

HOTĂRÂRE Nr. 510 din 2 iunie 2010

privind cerințele minime de securitate și sănătate în muncă referitoare la expunerea lucrătorilor la riscurile generate de radiațiile optice artificiale

EMITENT: GUVERNUL ROMÂNIEI

PUBLICATĂ ÎN: MONITORUL OFICIAL NR. 427 din 25 iunie 2010

În temeiul art. 108 din Constituția României, republicată, și al art. 51 alin. (1) lit. b) din Legea securității și sănătății în muncă nr. 319/2006,

Guvernul României adoptă prezenta hotărâre.

CAPITOLUL I

Dispoziții generale

SECȚIUNEA 1

Obiectivul și domeniul de aplicare

ART. 1

Prevederile prezentei hotărâri stabilesc cerințele minime privind protecția lucrătorilor împotriva riscurilor pentru securitatea și sănătatea lor, generate sau care pot fi generate de expunerea la radiații optice artificiale la locul de muncă.

ART. 2

Prevederile prezentei hotărâri se aplică activităților în care lucrătorii sunt expuși sau este posibil să fie expuși, prin natura muncii lor, la riscuri generate de radiațiile optice artificiale.

ART. 3

Prevederile Legii securității și sănătății în muncă nr. 319/2006 se aplică integral tuturor domeniilor menționate la art. 2, fără a aduce atingere dispozițiilor mai restrictive și/sau specifice cuprinse în prezenta hotărâre.

ART. 4

Prezenta hotărâre se referă la riscurile pentru sănătatea și securitatea lucrătorilor, generate de efectele nocive pentru ochi și piele ale expunerii la radiații optice artificiale.

SECȚIUNEA a 2-a

Definiții

ART. 5

În sensul prezentei hotărâri, următorii termeni se definesc astfel:

- a) radiații optice - toate radiațiile electromagnetice cu lungimea de undă cuprinsă între 100 nm și 1 mm;
- b) laser (amplificarea luminii printr-o emisie stimulată de radiații) - orice dispozitiv realizat pentru a produce sau amplifica radiații electromagnetice cu lungimea de undă corespunzătoare radiațiilor optice, în special prin procedeul de emisie stimulată controlată;
- c) radiații laser - radiațiile optice care provin de la un laser;
- d) radiații incoerente - toate radiațiile optice, altele decât radiațiile laser;

e) valori-limită de expunere - limitele de expunere la radiațiile optice care sunt bazate direct pe efecte dovedite asupra sănătății și pe considerații biologice; respectarea acestor limite va asigura protecția lucrătorilor expuși la surse artificiale de radiații optice împotriva oricărui efect nociv cunoscut asupra sănătății lor;

f) iluminare energetică (E) sau densitate de putere - puterea radiată incidentă pe unitate de suprafață pe o suprafață, exprimată în watt pe metru pătrat ($W m^{-2}$);

g) expunere energetică (H) - integrala iluminării energetice în raport cu timpul, exprimată în joule pe metru pătrat ($J m^{-2}$);

h) luminanță energetică (L) - fluxul energetic sau puterea pe unitate de unghi solid și pe unitate de suprafață, exprimat/exprimată în wați pe metru pătrat pe steradian ($W m^{-2} sr^{-1}$);

i) nivel - combinația de iluminare energetică, expunere energetică și luminanță energetică la care este expus lucrătorul.

ART. 6

Spectrul radiațiilor optice definite la art. 5 lit. a) este divizat în radiații ultraviolete, radiații vizibile și radiații infraroșii:

a) radiații ultraviolete - radiațiile optice cu lungimea de undă cuprinsă între 100 nm și 400 nm; spectrul ultraviolet este divizat în radiații UVA (315 - 400 nm), UVB (280 - 315 nm) și UVC (100 - 280 nm);

b) radiații vizibile - radiațiile optice cu lungimea de undă cuprinsă între 380 nm și 780 nm;

c) radiații infraroșii - radiațiile optice cu lungimea de undă cuprinsă între 780 nm și 1 mm; spectrul infraroșu este divizat în radiații IRA (780 - 1.400 nm), IRB (1.400 - 3.000 nm) și IRC (3.000 nm - 1 mm).

SECȚIUNEA a 3-a

Valori-limită de expunere

ART. 7

Valorile-limită de expunere pentru radiațiile incoerente, altele decât cele emise de surse naturale de radiații optice, sunt stabilite în anexa nr. 1.

ART. 8

Valorile-limită de expunere pentru radiațiile laser sunt stabilite în anexa nr. 2.

