ s} (= 100 \text{ ns})$