

## Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret mākslīgā optiskā starojuma radīto risku darba vidē

*Izdoti saskaņā ar Darba aizsardzības likuma 25.panta 18.punktu*

### I. Vispārīgie jautājumi

1. Noteikumi nosaka darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret risku, ko darba vidē rada vai var radīt mākslīgā optiskā starojuma (turpmāk – optiskais starojums) iedarbība uz nodarbinātajiem darba laikā, īpaši uz viņu acīm un ādu.
2. Optiskais starojums ir jebkurš elektromagnētiskais starojums ar viļņa garumu diapazonā no 100 nm līdz 1 mm. Ir šādi optiskā starojuma veidi:
  - 2.1. neviendabīgais starojums – jebkurš optiskais starojums, kas nav lāzera starojums:
    - 2.1.1. ultravioletais starojums – optiskais starojums ar viļņa garumu no 100 nm līdz 400 nm. Ultravioletais diapazons iedalās UVA (315–400 nm), UVB (280–315 nm) un UVC (100–280 nm);
    - 2.1.2. redzamais starojums – optiskais starojums ar viļņa garumu no 380 nm līdz 780 nm;
    - 2.1.3. infrasarkanais starojums – optiskais starojums ar viļņa garumu no 780 nm līdz 1 mm. Infrasarkanais diapazons iedalās ISA (780–1400 nm), ISB (1400–3000 nm) un ISC (3000 nm–1 mm);
  - 2.2. lāzera starojums – optiskais starojums no lāzera ierīces, ar ko var radīt vai pastiprināt elektromagnētisko starojumu optiskā starojuma viļņa garuma diapazonā, galvenokārt izmantojot kontrolētu stimulētu izstarojumu.
3. Izstarojums jeb enerģijas blīvums ir optiskā starojuma avota jauda uz virsmas laukuma vienību, izteikta vatos uz kvadrātmetru ( $W/m^2$ ).
4. Optiskā starojuma iedarbība ir izstarojuma laika izkliede (integrālis), izteikta džoulos uz kvadrātmetru ( $J/m^2$ ).
5. Spožums ir optiskā starojuma enerģijas plūsma telpiskā leņķa vienībā uz laukuma vienību, izteikts vatos uz kvadrātmetru uz steradiānu ( $W/m^2 \cdot sr$ ).
6. Optiskā starojuma iedarbības līmenis ir starojuma avota izstarojuma iedarbības un spožuma kombinācija, kam ir pakļauts nodarbinātais.
7. Noteikumi attiecas uz visām nodarbinātības jomām, kurās nodarbinātie darba vidē tiek vai var tikt pakļauti optiskā starojuma iedarbībai.
8. Darba devējs nedrīkst pakļaut nodarbinātos tāda optiskā starojuma iedarbībai, kas pārsniedz ekspozīcijas robežvērtības neviendabīgajam starojumam (1.pielikums) un ekspozīcijas robežvērtības lāzera starojumam (2.pielikums).
9. Ekspozīcijas robežvērtības ir optiskā starojuma iedarbības ierobežojumi, kurus ievērojot starojumam pakļautie nodarbinātie ir aizsargāti pret tā kaitīgo ietekmi uz veselību.

10. Par šo noteikumu ievērošanu atbildīgs ir darba devējs.

11. Darba aizsardzības prasību ievērošanu kontrolē Valsts darba inspekcija.

## **II. Optiskā starojuma iedarbības noteikšana un radītā riska novērtēšana**

12. Darba devējs visās darba vietās veic pirmreizēju optiskā starojuma radītā riska novērtējumu, nosakot, vai tajā ir optiskā starojuma avoti, kas varētu izraisīt kaitējumu nodarbinātā veselībai.

13. Ja darba vietā ir optiskā starojuma avots vai nodarbināto veselības pārbaudes rezultāti liecina, ka nodarbināto veselības traucējumus ir izraisījusi vai varēja izraisīt optiskā starojuma iedarbība, darba devējs novērtē optiskā starojuma radīto risku saskaņā ar normatīvajiem aktiem par darba vides iekšējās uzraudzības veikšanas kārtību.

14. Ja darba devējs konstatē, ka optiskais starojums rada vai var radīt risku nodarbināto drošībai un veselībai, viņš saskaņā ar iegūtajiem rezultātiem, ja nepieciešams, veic optiskā starojuma mērījumus vai aprēķinus, ņemot vērā ekspozīcijas robežvērtības (1. un 2.pielikums), kā arī darba aprīkojuma ražotāja sniegto informāciju par izstarojuma līmeņiem (ja attiecīgais aprīkojums rada optisko starojumu).

15. Optiskā starojuma mērījumus ar kalibrētu mēraparātūru, kas atbilstoši ražotāja lietošanas instrukcijai ir piemērota attiecīgā optiskā starojuma mērījumu veikšanai, veic:

15.1. Metroloģijas un akreditācijas valsts aģentūras struktūrvienībā – Latvijas Nacionālajā akreditācijas birojā – atbilstoši standartam LVS EN ISO/IEC 17025:2005 “Testēšanas un kalibrēšanas laboratoriju kompetences vispārīgās prasības” akreditētas laboratorijas;

15.2. citās Eiropas Savienības dalībvalstīs akreditētas institūcijas, kuras tiesīgas veikt optiskā starojuma mērījumus;

15.3. kompetentas institūcijas vai kompetenti speciālisti darba aizsardzības jautājumos;

15.4. darba aizsardzības speciālisti, kuri ieguvuši otrā līmeņa augstāko izglītību darba aizsardzībā atbilstoši normatīvajiem aktiem par apmācību darba aizsardzības jautājumos;

15.5. personas ar atbilstošu kvalifikāciju mērījumu veikšanai.

16. Darba devējs, novērtējot optiskā starojuma radīto risku, īpašu uzmanību pievērš šādiem faktoriem:

16.1. iedarbības līmenim, viļņa garuma diapazonam un iedarbības ilgumam uz nodarbināto;

16.2. ekspozīcijas robežvērtībām (1. un 2.pielikums);

16.3. jebkurai ietekmei uz to nodarbināto drošību un veselību, kuri pakļauti īpašam riskam (tai skaitā pusaudži, grūtnieces un sievietes pēcdzemdību periodā);

16.4. jebkurai iespējamai ietekmei uz nodarbināto drošību un veselību, kuru rada darba vietas optiskā starojuma mijiedarbība ar gaismjutīgām ķīmiskām vielām;

16.5. jebkurai netiešai ietekmei (tai skaitā īslaicīgam apžilbinājumam, eksplozijai vai liesmai);

16.6. nosacījumam par rezerves aprīkojuma esību, kas paredzēts optiskā starojuma iedarbības līmeņa samazināšanai;

16.7. nodarbināto veselības pārbaūžu rezultātiem, kā arī uz zinātniskiem pētījumiem balstītai informācijai par optiskā starojuma ietekmi uz nodarbināto veselību;

16.8. vairāku optiskā starojuma avotu mijiedarbībai;

16.9. lāzera ierīču vai citu optiskā starojuma avotu klasifikācijai, ko norāda iekārtas ražotājs, un ar to saistītajai bīstamības pakāpei, īpaši ņemot vērā 3.B vai 4.klases lāzera ierīču vai līdzīgas klasifikācijas citu optiskā starojuma avotu radīto bīstamību (vidēji augstu vai augstu);

16.10. citai informācijai, ko snieguši optiskā starojuma avotu un ar tiem saistītā aprīkojuma ražotāji.