CAPITOLUL II

Obligațiile angajatorilor

SECȚIUNEA 1

Determinarea expunerii și evaluarea riscurilor

ART. 9

(1) Pentru îndeplinirea obligațiilor prevăzute la art. 7 alin. (4) și la art. 12 alin. (1) din Legea nr. 319/2006, angajatorul evaluează, în cazul lucrătorilor expuși la surse artificiale de radiații optice, și, dacă este necesar, măsoară și/sau calculează nivelurile de radiații optice la care pot fi expuși lucrătorii, în scopul de a putea defini și pune în aplicare măsurile necesare pentru a reduce expunerea la nivelurile limitelor aplicabile.

(2) Metodologia utilizată la evaluare, măsurare și/sau calcularea nivelurilor de radiații optice este în conformitate cu următoarele standarde sau recomandări:

- a) pentru radiațiile laser, standardele Comisie Electrotehnice Internaționale (CEI);
- b) pentru radiațiile incoerente, recomandările Comisiei Internaționale de Iluminat (CIE) și ale Comitetului European de Standardizare (CEN).

(3) În cazul în care se constată situații de expunere care nu sunt reglementate de aceste standarde și recomandări, evaluarea, măsurarea și/sau calcularea se efectuează potrivit recomandărilor stabilite științific la nivel național sau internațional.

(4) În cele două situații de expunere, evaluarea poate lua în considerare datele furnizate de către producătorii echipamentelor, atunci când acestea din urmă fac obiectul unor reglementări comunitare specifice.

ART. 10

(1) Evaluarea, măsurarea și/sau calcularea prevăzute la art. 9 se planifică și se efectuează de către serviciile sau persoanele competente la intervale corespunzătoare, luând în considerare, în special, dispozițiile art. 8 și 18 din Legea nr. 319/2006 privind persoanele sau serviciile competente necesare, precum și consultarea și participarea lucrătorilor.

(2) Datele obținute din evaluarea, inclusiv măsurarea și/sau calcularea nivelului de expunere prevăzut la alin. (1) se păstrează într-o formă care să permită consultarea acestora la o dată ulterioară.

ART. 11

Potrivit prevederilor art. 7 alin. (4) din Legea nr. 319/2006, angajatorul trebuie să ia în considerare la evaluarea riscului următoarele elemente:

- a) nivelul, domeniul lungimilor de undă și durata expunerii la surse artificiale de radiație optică;
- b) valorile-limită de expunere prevăzute la art. 7 și 8;
- c) orice impact asupra securității și sănătății lucrătorilor care aparțin unor grupuri sensibile la riscuri specifice;
- d) orice impact eventual asupra securității și sănătății lucrătorilor rezultat din interacțiuni, la locul de muncă, între radiații optice și substanțe chimice fotosensibile;
- e) orice impact indirect, precum pierderea temporară a vederii, o explozie sau un incendiu;
- f) existența unor echipamente de schimb, proiectate pentru a reduce nivelul de expunere la radiații optice artificiale;
- g) informații corespunzătoare obținute în urma supravegherii sănătății, inclusiv informații publicate, în măsura posibilităților;
- h) expunerea la mai multe surse de radiații optice artificiale;
- i) clasificarea unui laser potrivit standardului relevant al CEI și, în ceea ce privește sursele artificiale care pot provoca leziuni similare celor provocate de laserele din clasa 3B sau 4, orice clasificare similară;
- j) informații furnizate de producătorii surselor de radiații optice și ai echipamentelor de muncă, asociate potrivit reglementărilor comunitare specifice.

ART. 12

(1) Evaluarea riscurilor poate să conțină justificarea angajatorului în situația în care, conform naturii și amplitudinii riscului legat de expunerea la radiații optice artificiale, nu mai este necesară o evaluare ulterioară detaliată a riscului.

(2) Evaluarea riscului va fi actualizată periodic, în special dacă există modificări semnificative sau dacă rezultatele supravegherii medicale reclamă această evaluare.

SECȚIUNEA a 2-a

Evitarea sau reducerea expunerii la riscuri

ART. 13

Riscurile legate de expunerea la radiații optice artificiale trebuie eliminate sau reduse la un nivel cât mai mic posibil, ținându-se cont de progresul tehnic și de disponibilitatea măsurilor de control al riscului la sursă.

ART. 14

Reducerea riscurilor datorate expunerii la radiații optice artificiale are la bază principiile generale de prevenire prevăzute de Legea nr. 319/2006.

ART. 15

(1) Atunci când evaluarea riscului, efectuată potrivit prevederilor art. 9, pentru lucrătorii expuși la surse artificiale de radiații optice, indică cea mai mică posibilitate de depășire a valorilor-limită de expunere, angajatorul trebuie să elaboreze și să aplice un plan de măsuri tehnice și/sau organizatorice destinate prevenirii expunerii peste valorile-limită.