17. Darba devējs dokumentē visus optiskā starojuma radītā riska novērtēšanas un mērīšanas rezultātus un glabā tos trīs gadus. Pēc noteiktā termiņa beigām minēto informāciju nodod glabāšanai arhīvā.

### **III. Optiskā starojuma radītā riska novēršana vai samazināšana**

18. Novēršot vai samazinot optiskā starojuma radīto risku, darba devējs ievēro Darba aizsardzības likumā noteiktos darba aizsardzības vispārīgos principus.

19. Darba devējs atbilstoši Darba aizsardzības likumā noteiktajām prasībām konsultējas ar nodarbinātajiem vai viņu uzticības personām jautājumos, kas saistīti ar optiskā starojuma radīto risku darba vidē, kā arī rada iespēju nodarbināto līdzdalībai attiecīgo jautājumu risināšanā.

20. Darba devējs atbilstoši riska novērtējuma rezultātiem veic nepieciešamos pasākumus (tai skaitā organizatoriskos – iedarbības laika samazināšana, atpūtas pauzes) optiskā starojuma radītā riska novēršanai vai samazināšanai līdz minimumam (zemākajam praktiski iespējamajam līmenim), pamatojoties uz tehnisko progresu un izmantojot jaunākos līdzekļus optiskā starojuma radītā riska avota kontrolei.

21. Ja, veicot darba vides riska novērtējumu, konstatē, ka ekspozīcijas robežvērtības (1. un 2.pielikums) var tikt pārsniegtas, darba devējs darba aizsardzības pasākumu plānā ietver šādus konkrētajās darba vietās veicamus organizatoriskus un tehniskus pasākumus:

21.1. izmantot darba metodes, kas samazina optiskā starojuma radīto risku;

21.2. izvēlēties darba aprīkojumu, kuram ir mazāks optiskā starojuma iedarbības līmenis, ņemot vērā veicamo darbu;

21.3. veikt tehniskus pasākumus optiskā starojuma iedarbības līmeņa samazināšanai, ja nepieciešams, uzstādot aprīkojumu optiskā starojuma iedarbības līmeņa samazināšanai, tai skaitā bloķēšanas ierīces, aizsargekrānu vai līdzīgas ierīces nodarbināto veselības aizsardzības nodrošināšanai;

21.4. nodrošināt darba vietu iekārtojuma un darba aprīkojuma apkopi un uzturēšanu atbilstoši normatīvajiem aktiem par darba aizsardzības prasībām darba vietās un lietojot darba aprīkojumu;

21.5. optimizēt darba vietu plānojumu un izvietojumu;

21.6. ierobežot optiskā starojuma iedarbības ilgumu un līmeni;

21.7. nodrošināt nodarbinātos ar piemērotiem individuālajiem aizsardzības līdzekļiem;

21.8. veikt pasākumus saskaņā ar darba aprīkojuma ražotāju norādījumiem.

22. Šo noteikumu 21.punktā minētajās darba vietās darba devējs izvieto attiecīgas drošības zīmes saskaņā ar normatīvajiem aktiem par darba aizsardzības prasībām drošības zīmju lietošanā. Darba devējs nodrošina bīstamo zonu norobežošanu un ierobežotu piekļūšanu šīm zonām, ja pakļaušana optiskā starojuma radītajam riskam ir pamatota un ierobežojumi ir tehniski iespējami.

23. Ja pēc darba devēja veiktajiem darba aizsardzības pasākumiem optiskā starojuma radītā riska samazināšanai ekspozīcijas robežvērtības optiskajam starojumam tomēr ir pārsniegtas, darba devējs:

23.1. nekavējoties veic pasākumus, lai nepieļautu nodarbināto pakļaušanu šādam optiskajam starojumam un samazinātu tā iedarbību, nodrošinot, lai tas nepārsniegtu ekspozīcijas robežvērtības;

23.2. analizē un nosaka iemeslus, kuru dēļ optiskā starojuma iedarbība pārsniedz ekspozīcijas robežvērtības;

23.3. veic izmaiņas darba aizsardzības pasākumos, lai novērstu optiskā starojuma ekspozīcijas robežvērtību atkārtotu pārsniegšanu.

24. Darba devējs nodrošina, lai nodarbinātie, kas pakļauti optiskā starojuma radītajam riskam darba vietā, un viņu pārstāvji tiktu attiecīgi apmācīti un viņiem saprotamā veidā informēti par:

24.1. optiskā starojuma iedarbību un iespējamo risku nodarbināto drošībai un veselībai;

24.2. darba aizsardzības pasākumiem, kas novērš vai līdz minimumam samazina optiskā starojuma radītā riska ietekmi uz nodarbināto drošību un veselību;

24.3. rezultātiem, kas iegūti optiskā starojuma radītā riska novērtēšanā, un to nozīmi;

24.4. optiskā starojuma iedarbības dēļ radušos veselības traucējumu pazīmēm, savlaicīgu veselības traucējumu atklāšanas nozīmi un rīcību, ja ir radušies veselības traucējumi;

24.5. apstākļiem, kādos nodarbinātajiem ir tiesības uz veselības uzraudzību, kā arī par obligātās veselības pārbaudes nozīmi;

24.6. drošām darba metodēm, kā arī pareizu un drošu darba aprīkojuma lietošanu, lai novērstu vai līdz minimumam samazinātu optiskā starojuma radīto risku;

24.7. pareizu un piemērotu individuālo aizsardzības līdzekļu lietošanu.

#### **IV. Nodarbināto veselības pārbaude**

25. Ja nodarbinātais pakļauts optiskā starojuma radītā riska iedarbībai, kas pārsniedz ekspozīcijas robežvērtības (1. un 2.pielikums), darba devējs nodrošina nodarbināto obligātās veselības pārbaudes atbilstoši normatīvajiem aktiem par kārtību, kādā veicama obligātā veselības pārbaude, lai pēc iespējas agrāk diagnosticētu optiskā starojuma izraisītos veselības traucējumus un nodrošinātu kvalitatīvu nodarbināto veselības aizsardzību.

26. Darba devējs pēc pieprasījuma nodrošina optiskā starojuma radītā riska novērtējuma rezultātu pieejamību nodarbinātajam, nodarbinātā ģimenes ārstam un arodslimību ārstam, kurš veic nodarbinātā obligāto veselības pārbaudi.

27. Ja obligātajā veselības pārbaudē konstatē nodarbinātā veselības traucējumus, kurus arodslimību ārsts novērtē kā optiskā starojuma iedarbības radītās sekas:

27.1. ārsts nodarbināto informē par viņa veselības pārbaudes rezultātiem un sniedz ieteikumus veselības aprūpei arī pēc optiskā starojuma ietekmes izbeigšanas, kā arī informē darba devēju par veselības pārbaudes rezultātiem atbilstoši normatīvajiem aktiem par kārtību, kādā veicama obligātā veselības pārbaude;

27.2. darba devējs nekavējoties organizē citu nodarbināto veselības pārbaudes, kuri tikuši pakļauti līdzīgai optiskā starojuma iedarbībai;

27.3. darba devējs pārskata risku novērtējumu, kas veikts saskaņā ar šo noteikumu II nodaļu, un pasākumus riska novēršanai vai samazināšanai.

28. Darba devējs nodrošina nodarbināto veselības pārbaudes rezultātu dokumentēšanu. Pēc Valsts darba inspekcijas pamatota pieprasījuma darba devējs izsniedz veselības pārbaudes karšu kopijas.

29. Darba devējs ņem vērā veselības pārbaudes rezultātus, plānojot un nosakot darba aizsardzības pasākumus optiskā starojuma radītā riska novēršanai vai samazināšanai līdz pieļaujamajam līmenim.

#### **V. Noslēguma jautājums**

30. Noteikumi stājas spēkā 2010.gada 27.aprīlī.

## Informatīva atsauce uz Eiropas Savienības direktīvu

Noteikumos iekļautas tiesību normas, kas izriet no Eiropas Parlamenta un Padomes 2006.gada 5.aprīļa Direktīvas [2006/25/EK](#) par veselības un drošības minimālajām prasībām attiecībā uz darba ņēmēju pakļaušanu riskiem, ko izraisa fizikāli faktori (mākslīgais optiskais starojums) (19.atsevišķā direktīva Direktīvas [89/391/EEK](#) 16.panta 1.punkta nozīmē).

Ministru prezidents, bērnu, ģimenes un sabiedrības integrācijas lietu ministrs V.Dombrovskis

Labklājības ministrs U.Augulis

### Labklājības ministrijas iesniegtajā redakcijā

1.pielikums

Ministru kabineta

2009.gada 30.jūnija noteikumiem Nr.731

### Nevienmērīga optiskā starojuma iedarbības vērtību noteikšana

1. Biofiziski pamatotas optiskā starojuma iedarbības vērtības var noteikt ar šādām formulām:

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

( $H_{\text{eff}}$  atbilst tikai diapazonam no 180 līdz 400 nm)

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

( $H_{\text{UVA}}$  atbilst tikai diapazonam no 315 līdz 400 nm)

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

( $L_{\text{B}}$  atbilst tikai diapazonam no 300 līdz 700 nm)

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

( $E_{\text{B}}$  atbilst tikai diapazonam no 300 līdz 700 nm)

$$(g) \text{ līdz } (l) \quad L_{\text{R}} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda$$

(Sk. 1.1 tabulu attiecībā uz  $\lambda_1$  un  $\lambda_2$  piemērotajām vērtībām)

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

( $E_{\text{IR}}$  atbilst tikai diapazonam no 780 līdz 3000 nm)

$$(o) \quad H_{\text{āda}} = \int_0^t \int_{\lambda=380\text{nm}}^{\lambda=3000\text{nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$$

( $H_{\text{āda}}$  atbilst tikai diapazonam no 380 līdz 3000 nm),

kur

$E_\lambda(\lambda, t)$ ,  $E_\lambda$  spektra izstarojums vai spektra enerģijas blīvums: starojuma avota jauda noteiktā laika posmā uz virsmas laukuma vienību, izteikta vatos uz laukuma kvadrātmetru un viļņa garuma (nanometros) reizinājumu ( $W/m^2 \cdot nm$ );  $E_\lambda(\lambda, t)$  un  $E_\lambda$  vērtības iegūst mērījumos vai tās var norādīt aprīkojuma ražotājs;

$E_{eff}$  faktiskais izstarojums (UV diapazons): aprēķinātais spektrāli svērtais izstarojums UV viļņa garuma diapazonā no 180 līdz 400 nm, izteikts vatos uz kvadrātmetru ( $W/m^2$ );

H optiskā starojuma iedarbība: izstarojuma laika izkliede (integrālis), izteikts džoulos uz kvadrātmetru ( $J/m^2$ );

$H_{eff}$  faktiskā starojuma avota iedarbība: ar  $S(\lambda)$  spektrāli svērtā starojuma avota iedarbība, izteikta džoulos uz kvadrātmetru ( $J/m^2$ );

$E_{UVA}$  kopējais izstarojums (UVA): aprēķinātais izstarojums UVA viļņa garuma diapazonā no 315 līdz 400 nm, izteikts vatos uz kvadrātmetru ( $W/m^2$ );

$H_{UVA}$  optiskā starojuma iedarbība: izstarojuma laika un viļņa garuma izkliede (integrālis) vai izstarojuma summa UVA viļņu garuma diapazonā no 315 līdz 400 nm, izteikts džoulos uz kvadrātmetru ( $J/m^2$ );

$S(\lambda)$  spektrālā svēršana, ņemot vērā, ka UV starojuma iedarbība uz acīm un ādu ir atkarīga no viļņa garuma, (1.2. tabula) (bez mērvienības);

t,  $\Delta t$  laiks, iedarbības ilgums, izteikts sekundēs (s);

$\lambda$  viļņa garums nanometros (nm);

$\Delta \lambda$  joslas platums mērījuma intervālu aprēķiniem, izteikts nanometros (nm);

$L_\lambda(\lambda)$ ,  $L_\lambda$  avota spektrālais spožums, izteikts vatos uz kvadrātmetru uz steradiānu nanometrā ( $W/m^2 \cdot sr \cdot nm$ );

$R(\lambda)$  spektrālā svēršana, ņemot vērā, ka redzamā un IS starojuma siltuma izraisītais redzes bojājums atkarīgs no viļņa garuma, (1.3. tabula) (bez mērvienības);

$L_R$  faktiskais spožums (siltuma izraisīti bojājumi): aprēķinātais ar  $R(\lambda)$  spektrāli svērtais spožums, izteikts vatos uz kvadrātmetru steradiānā ( $W/m^2 \cdot sr$ );

$B(\lambda)$  spektrālā svēršana, ņemot vērā, ka zilās gaismas starojuma izraisītais fotoķīmiskais redzes bojājums ir atkarīgs no viļņa garuma, (1.3. tabula) (bez mērvienības);

$L_B$  faktiskais spožums (zilā gaisma): aprēķinātais ar  $B(\lambda)$  spektrāli svērtais spožums, izteikts vatos uz kvadrātmetru steradiānā ( $W/m^2 \cdot sr$ );