(2) Planul prevăzut la alin. (1) trebuie să ia în considerare în special următoarele elemente:

- a) alte metode de lucru care reduc riscul generat de radiațiile optice;
- b) alegerea unor echipamente de muncă ce emit mai puține radiații optice, luându-se în considerare activitatea de efectuat;
- c) măsuri tehnice care urmăresc reducerea emisiei de radiații optice, inclusiv, atunci când este necesar, utilizarea unor mecanisme de închidere de ecranare sau a unor mecanisme similare de protecție a sănătății;
- d) programe corespunzătoare de întreținere a echipamentelor de muncă, a locului de muncă/posturilor de lucru și a sistemelor de la locul de muncă;
- e) proiectarea și amenajarea locurilor de muncă;
- f) limitarea duratei și nivelului expunerii;
- g) punerea la dispoziție de echipamente individuale de protecție corespunzătoare;
- h) instrucțiuni furnizate de producătorul echipamentelor, atunci când acestea fac obiectul unor reglementări comunitare specifice.

ART. 16

În cazul în care, în ciuda măsurilor luate de angajator pentru a se conforma prezentei hotărâri în ceea ce privește sursele artificiale de radiații optice, lucrătorii continuă să fie expuși la nivele de radiații optice artificiale care depășesc valorile-limită de expunere, angajatorul trebuie să adopte imediat măsuri pentru:

- a) reducerea expunerii la un nivel mai mic decât valorile-limită de expunere;
- b) identificarea cauzelor care au dus la depășirea valorilor-limită de expunere;
- c) adaptarea în consecință a măsurilor de protecție și prevenire, potrivit prevederilor art. 15 alin. (1), în scopul de a preveni o nouă expunere a lucrătorilor la nivele care depășesc valorile-limită de expunere.

ART. 17

Dacă evaluarea riscurilor, efectuată potrivit prevederilor secțiunii 1, indică faptul că în oricare dintre zonele locurilor de muncă aflate sub controlul angajatorului lucrătorii pot fi

expuși la nivele ale radiațiilor optice artificiale care depășesc valorile-limită, angajatorul trebuie să asigure că acele zone sunt:

a) identificate, iar accesul la acestea trebuie limitat, atunci când acest lucru este posibil din punct de vedere tehnic și când există riscul depășirii valorilor-limită de expunere;

b) delimitate prin intermediul semnalizării corespunzătoare potrivit prevederilor Hotărârii Guvernului nr. 971/2006 privind cerințele minime pentru semnalizarea de securitate și/sau de sănătate la locul de muncă.

ART. 18

Potrivit prevederilor Legii nr. 319/2006, angajatorul adaptează măsurile prevăzute la art. 15 - 17 la nevoile lucrătorilor care aparțin unor grupuri sensibile la riscuri specifice.

SECȚIUNEA a 3-a

Informarea, formarea, consultarea și participarea lucrătorilor

ART. 19

Fără a aduce atingere art. 17, 18, 20 și 21 din Legea nr. 319/2006, dacă rezultatul evaluării riscurilor, prevăzută la secțiunea 1, indică faptul că lucrătorii pot fi expuși riscului generat de radiații optice artificiale, angajatorul trebuie să asigure informarea și formarea lucrătorilor și/sau a reprezentanților acestora cu privire la rezultatele evaluării riscului, în special referitor la:

a) măsurile luate în aplicarea prezentei hotărâri;

b) valorile-limită de expunere și riscurile potențiale asociate;

c) rezultatele evaluării, măsurării și/sau calculării nivelurilor de expunere la radiațiile optice artificiale, efectuate potrivit prevederilor secțiunii 1, însoțite de o explicație a semnificației acestora și a riscurilor potențiale;

d) modul de depistare și semnalare a efectelor nocive ale expunerii asupra sănătății;

e) condițiile în care lucrătorii au dreptul la supravegherea sănătății;

f) practicile profesionale sigure care reduc la minimum riscurile generate de expunere;

g) utilizarea adecvată a echipamentelor individuale de protecție corespunzătoare.

ART. 20

Consultarea și participarea lucrătorilor și/sau a reprezentanților acestora se desfășoară potrivit prevederilor art. 18 din Legea nr. 319/2006 în ceea ce privește domeniile reglementate de prezenta hotărâre.

SECȚIUNEA a 4-a

Supravegherea sănătății

ART. 21

În scopul de a preveni și depista în timp util oricare efect dăunător sănătății, precum și de a preveni orice risc pentru sănătate pe termen lung și orice risc de boală cronică, generate de expunerea la radiații optice, angajatorul trebuie să asigure supravegherea corespunzătoare a sănătății lucrătorilor, potrivit prevederilor art. 24 și 25 din Legea nr. 319/2006.