$E_B$  faktiskais izstarojums (zilā gaisma): aprēķinātais ar  $B(\lambda)$  spektrāli svērtais izstarojums, izteikts vatos uz kvadrātmetru ( $W/m^2$ );

$E_{IS}$  kopējais izstarojums (siltuma izraisīti bojājumi): aprēķinātais izstarojums infrasarkanā staru viļņa garuma diapazonā no 780 līdz 3 000 nm, izteikts vatos uz kvadrātmetru ( $W/m^2$ );

$E_{ādaī}$  kopējais izstarojums (redzamais, ISA un ISB starojums): aprēķinātais izstarojums redzamo un infrasarkanā staru diapazonā no 380 līdz 3000 nm, izteikts vatos uz kvadrātmetru ( $W/m^2$ );

$H_{ādaī}$  optiskā starojuma iedarbība: izstarojuma laika un viļņa garuma izkliede (integrālis) vai izstarojuma summa redzamā un infrasarkanā starojuma diapazonā no 380 līdz 3000 nm, izteikta džoulos uz kvadrātmetru ( $J/m^2$ );

$\alpha$  leņķiskais pretnostāfjums: leņķis pret redzamo avotu no kāda telpas punkta, izteikts miliradiānos (mrad). Redzamais avots ir reāls vai šķietams objekts, kas veido mazāko iespējamo tīkles attēlu.

2. Iepriekš minētās formulas var aizstāt ar šādām izteiksmēm un diskrētām vērtībām:

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

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

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

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

$$\text{(g) līdz (l) } L_{\text{R}} = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda} \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad \text{(Sk. 1.1. tabulu attiecībā uz } \lambda_1 \text{ un } \lambda_2)$$

$$\text{(m), (n) } E_{\text{IR}} = \sum_{\lambda=780\text{nm}}^{\lambda=3000\text{nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$

$$\text{(o) } E_{\text{ādaī}} = \sum_{\lambda=380\text{nm}}^{\lambda=3000\text{nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \quad \text{un} \quad H_{\text{ādaī}} = E_{\text{ādaī}} \cdot \Delta t$$

Piezīmes:

1. Izmantojamās formulas ir atkarīgas no attiecīgā avota radītā starojuma diapazona, un rezultāti ir jāsalīdzina ar attiecīgām ekspozīcijas robežvērtībām, kas norādītas 1.1. tabulā.
2. Vienam optiskā starojuma avotam var atbilst vairāk nekā viena iedarbības vērtība un tai atbilstoša ekspozīcijas robežvērtība.
3. Apzīmējumi no a) līdz o) atbilst attiecīgām rindām 1.1. tabulā.

## Ekspozīcijas robežvērtības nevienmīgam optiskajam starojumam

Apzīmējums	Viļņa garums (nm)	Ekspozīcijas robežvērtība	Mērvienības	Piezīmes	Ķermeņa daļa	Riski
a.	180-400 (UVA, UVB un UVC)	$H_{\text{eff}} = 30$ Dienas vērtība 8 stundām	[J/m <sup>2</sup> ]		acs radzene konjunktīva lēca āda	fotokeratīts konjunktivīts katarakta eritēma elastoze ādas vēzis
b.	315-400 (UVA)	$H_{\text{UVA}} = 10^4$ Dienas vērtība 8 stundām	[J/m <sup>2</sup> ]		Acs lēca	katarakta



c.	300-700 (Zilā gaisma) Sk. 1.piezīmi	$L_B = \frac{10^6}{t}$ pie $t \leq 10000$ s	$L_B$ : [W/m <sup>2</sup> · sr] t: [sekundes]	pie $\alpha \geq 11$ mrad	Acs tīklene	fotoretinīts
d.	300-700 (Zilā gaisma) Sk. 1.piezīmi	$L_B = 100$ pie $t > 10000$ s	[W/m <sup>2</sup> · sr]			
e.	300-700 (Zilā gaisma) Sk. 1.piezīmi	$E_B = \frac{100}{t}$ pie $t \leq 10000$ s	$E_B$ : (W/m <sup>2</sup> ) t: [sekundes]	pie $\alpha < 11$ mrad Sk. 2.piezīmi		
f.	300-700 (Zilā gaisma) Sk. 1.piezīmi	$E_B = 0,01$ t > 10 000 s	[W/m <sup>2</sup> ]			
g.	380-1400 (Redzamais un ISA starojums)	$L_R = \frac{2,8 \cdot 10^7}{C_\alpha}$ pie $t > 10$ s	[W/m <sup>2</sup> · sr]	$C_\alpha = 1,7$ pie $\alpha \leq 1,7$ mrad $C_\alpha = \alpha$ pie $1,7 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_\alpha = 100$ pie $\alpha > 100$ mrad	Acs tīklene	Tīklenes apdegums
h.	380-1400 (Redzamais un ISA starojums)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_\alpha t^{0,25}}$ pie $10 \mu s \leq t \leq 10$ s	$L_R$ : [W/m <sup>2</sup> · sr] t: [sekundes]	$\lambda_1 = 380; \lambda_2 = 1400$		
i.	380-1400 (Redzamais un ISA starojums)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_\alpha}$ pie $t < 10 \mu s$	[W/m <sup>2</sup> · sr]			
j.	780-1400 (ISA)	$L_R = \frac{6 \cdot 10^6}{C_\alpha}$ pie $t > 10$ s	[W/m <sup>2</sup> · sr]	$C_\alpha = 11$ pie $\alpha \leq 11$ mrad $C_\alpha = \alpha$ pie $11 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_\alpha = 100$ pie $\alpha > 100$ mrad (mērījuma redzes leņķis: 11 mrad)	Acs tīklene	Tīklenes apdegums
k.	780-1400 (ISA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_\alpha t^{0,25}}$ pie $10 \mu s \leq t \leq 10$ s	$L_R$ : [W/m <sup>2</sup> · sr] t: [sekundes]	$\lambda_1 = 780; \lambda_2 = 1400$		
l.	780-1400 (ISA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_\alpha}$ pie $t < 10 \mu s$	[W/m <sup>2</sup> · sr]			
m.	780-3000 (ISA un ISB)	$E_{IS} = 18000 t^{-0,75}$ pie $t \leq 1000$ s	E: [W/m <sup>2</sup> ] t: [sekundes]		Acs radzene lēca	Radzenes apdegums katarakta
n.	780-3000 (ISA un ISB)	$E_{IS} = 100$ pie $t > 1000$ s	[W/m <sup>2</sup> ]			
o.	380-3000 (redzamais, ISA un ISB)	$H_{3dsi} = 20000 t^{0,25}$ pie $t < 10$ s	H: [J m <sup>2</sup> ] t: [sekundes]		āda	apdegums

Piezīmes:

1. Diapazons no 300 līdz 700 nm attiecas uz daļu no UVB, visu UVA un lielāko daļu no redzamā starojuma; tomēr ar to saistīto risku parasti dēvē par “zilās gaismas” risku. Faktiski zilā gaisma attiecas tikai uz diapazonu aptuveni no 400 līdz 490 nm.