ART. 22

(1) Supravegherea sănătății lucrătorilor prevăzută la art. 21 trebuie efectuată de medicii de medicina muncii, în condițiile legii.

(2) Angajatorul trebuie să ia măsurile necesare pentru ca medicul de medicina muncii să aibă acces la rezultatele evaluării riscului prevăzute la secțiunea 1, în situația în care aceste rezultate pot fi utile supravegherii sănătății.

ART. 23

(1) Angajatorul trebuie să asigure pentru fiecare lucrător care face obiectul supravegherii, potrivit prevederilor art. 21, întocmirea și actualizarea dosarului medical individual și a fișei de aptitudine, precum și păstrarea într-o formă care să permită consultarea ulterioară, cu respectarea dreptului la confidențialitatea informațiilor.

(2) Dosarul medical prevăzut la alin. (1) conține un rezumat al rezultatelor supravegherii sănătății efectuate, iar fișa de aptitudine confirmă sau infirmă la perioade de timp stabilite aptitudinea în muncă pentru profesia/funția și locul de muncă respectiv.

(3) Angajatorul are obligația de a lua măsurile corespunzătoare astfel încât, după o cerere prealabilă:

a) să permită fiecărui lucrător accesul la propriul dosar medical și la fișa de aptitudine;

b) să pună la dispoziția autorității competente pentru supravegherea stării de sănătate a lucrătorilor o copie a dosarului medical și a fișei de aptitudine respective, cu respectarea dreptului la confidențialitatea informațiilor.

ART. 24

Angajatorul trebuie să asigure examenul medical al lucrătorilor, potrivit reglementărilor naționale, dar și atunci când:

a) evaluarea riscurilor indică faptul că lucrătorul a fost expus la nivele de radiații optice artificiale care depășesc valorile-limită de expunere;

b) se constată, în urma supravegherii sănătății, că un lucrător suferă de o boală identificabilă sau prezintă efecte dăunătoare sănătății acestuia, iar medicul de medicina muncii consideră că această boală sau aceste efecte sunt cauzate de expunerea la radiații optice artificiale la locul de muncă.

ART. 25

În urma examinărilor prevăzute la art. 24, angajatorul are următoarele obligații:

a) să se asigure că medicul de medicina muncii îl informează pe lucrător cu privire la rezultatele proprii ale supravegherii sănătății și îi furnizează informații și sfaturi privind orice măsură de supraveghere a sănătății careia ar trebui să i se supună la sfârșitul expunerii;

b) să se asigure că este informat cu privire la elementele semnificative care rezultă din supravegherea sănătății lucrătorilor, cu respectarea confidențialității;

c) să revizuiască evaluarea riscurilor realizată în temeiul secțiunii 1;

d) să revizuiască măsurile pe care le adoptă în temeiul secțiunii a 2-a pentru a elimina sau reduce riscurile;

e) să ia în considerare avizul medicului de medicina muncii sau al autorității competente cu supravegherea stării de sănătate a lucrătorilor, atunci când pune în aplicare orice măsură necesară pentru a elimina sau reduce riscul potrivit prevederilor secțiunii a 2-a;

f) să organizeze supravegherea medicală continuă și să asigure reexaminarea stării de sănătate a oricărui alt lucrător care a suferit o expunere asemănătoare; în asemenea cazuri, medicul de medicina muncii sau autoritatea competentă poate propune ca persoanele expuse să fie supuse unui examen medical.

CAPITOLUL III

Dispoziții tranzitorii și finale

ART. 26

(1) Nerespectarea prevederilor art. 13, 15, 16, 18, 23, art. 24 lit. b) și art. 25 constituie contravenții și se sancționează cu amendă de la 5.000 lei la 10.000 lei.

(2) Constatarea contravențiilor și aplicarea sancțiunilor se fac de către inspectorii de muncă din cadrul Inspecției Muncii.

(3) Prevederilor alin. (1) și (2) le sunt aplicabile dispozițiile Ordonanței Guvernului nr. 2/2001 privind regimul juridic al contravențiilor, aprobată cu modificări și completări prin Legea nr. 180/2002, cu modificările și completările ulterioare.

ART. 27

Autoritatea competentă pentru supravegherea stării de sănătate a lucrătorilor este Ministerul Sănătății.

ART. 28

Prezenta hotărâre intră în vigoare la data publicării în Monitorul Oficial al României, Partea I.

ART. 29

La data intrării în vigoare a prezentei hotărâri, Ordinul ministrului muncii, solidarității sociale și familiei nr. 706/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscurile generate de radiațiile optice artificiale, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 915 din 10 noiembrie 2006, se abrogă.

ART. 30

Anexele nr. 1 și 2 fac parte integrantă din prezenta hotărâre.

*

Prezenta hotărâre transpune Directiva 2006/25/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 5 aprilie 2006 privind cerințele minime de securitate și de sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscuri generate de agenții fizici (radiații optice artificiale) [A nouăsprezecea directivă specială în sensul articolului 16 alineatul (1) din Directiva 89/391/CEE], publicată în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene seria L nr. 114 din 27 aprilie 2006.

PRIM-MINISTRU

EMIL BOC

Contrasemnează:

Ministrul muncii,
familiei și protecției sociale,
Mihai Constantin Șeitan

Ministrul sănătății,
Cseke Attila

Şeful Departamentului
pentru Afaceri Europene,
Bogdan Mănoiu

Bucureşti, 2 iunie 2010.
Nr. 510.

ANEXA 1

Radiaţii incoerente

Valorile de expunere la radiaţiile incoerente care sunt relevante din punct de vedere biofizic se pot calcula prin formulele enumerate în continuare. Formulele care trebuie utilizate se aleg în funcţie de spectrul de radiaţii emis de sursă, iar rezultatele trebuie comparate cu valorile-limită de expunere corespunzătoare care figurează în tabelul 1.1. Pentru o sursă anumită de radiaţii optice, poate să fie relevantă mai mult de o valoare de expunere, deci mai mult de o limită de expunere corespunzătoare.

Literele a) - o) trimit la rândurile corespunzătoare din tabelul 1.1.

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

(Formula H_{eff} se aplică numai lungimilor de undă cuprinse între 180 și 400 nm)

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

(Formula H_{UVA} se aplică numai lungimilor de undă cuprinse între 315 și 400 nm)

$$(c), (d) L_B = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L(\lambda) \times B(\lambda) \times d\lambda$$

(Formula L_B se aplică numai lungimilor de undă cuprinse între 300 și 700 nm)

$$(e), (f) E_B = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E(\lambda) \times B(\lambda) \times d\lambda$$

(Formula E_B se aplică numai lungimilor de undă cuprinse între 300 și 700 nm)

(g) - (l) $L = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} R(\lambda) \times d\lambda$ din

$$L(\lambda) \times R(\lambda) \times d\lambda$$

(A se vedea tabelul 1.1 pentru valorile corespunzătoare ale lui λ_1 și λ_2)

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

$$E(\lambda) \times d\lambda$$

(Formula E_{IR} se aplică numai lungimilor de undă cuprinse între 780 și 3000 nm)

(o) $H_{\text{piele}} = \int_{\lambda = 380 \text{ nm}}^{\lambda = 3000 \text{ nm}} H(\lambda, t) \times d\lambda \times dt$ din

$$H(\lambda, t) \times d\lambda \times dt$$

(Formula H_{piele} se aplică numai lungimilor de undă cuprinse între 380 și

3000 nm)

Figura 1 Lex: Formulele (a) - (o)

În sensul prezentei anexe, formulele menționate anterior se pot înlocui cu următoarele expresii și cu utilizarea valorilor discrete, potrivit tabelelor de mai jos:

$$(a) E_{\text{eff}} = \frac{\int_{\lambda = 180 \text{ nm}}^{\lambda = 400 \text{ nm}} E(\lambda) \times S(\lambda) \times \Delta \lambda}{\lambda = 180 \text{ nm}}$$

$$\text{și } H_{\text{eff}} = E_{\text{eff}} \times \Delta t$$

$$(b) E_{\text{UVA}} = \frac{\int_{\lambda = 315 \text{ nm}}^{\lambda = 400 \text{ nm}} E(\lambda) \times \Delta \lambda}{\lambda = 315 \text{ nm}}$$

$$\text{și } H_{\text{UVA}} = E_{\text{UVA}} \times \Delta t$$

$$(c), (d) L = \int_{\lambda = 700 \text{ nm}}^{\lambda} L(\lambda) \times B(\lambda) \times \Delta \lambda$$

$$B = \frac{\int_{\lambda=300\text{ nm}}^{\lambda=700\text{ nm}} E_{\lambda} \times B(\lambda) \times \Delta\lambda}{\int_{\lambda=300\text{ nm}}^{\lambda=700\text{ nm}} E_{\lambda} \times \Delta\lambda}$$

$$(e), (f) E = \frac{\int_{\lambda=300\text{ nm}}^{\lambda} L_{\lambda} \times R(\lambda) \times \Delta\lambda}{\int_{\lambda=300\text{ nm}}^{\lambda} L_{\lambda} \times \Delta\lambda}$$