2. Ļoti mazu avotu pastāvīgai fiksācijai, kuru leņķiskais pretnostāfjums < 11 mrad,  $L_B$  var pārvērst  $E_B$ . Tas parasti attiecas tikai uz oftalmoloģijas instrumentiem vai uz stabilizētu aci anestēzijas laikā. Maksimālo “cieša skatiena laiku” aprēķina šādi:  $t_{max} = 100/E_B$  ar  $E_B$ , izteiktu W/m<sup>2</sup>. Ņemot vērā acs kustību parastu redzes uzdevumu laikā, tas nepārsniedz 100 s.

S ( $\lambda$ ) (bez mērvienības), 180 nm līdz 400 nm

$\lambda$ , nm	S ( $\lambda$ )	$\lambda$ , nm	S ( $\lambda$ )	$\lambda$ , nm	S ( $\lambda$ )	$\lambda$ , nm	S ( $\lambda$ )	$\lambda$ , 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	0,8568	329	0,000425	377	0,000072
186	0,0158	234	0,2292	282	0,8342	330	0,000410	378	0,000069
187	0,0166	235	0,2400	283	0,8122	331	0,000396	379	0,000066
188	0,0173	236	0,2510	284	0,7908	332	0,000383	380	0,000064
189	0,0181	237	0,2624	285	0,7700	333	0,000370	381	0,000062
190	0,0190	238	0,2744	286	0,7420	334	0,000355	382	0,000059
191	0,0199	239	0,2869	287	0,7151	335	0,000340	383	0,000057
192	0,0208	240	0,3000	288	0,6891	336	0,000327	384	0,000055
193	0,0218	241	0,3111	289	0,6641	337	0,000315	385	0,000053
194	0,0228	242	0,3227	290	0,6400	338	0,000303	386	0,000051
195	0,0239	243	0,3347	291	0,6186	339	0,000291	387	0,000049
196	0,0250	244	0,3471	292	0,5980	340	0,000280	388	0,000047
197	0,0262	245	0,3600	293	0,5780	341	0,000271	389	0,000046
198	0,0274	246	0,3730	294	0,5587	342	0,000263	390	0,000044
199	0,0287	247	0,3865	295	0,5400	343	0,000255	391	0,000042
200	0,0300	248	0,4005	296	0,4984	344	0,000248	392	0,000041
201	0,0334	249	0,4150	297	0,4600	345	0,000240	393	0,000039
202	0,0371	250	0,4300	298	0,3989	346	0,000231	394	0,000037
203	0,0412	251	0,4465	299	0,3459	347	0,000223	395	0,000036
204	0,0459	252	0,4637	300	0,3000	348	0,000215	396	0,000035
205	0,0510	253	0,4815	301	0,2210	349	0,000207	397	0,000033
206	0,0551	254	0,5000	302	0,1629	350	0,000200	398	0,000032
207	0,0595	255	0,5200	303	0,1200	351	0,000191	399	0,000031
208	0,0643	256	0,5437	304	0,0849	352	0,000183	400	0,000030
209	0,0694	257	0,5685	305	0,0600	353	0,000175		
210	0,0750	258	0,5945	306	0,0454	354	0,000167		
211	0,0786	259	0,6216	307	0,0344	355	0,000160		
212	0,0824	260	0,6500	308	0,0260	356	0,000153		
213	0,0864	261	0,6792	309	0,0197	357	0,000147		
214	0,0906	262	0,7098	310	0,0150	358	0,000141		
215	0,0950	263	0,7417	311	0,0111	359	0,000136		
216	0,0995	264	0,7751	312	0,0081	360	0,000130		
217	0,1043	265	0,8100	313	0,0060	361	0,000126		
218	0,1093	266	0,8449	314	0,0042	362	0,000122		
219	0,1145	267	0,8812	315	0,0030	363	0,000118		
220	0,1200	268	0,9192	316	0,0024	364	0,000114		
221	0,1257	269	0,9587	317	0,0020	365	0,000110		
222	0,1316	270	1,0000	318	0,0016	366	0,000106		
223	0,1378	271	0,9919	319	0,0012	367	0,000103		
224	0,1444	272	0,9838	320	0,0010	368	0,000099		
225	0,1500	273	0,9758	321	0,000819	369	0,000096		
226	0,1583	274	0,9679	322	0,000670	370	0,000093		
227	0,1658	275	0,9600	323	0,000540	371	0,000090		

**B (λ), R (λ) (bez mērvienības), 380 nm līdz 1 400 nm**

λ, nm	<b>B (λ)</b>	R (λ)
<b>λ, nm</b>	<b>B (λ)</b>	<b>R (λ)</b>
300 ≤ λ < 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 < λ ≤ 600	$10^{0,02 \cdot (450 - \lambda)}$	1
600 < λ ≤ 700	0,001	1
700 < λ ≤ 1050	—	$10^{0,002 \cdot (700 - \lambda)}$
1050 < λ ≤ 1150	—	0,2
1150 < λ ≤ 1200	—	$0,2 \cdot 10^{0,02 \cdot (1150 - \lambda)}$
1200 < λ ≤ 1400	—	0,02

Labklājības ministrs U.Augulis

Labklājības ministrijas iesniegtajā redakcijā

2.pielikums

Ministru kabineta

2009.gada 30.jūnija noteikumiem Nr.731

**Lāzera optiskā starojuma iedarbības vērtību noteikšana**

Biofiziski pamatotas optiskā starojuma iedarbības vērtības var noteikt ar šādām formulām:

$$E = \frac{dP}{dA} \text{ (W/m}^2\text{)}$$

$$H = \int_0^t E(t) \cdot dt \text{ (J/m}^2\text{)},$$

kur

dP jauda, izteikta vatos (W);

dA virsma, izteikta kvadrātmetros ( $m^2$ );

E (t), E starojuma intensitāte: starojuma jaudas blīvums uz virsmas laukuma vienību, izteikts vatos uz kvadrātmētru ( $W/m^2$ ).  
E(t) un E vērtības iegūst mērījumos vai tās var norādīt aprīkojuma ražotājs;

H optiskā starojuma iedarbība: starojuma enerģijas izkliede uz virsmas laukuma vienību noteiktā laika momentā (laika integrālis), izteikts džoulos uz kvadrātmētru ( $J/m^2$ );

T laiks, iedarbības ilgums, izteikts sekundēs (s);

$\lambda$  viļņa garums, izteikts nanometros (nm);

$\gamma$  mērījuma konusa leņķis, izteikts miliradiānos (mrad);

$\gamma_m$  mērījuma redzes leņķis, izteikts miliradiānos (mrad);

$\alpha$  avota leņķiskais pretnostatījums, izteikts miliradiānos (mrad);

ierobežojošs atvērums: apļveida laukums, kurā aprēķina izstarojumu un starojuma avota iedarbību;

G integrētais spožums: spožuma izkliede konkrētā iedarbības laikā, izteikta kā starojuma avota enerģija uz izstarojošā laukuma vienības reizinājumu ar starojuma telpiskā leņķa vienību, izteikts džoulos uz kvadrātmētru steridiānā ( $J/m^2 \cdot sr$ ).