(A se vede tabelul 1.1 pentru valorile corespunzătoare ale lui λ_1 și λ_2)

$$(m), (n) E_{\text{IR}} = \frac{\int_{\lambda=780\text{ nm}}^{\lambda=3000\text{ nm}} E_{\lambda} \times \Delta\lambda}{\int_{\lambda=780\text{ nm}}^{\lambda=3000\text{ nm}} E_{\lambda} \times \Delta\lambda}$$

$$(o) E_{\text{piele}} = \frac{\int_{\lambda=380\text{ nm}}^{\lambda} E_{\lambda} \times \Delta\lambda}{\int_{\lambda=380\text{ nm}}^{\lambda} E_{\lambda} \times \Delta\lambda}$$

și $H_{\text{piele}} = E_{\text{piele}} \times \Delta t$

Figura 2Lex: Formulele (a) - (o)

NOTE:

$E_{\lambda}(\lambda, t)$, E_{λ} - iluminare energetică spectrală sau densitate de putere spectrală - puterea radiată incidentă pe unitate de suprafață pe o suprafață, exprimată în watt pe metru pătrat pe nanometru [$\text{W m}^{-2} \text{nm}^{-1}$]; valorile $E_{\lambda}(\lambda, t)$ și E_{λ} fie provin din măsurări, fie sunt comunicate de producătorul echipamentului;

E_{eff} - iluminare energetică eficace (domeniu UV) - iluminare energetică calculată în domeniul de lungime de undă UV cuprinsă între 180 și 400 nm, ponderată în funcție de lungimea de undă cu $S(\lambda)$ și exprimată în watt pe metru pătrat [W m^{-2}];

H - expunere energetică - integrala iluminării energetice în raport cu timpul, exprimată în joule pe metru pătrat [J m^{-2}];

- H_{eff} - expunere energetică eficientă - expunere energetică ponderată în funcție de lungimea de undă cu $S(\lambda)$, exprimată în joule pe metru pătrat [$J m^{-2}$];
- E_{UVA} - iluminare energetică totală (UVA) - iluminarea energetică calculată în domeniul de lungime de undă UVA cuprinsă între 315 și 400 nm, exprimată în watt pe metru pătrat [$W m^{-2}$];
- H_{UVA} - expunere energetică - integrala sau suma iluminării energetice în raport cu timpul și lungimea de undă calculată în domeniul de lungime de undă UVA cuprinsă între 315 și 400 nm, exprimată în joule pe metru pătrat [$J m^{-2}$];
- $S(\lambda)$ - ponderare spectrală care ia în considerare legătura dintre lungimea de undă și efectele radiațiilor UV asupra ochilor și pielii (tabelul 1.2) [adimensional];
- t, Δt - timp, durată de expunere exprimate în secunde [s];
- λ - lungime de undă exprimată în nanometri [nm];
- $\Delta \lambda$ - lărgimea benzii exprimată în nanometri [nm], a intervalelor de calcul sau de măsurare;
- $L(\lambda)$, L_{λ} - luminanță energetică spectrală a unei surse exprimată în watt pe metru pătrat pe steradian pe nanometru [$W m^{-2} sr^{-1} nm^{-1}$];
- $R(\lambda)$ - pondere spectrală care ia în considerare legătura dintre lungimea de undă și leziunea oculară cauzată de efectul termic provocat de radiațiile vizibile și IRA (tabelul 1.3) [adimensional];
- L - luminanță eficientă (leziune provocată de efectul termic) - luminanță calculată și ponderată în funcție de lungimea de undă cu $R(\lambda)$, exprimată în watt pe metru pătrat pe steradian [$W m^{-2} sr^{-1}$];
- $B(\lambda)$ - pondere spectrală care ia în considerare legătura dintre lungimea de undă și leziunea oculară fotochimică provocată de lumina albastră (tabelul 1.3) [adimensional];
- L_B - luminanță eficientă (lumina albastră) - luminanță calculată și ponderată în funcție de lungimea de undă cu $B(\lambda)$, exprimată în watt pe metru pătrat pe steradian [$W m^{-2} sr^{-1}$];
- E_B - iluminare energetică eficientă (lumina albastră) - iluminare energetică calculată și ponderată în funcție de lungimea de undă cu $B(\lambda)$, exprimată în watt pe metru pătrat [$W m^{-2}$];
- E_{IR} - iluminare energetică totală (leziune generată de efectul termic) - iluminare energetică calculată în domeniul de lungime de undă infraroșie cuprinsă între 780 nm și 3.000 nm, exprimată în watt pe metru pătrat [$W m^{-2}$];
- E_{piele} - iluminare energetică totală (vizibil, IRA și IRB) - iluminare energetică calculată în domeniul de lungime de undă vizibilă și infraroșie cuprinsă între 380 nm și 3.000 nm, exprimată în watt pe metru pătrat [$W m^{-2}$];
- H_{piele} - expunere energetică - integrala sau suma iluminării energetice în raport cu timpul și lungimea de undă, calculată în domeniul de lungime de undă vizibilă și infraroșie cuprinsă între 380 și 3.000 nm, exprimată în joule pe metru pătrat [$J m^{-2}$];