Piezīmes:

1. Izmantojamās formulas ir atkarīgas no attiecīgā avota radītā starojuma viļņu garuma un ilguma, un rezultāti ir jāsalīdzina ar attiecīgajām ekspozīcijas robežvērtībām, kas dotas 2.2. līdz 2.4. tabulā.
2. Vienam lāzera optiskā starojuma avotam var būt vairākas iedarbības jeb ietekmes vērtības, piemēram, avotiem var izmainīt viļņu garumu un tiem var būt dažāds iedarbības laiks. Katram gadījumam jāpiemēro atbilstoša ekspozīcijas robežvērtība.
3. Parametri un korekcijas vērtības, kas ir izmantotas aprēķiniem 2.2. līdz 2.4. tabulā, ir dotas 2.5. tabulā, un to piemērošana atkārtotai iedarbībai ir uzskaitīta 2.6. tabulā.

2.1. tabula

### Lāzera starojuma radītie riski

Viļņa garums $\lambda$ , nm	Starojuma diapazons	Orgāns, uz kuru iedarbojas	Risks	Ekspozīcijas robežvērtība
180 līdz 400	UV	acs	fotoķīmiski bojājumi un termiski bojājumi	2.2, 2.3
180 līdz 400	UV	āda	eritēma	2.4
400 līdz 700	redzamais	acs	tīklenes bojājums	2.2
400 līdz 600	redzamais	acs	fotoķīmiski bojājumi	2.3
400 līdz 700	redzamais	āda	termiski bojājumi	2.4
700 līdz 1400	ISA	acs	termiski bojājumi	2.2, 2.3
700 līdz 1400	ISA	āda	termiski bojājumi	2.4
1400 līdz 2600	ISB	acs	termiski bojājumi	2.2
2600 līdz $10^6$	ISC	acs	termiski bojājumi	2.2
1400 līdz $10^6$	ISB, ISC	acs	termiski bojājumi	2.3
1400 līdz $10^6$	ISB, ISC	āda	termiski bojājumi	2.4

## Lāzera starojuma ekspozīcijas robežvērtības uz acīm. Īss iedarbības laiks &lt; 10 s

Viļņa garums <sup>1</sup> (nm)		Atvēruma diametrs	Ilgums (s)											
			$10^{-13} - 10^{-11}$	$10^{-11} - 10^{-9}$	$10^{-9} - 10^{-7}$	$10^{-7} - 1,8 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5} - 10^{-3}$	$10^{-3} - 10^1$					
UVC	180-280	1 mm pie $t < 0,3$ s; $1,5 \cdot t^{0,375}$ pie $0,3 < t < 10$ s <T<>	$E = 3 \cdot 10^{10} \cdot [W/m^2]$ Sk. 3.piezīmi						$H = 30 [J/m^2]$					
UVB	280-302								$H = 40 [J/m^2]$ ; ja $t < 2,6 \cdot 10^{-9}$ , tad $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$ sk. 4.piezīmi					
	303								$H = 60 [J/m^2]$ ; ja $t < 1,3 \cdot 10^{-8}$ , tad $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$ sk. 4.piezīmi					
	304								$H = 100 [J/m^2]$ ; ja $t < 1,0 \cdot 10^{-7}$ , tad $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$ sk. 4.piezīmi					
	305								$H = 160 [J/m^2]$ ; ja $t < 6,7 \cdot 10^{-7}$ , tad $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$ sk. 4.piezīmi					
	306								$H = 250 [J/m^2]$ ; ja $t < 4,0 \cdot 10^{-6}$ , tad $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$ sk. 4.piezīmi					
	307								$H = 400 [J/m^2]$ ; ja $t < 2,6 \cdot 10^{-5}$ , tad $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$ sk. 4.piezīmi					
	308								$H = 630 [J/m^2]$ ; ja $t < 1,6 \cdot 10^{-4}$ , tad $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$ sk. 4.piezīmi					
	309								$H = 10^3 [J/m^2]$ ; ja $t < 1,0 \cdot 10^{-3}$ , tad $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$ sk. 4.piezīmi					
	310								$H = 1,6 \cdot 10^3 [J/m^2]$ ; ja $t < 6,7 \cdot 10^{-3}$ , tad $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$ sk. 4.piezīmi					
	311								$H = 2,5 \cdot 10^3 [J/m^2]$ ; ja $t < 4,0 \cdot 10^{-2}$ , tad $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$ sk. 4.piezīmi					
312	$H = 4,0 \cdot 10^3 [J/m^2]$ ; ja $t < 2,6 \cdot 10^{-1}$ , tad $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$ sk. 4.piezīmi													
313	$H = 6,3 \cdot 10^3 [J/m^2]$ ; ja $t < 1,6 \cdot 10^0$ , tad $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$ sk. 4.piezīmi													
314	$H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$													
UVA	315-400	$H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} [J/m^2]$												
Redzamais un ISA	400-700	7 mm	$H = 1,5 \cdot 10^{-4} C_E [J/m^2]$	$H = 2,7 \cdot 10^4 t_{0,75} C_E [J/m^2]$	$H = 5 \cdot 10^{-3} C_E [J/m^2]$		$H = 18 \cdot t^{0,75} C_E [J/m^2]$							
	700-1050		$H = 1,5 \cdot 10^{-4} C_A C_E [J/m^2]$	$H = 2,7 \cdot 10^4 t_{0,75} C_A C_E [J/m^2]$	$H = 5 \cdot 10^{-3} C_A C_E [J/m^2]$		$H = 18 \cdot t^{0,75} C_A C_E [J/m^2]$							
	1050-1400		$H = 1,5 \cdot 10^{-3} C_C C_E [J/m^2]$	$H = 2,7 \cdot 10^5 t_{0,75} C_C C_E [J/m^2]$	$H = 5 \cdot 10^{-2} C_C C_E [J/m^2]$		$H = 90 \cdot t^{0,75} C_C C_E [J/m^2]$							
ISB un ISC	1400-1500	Sk. 2.piezīmi	$E = 10^{12} [W/m^2]$ Sk. 3.piezīmi		$H = 10^3 [J/m^2]$		$H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} [J/m^2]$							
	1500-1800		$E = 10^{13} [W/m^2]$ Sk. 3.piezīmi		$H = 10^4 [J/m^2]$									
	1800-2600		$E = 10^{12} [W/m^2]$ Sk. 3.piezīmi		$H = 10^3 [J/m^2]$		$H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} [J/m^2]$							
	2600-10 <sup>6</sup>		$E = 10^{11} [W/m^2]$ Sk. 3.piezīmi		$H = 100 [J/m^2]$	$H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} [J/m^2]$								

Piezīmes:

1. Ja uz viļņa garumu attiecas divas robežvērtības, izmanto to, kas uzliek lielākus ierobežojumus.
2. Ja  $1400 \leq \lambda < 10^5$  nm: atvēruma diametrs = 1 mm pie  $t \leq 0,3$  s un  $1,5 t^{0,375}$  mm pie  $0,3 < t < 10$  s; ja  $10^5 \leq \lambda < 10^6$  nm: atvēruma diametrs = 11 mm.
3. Tā kā nav datu par tādiem impulsa ilgumiem, Starptautiskajā nejonizējošā starojuma aizsardzības komisija (turpmāk- ICNIRP) iesaka izmantot 1 ns izstarojuma robežvērtības.