alfa - unghi aparent - unghi subîntins de o sursă aparentă, așa cum este văzută într-un punct din spațiu, exprimat în miliradiani (mrad). Sursa aparentă este obiectul real sau virtual care formează cea mai mică imagine retiniană posibilă.

Figura 3Lex: Note

Tabelul 1.1*)

*) Tabelul 1.1 este reprodus în facsimil.

Valori-limită de expunere pentru radiațiile incoerente

I	Lungimea de undă nm	Valoarea limită de expunere	Unități	Observații	Partea corpului	Risc
a.	180 - 400 (UVA, UVB și UVC)	$H_{\text{eff}} = 30$ Valoare zilnică: 8 ore	$^{-2}$ [J m ⁻²]		ochi corneea conjunctivă cristalin piele	fotocheratită conjunctivă catarogeneză eritem elastoză cancer de piele
b.	315 - 400 (UVA)	$H_{\text{UVA}} = 10$ Valoare zilnică: 8 ore	$^{-2}$ [J m ⁻²]		ochi cristalin	cataractogeneză
c.	300 - 700 (Lumină albastră) vezi nota 1	$L = 6$ $L = 10$ B t pentru t ≤ 10000 s	$^{-2} \quad ^{-1}$ L : [W m ⁻² sr ⁻¹] B t: [secunde]	pentru alfa ≥ 11 mrad	ochi retină	fotoretinită
d.	300 - 700 (Lumină albastră) vezi nota 1	$L = 100$ B pentru t > 10000 s	$^{-2} \quad ^{-1}$ [W m ⁻² sr ⁻¹]			
e.	300 - 700 (Lumină albastră) vezi nota 1	$E = 100$ B t pentru t ≤ 10000 s	$^{-2}$ E : [W m ⁻²] B t: [secunde]	pentru alfa < 11 mrad vezi nota 2		
f.	300 - 700	$E = 0,001$	$^{-2}$			

	(Lumină albastră) vezi nota 1	B t > 10000 s	[W m]			
g.	380 - 1400 (Vizibil și IRA)	L = R 7 2,8 x 10 ----- C alfa pentru t > 10 s	-2 -1 [W m sr]	C = 1,7 alfa pentru alfa </= 1,7 mrad C = alfa = alfa	ochi retină	arsură retiniană
h.	380 - 1400 (Vizibil și IRA)	L = R 7 5 x 10 ----- C t alfa pentru 10 micro- secunde </= t </= 10 s	-2 -1 L : [W m sr] R t: [secunde]	pentru 1,7 </= alfa </= 100 mrad C = alfa = 100 pentru alfa > 100 mrad lambda = 1 = 380; lambda = 2 = 1400		
i.	380 - 1400 (Vizibil și IRA)	L = R 8 8,89 x 10 ----- C alfa pentru t < 10 micro- secunde	-2 -1 [W m sr]	lambda = 2 = 1400		
j.	780 - 1400 (IRA)	L = R 6 6 x 10 = ----- C alfa pentru t > 10 s	-2 -1 [W m sr]	C = 11 alfa pentru alfa </= 11 mrad C = alfa = alfa	ochi retină	arsură de la retină
k.	780 - 1400 (IRA)	L = R 7 5 x 10 ----- C t alfa pentru 10	-2 -1 L : [W m sr] R t: [secunde]	pentru 11 </= alfa </= 100 mrad C = alfa = 100 pentru		

		micro- secunde $\leq t \leq$ 10 s		alfa > 100 mrad (câmp de măsurare: 11 mrad)		
l.	780 - 1400 (IRA)	$L =$ R $8,89 \times 10^8$ ----- C alfa	$^{-2} \quad ^{-1}$ [W m sr]	lambda = 1 = 780; lambda = 2 = 1400		
		pentru t < 10 micro- secunde				
m.	780 - 3000 (IRA și IRB)	$E =$ IR = 18000 x $t^{0.75}$ pentru t </ 1000 s	$^{-2}$ E: [W m] t: [secunde]		ochi corneea cristalin	arsură corneeană cataracto- geneză
n.	780 - 3000 (IRA și IRB)	$E = 100$ IR pentru t > 1000 s	$^{-2}$ [W m]			
o.	380 - 3000 (Vizibil, IRA și IRB)	H = pielea = 20000 x $t^{0.25}$ pentru t < 10 s	$^{-2}$ H: [J m] t: [secunde]		pielea	arsură