4. Tabulā norādītās vērtības atsevišķiem lāzera impulsiem. Ja ir vairāki lāzera impulsi, tad jāskaita kopā to lāzera impulsu ilgums, kas atbilst intervālam  $T_{\min}$  (uzskaitītam tabulā 2.6.) un iegūto laika vērtību ieraksta kā “t” šādā formulā:  $5,6 \cdot 10^3 t^{0,25}$

2.3. tabula

**Lāzera starojuma ekspozīcijas robežvērtības uz acīm. Ilgs iedarbības laiks  $\geq 10$  s**

Viļņa garums <sup>1</sup> (nm)		Atvē-rums	Ilgums (s)		
			$10^1 - 10^2$	$10^2 - 10^4$	$10^4 - 3 \cdot 10^4$
Viļņa garums <sup>1</sup> (nm)		Atvē-rums	Ilgums (s)		
			$10^1 - 10^2$	$10^2 - 10^4$	$10^4 - 3 \cdot 10^4$
UVC	180-280	3,5 mm	H = 30 [J/m <sup>2</sup> ]		
UVB	280-302		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>3</sup> [J/m <sup>2</sup> ]		
	310		H = 1,6 · 10 <sup>3</sup> [J/m <sup>2</sup> ]		
	311		H = 2,5 · 10 <sup>3</sup> [J/m <sup>2</sup> ]		
312	H = 4,0 · 10 <sup>3</sup> [J/m <sup>2</sup> ]				
313	H = 6,3 · 10 <sup>3</sup> [J/m <sup>2</sup> ]				
314	H = 10 <sup>4</sup> [J/m <sup>2</sup> ]				
UVA	315-400		H = 10 <sup>4</sup> [J/m <sup>2</sup> ]		
Redzamais	400-600 fotoķīmiskais tīklenes bojājums sk. 2.piezīmi	7 mm	H = 100 C <sub>B</sub> [J/m <sup>2</sup> ] ( $\gamma = 11$ mrad) sk.piezīmi <sup>4</sup>	E = 1 C <sub>B</sub> [W/m <sup>2</sup> ]; ( $\gamma = 1,1$ t <sup>0,5</sup> mrad) sk. 4.piezīmi	E = 1 C <sub>B</sub> [W/m <sup>2</sup> ] ( $\gamma = 110$ mrad) sk. 4.piezīmi
400 – 700	400-700 Termiskais tīklenes bojājums sk. 2.piezīmi		ja $\alpha < 1,5$ mrad tad E = 10 [W/m <sup>2</sup> ] ja $\alpha > 1,5$ mrad un $t \leq T_2$ tad H = 18 C <sub>E</sub> t <sup>0,75</sup> [J/m <sup>2</sup> ] ja $\alpha > 1,5$ mrad un $t > T_2$ tad E = 18 C <sub>E</sub> T <sub>2</sub> <sup>-0,25</sup> [W/m <sup>2</sup> ]		
ISA	700-1400	7 mm	ja $\alpha < 1,5$ mrad tad E = 10 C <sub>A</sub> C <sub>C</sub> [W/m <sup>2</sup> ] ja $\alpha > 1,5$ mrad un $t \leq T_2$ tad H = 18 C <sub>A</sub> C <sub>C</sub> C <sub>E</sub> t <sup>0,75</sup> [J/m <sup>2</sup> ] ja $\alpha > 1,5$ mrad un $t > T_2$ tad E = 18 C <sub>A</sub> C <sub>C</sub> C <sub>E</sub> T <sub>2</sub> <sup>-0,25</sup> [W/m <sup>2</sup> ] (nepārsniedz 1000 W/m <sup>2</sup> )		
ISB un ISC	1400-10 <sup>6</sup>	Sk. 3.piezīmi	E = 1000 [W/m <sup>2</sup> ]		

Piezīmes:

1. Ja uz lāzera viļņa garumu vai citu nosacījumu attiecas divas robežvērtības, izmanto to, kura uzliek stingrākus ierobežojumus.

2. Maziem avotiem, kuri pretnostatīti ar leņķi 1,5 mrad vai mazāki, redzamās dubultās robežas E no 400 nm līdz 600 nm samazina siltuma robežas pie  $10s \leq t < T_1$  un fotoķīmiskās robežas ilgākiem laika posmiem. Attiecībā uz T<sub>1</sub> un T<sub>2</sub> sk. 2.5. tabulu. Tīklenes fotoķīmiskā riska robežu var izteikt arī kā laikā integrēto spožumu  $G = 10^6 C_B$  [J/m<sup>2</sup> · sr] pie  $t > 10s$  līdz  $t = 10000$  s un  $L = 100 C_B$  [W/m<sup>2</sup> · sr] pie  $t > 10000$  s. G un L mērījumiem jāizmanto  $\gamma_m$  kā vidējais redzes leņķis. Oficiālā robeža starp redzamo un infrasarkanā starojumu ir 780 nm un to ir noteikusi Starptautiskā apgaismojuma komisija (turpmāk – CIE). Kolonna ar viļņa garuma joslu nosaukumiem ir domāta vienīgi, lai sniegtu lietotājam labāku pārskatu. Apzīmējumu G izmanto Eiropas Standartizācijas komiteja (turpmāk – CEN); apzīmējumu L<sub>i</sub> izmanto CIE; Apzīmējumu L<sub>p</sub> izmanto IEC un Elektrotehniskās Standartizācijas Eiropas komiteja (turpmāk - CENELEC.)

3. Viļņa garums 1400-10<sup>5</sup> nm: atvēruma diametrs = 3,5 mm; viļņa garums 10<sup>5</sup> - 10<sup>6</sup> nm: atvēruma diametrs = 11 mm

4. Iedarbības vērtības izmērīšanai  $\gamma$  apsvērumu nosaka šādi: Ja  $\alpha$  (avota leņķiskais pretnosacījums)  $> \gamma$  (ierobežojošs konusa leņķis, norādīts iekavās atbilstošajā ailē) tad mērījuma redzes leņķis  $\gamma_m$  ir  $\gamma$  noteiktā vērtība. Ja izmanto lielāku mērījuma redzes leņķi, tad risks tiktu novērtēts par augstu. Ja  $\alpha < \gamma$  tad mērījuma leņķim  $\gamma_m$  ir jābūt pietiekami lielam, lai pilnībā iekļautu avotu, bet citādi tam nav ierobežojumu, un tas var būt lielāks par  $\gamma$ .

## Lāzera starojuma ekspozīcijas robežvērtības uz ādu.

Viļņa garums (nm)		Atvērumš	Ilgums (s)					
			$< 10^{-9}$	$10^{-9} - 10^{-7}$	$10^{-7} - 10^{-3}$	$10^{-3} - 10^1$	$10^1 - 10^3$	$10^3 - 3 \cdot 10^4$
UV (A, B, C)	180-400	3. 5mm	$E = 3 \cdot 10^{10} \text{ [W/m}^2\text{]}$	Tādas pašas iedarbības robežvērtības kā uz acīm				
Redzamais un ISA	400-700	3. 5mm	$E = 2 \cdot 10^{11} \text{ [W/m}^2\text{]}$	$H = 200 C_A$ [J/m <sup>2</sup> ]	$H = 1,1 \cdot 10^4 C_A t^{0,25}$ [J/m <sup>2</sup> ]	$E = 2 \cdot 10^3 C_A \text{ [W/m}^2\text{]}$		
	700-1400		$E = 2 \cdot 10^{11} C_A$ [W/m <sup>2</sup> ]					
ISB un ISC	1400-1500	3. 5mm	$E = 10^{12} \text{ [W/m}^2\text{]}$	Tādas pašas iedarbības robežvērtības kā uz acīm				
	1500-1800		$E = 10^{13} \text{ [W/m}^2\text{]}$					
	1800-2600		$E = 10^{12} \text{ [W/m}^2\text{]}$					
	2600-10 <sup>6</sup>		$E = 10^{11} \text{ [W/m}^2\text{]}$					

Piezīme.

Ja uz lāzera starojuma viļņa garumu vai citu nosacījumu attiecas divas robežvērtības, izmanto to, kura paredz stingrākus ierobežojumus.

## Parametri un korekcijas vērtības lāzera starojuma ekspozīcijas robežvērtību noteikšanai

1.	Lāzera starojuma parametrs, atbilstoši Starptautiskās nejonizējošā starojuma aizsardzības komisijas (ICNIRP) lietotajai terminoloģijai	Derīgais spektra diapazons (nm)	Korekcijas vērtība
1.1.	$C_A$	$\lambda < 700$	$C_A = 1,0$
		700-1050	$C_A = 10^{0,002(\lambda - 700)}$
		1050-1400	$C_A = 5,0$
1.2.	$C_B$	400-450	$C_B = 1,0$
		450-700	$C_B = 10^{0,02(\lambda - 450)}$
1.3.	$C_C$	700-1150	$C_C = 1,0$
		1150-1200	$C_C = 10^{0,018(\lambda - 1150)}$
		1200-1400	$C_C = 8,0$
1.4.	$T_1$	$\lambda < 450$	$T_1 = 10 \text{ s}$
		450-500	$T_1 = 10 \cdot [10^{0,02(\lambda - 450)}] \text{ s}$
		$\lambda > 500$	$T_1 = 100 \text{ s}$
2.	Lāzera starojuma parametrs, atbilstoši Starptautiskās nejonizējošā starojuma aizsardzības komisijas (ICNIRP) lietotajai terminoloģijai	Derīgs bioloģiskai iedarbībai	Korekcijas vērtība
2.1.	$a_{\min}$	Jebkāda termiska iedarbība	$a_{\min} = 1,5 \text{ mrad}$
3.	Lāzera starojuma parametrs, atbilstoši Starptautiskās nejonizējošā starojuma aizsardzības komisijas (ICNIRP) lietotajai terminoloģijai	Derīgais leņķa diapazons (mrad)	Korekcijas vērtība
3.1.	$C_E$	$a < a_{\min}$	$C_E = 1,0$
		$a_{\min} < 100$	$C_E = a / a_{\min}$
		$a > 100$	$C_E = a^2 / (a_{\min} \cdot a_{\max}) \text{ mrad}$ ar $a_{\max} = 100 \text{ mrad}$
3.2.	$T_2$	$a < 1,5$	$T_2 = 10 \text{ s}$
		$1,5 < 100$	$T_2 = 10 \cdot (10^{(a - 1,5) / 98,5}) \text{ s}$
		$a > 100$	$T_2 = 100 \text{ s}$
4.	Lāzera starojuma parametrs, atbilstoši	Derīgais iedarbības laika	Korekcijas vērtība

	Starptautiskās nejonizējošā starojuma aizsardzības komisijas (ICNIRP) lietotajai terminoloģijai	diapazons (s)	
4.1.	γ	t ≤ 100	γ = 11 [mrad]
		100 < t < 10 <sup>4</sup>	γ = 1,1 t <sup>0,5</sup> [mrad]
		t > 10 <sup>4</sup>	γ = 110 [mrad]

2.6. tabula

### Parametru un korekcijas vērtību piemērošana atkārtotai lāzera starojuma iedarbībai

Katrai atkārtotas iedarbības reizei, ko rada atkārtoti pulsējoša vai skenējoša lāzera sistēmas, piemēro trīs šādus vispārējus principus:

1. Kāda atsevišķa impulsa radītā iedarbība impulsu virknē nedrīkst pārsniegt ekspozīcijas robežvērtību atsevišķam konkrēta ilguma impulsam.
2. Iedarbība no jebkādas impulsa grupas (vai impulsu apakšgrupas impulsu virknē), kas rodas t laikā, nepārsniedz ekspozīcijas robežvērtību t laikam.
3. Iedarbība no jebkāda atsevišķa impulsa impulsu grupā nepārsniedz atsevišķa impulsa ekspozīcijas robežvērtību, kas reizināta ar kumulatīvu termiskas korekcijas faktoru  
 $C_p = N - 0,25$ , kur N ir impulsu skaits. Šo principu piemēro tikai iedarbības robežām, lai aizsargātu no termiska savainojuma, turklāt visus impulsus, kas rodas laikā, mazākā par  $T_{min}$ , uzskata par vienu impulsu.

Parametrs	Derīgais spektra diapazons (nm)	Korekcijas vērtība
$T_{min}$	315 < λ ≤ 400	$T_{min} = 10^{-9}$ s (= 1 ns)
	400 < λ ≤ 1050	$T_{min} = 18 \cdot 10^{-6}$ s (= 18 μs)
	1050 < λ ≤ 1400	$T_{min} = 50 \cdot 10^{-6}$ s (= 50 μs)
	1400 < λ ≤ 1500	$T_{min} = 10^{-3}$ s (= 1 ms)
	1500 < λ ≤ 1800	$T_{min} = 10$ s
	1800 < λ ≤ 2600	$T_{min} = 10^{-3}$ s (= 1 ms)
	2600 < λ ≤ 10 <sup>6</sup>	$T_{min} = 10^{-7}$ s (= 100 ns)

Labklājības ministrs U.Augulis