Figura 4Lex: Tabelul 1.1

NOTA 1:

Domeniul cuprins între 300 și 700 nm acoperă o parte din UVB, tot UVA și cea mai mare parte din radiațiile vizibile. Cu toate acestea, pericolele asociate sunt numite în mod curent pericole legate de lumina albastră. Lumina albastră propriu-zisă nu acoperă, cu aproximație, decât domeniul cuprins între 400 și 490 nm.

NOTA 2:

Pentru focalizarea stabilă pe sursele foarte mici cu un unghi subîntins mai mic de 11 mrad, LB poate fi convertit în EB. În mod normal, aceasta nu se aplică decât instrumentelor oftalmologice sau ochiului stabilizat sub anestezie. Durata maximă în care se poate focaliza o sursă se determină prin aplicarea următoarei formule: $t_{max} = 100 / EB$, EB exprimându-se în $W m^{-2}$. Datorită mișcărilor oculare în timpul sarcinilor normale vizuale, această durată nu depășește 100 s.

Tabelul 1.2*)

*) Tabelul 1.2 este reprodus în facsimil.

S(λ) [adimensional], 180 nm - 400 nm

λ în nm	S(λ)
180	0,0120
181	0,0126
182	0,0132
183	0,0138
184	0,0144
185	0,0151
186	0,0158
187	0,0166
188	0,0173
189	0,0181
190	0,0190
191	0,0199
192	0,0208
193	0,0218
194	0,0228
195	0,0239
196	0,0250
197	0,0262
198	0,0274
199	0,0287
200	0,0300
201	0,0334
202	0,0371
203	0,0412
204	0,0459
205	0,0510

206	0,0551
207	0,0595
208	0,0643
209	0,0694
210	0,0750
211	0,0786
212	0,0824
213	0,0864
214	0,0906
215	0,0950
216	0,0995
217	0,1043
218	0,1093
219	0,1145
220	0,1200
221	0,1257
222	0,1316
223	0,1378
224	0,1444
225	0,1500
226	0,1583
227	0,1658
228	0,1737
229	0,1819
230	0,1900
231	0,1995
232	0,2089
233	0,2188
234	0,2292
235	0,2400
236	0,2510
237	0,2624

238	0,2744
239	0,2869
240	0,3000
241	0,3111
242	0,3227
243	0,3347
244	0,3471
245	0,3600
246	0,3730
247	0,3865
248	0,4005
249	0,4150
250	0,4300
251	0,4465
252	0,4637
253	0,4815
254	0,5000
255	0,5200
256	0,5437
257	0,5685
258	0,5945
259	0,6216
260	0,6500
261	0,6792
262	0,7098
263	0,7417
264	0,7751
265	0,8100
266	0,8449
267	0,8812
268	0,9192
269	0,9587

270	1,0000
271	0,9919
272	0,9838
273	0,9758
274	0,9679
275	0,9600
276	0,9434
277	0,9272
278	0,9112
279	0,8954
280	0,8800
281	0,8568
282	0,8342
283	0,8122
284	0,7908
285	0,7700
286	0,7420
287	0,7151
288	0,6891
289	0,6641
290	0,6400
291	0,6186
292	0,5980
293	0,5780
294	0,5587
295	0,5400
296	0,4984
297	0,4600
298	0,3989
299	0,3459
300	0,3000
301	0,2210

302	0,1629
303	0,1200
304	0,0849
305	0,0600
306	0,0454
307	0,0344
308	0,0260
309	0,0197
310	0,0150
311	0,0111
312	0,0081
313	0,0060
314	0,0042
315	0,0030
316	0,0024
317	0,0020
318	0,0016
319	0,0012
320	0,0010
321	0,000819
322	0,000670
323	0,000540
324	0,000520
325	0,000500
326	0,000479
327	0,000459
328	0,000440
329	0,000425
330	0,000410
331	0,000396
332	0,000383
333	0,000370

334	0,000355
335	0,000340
336	0,000327
337	0,000315
338	0,000303
339	0,000291
340	0,000280
341	0,000271
342	0,000263
343	0,000255
344	0,000248
345	0,000240
346	0,000231
347	0,000223
348	0,000215
349	0,000207
350	0,000200
351	0,000191
352	0,000183
353	0,000175
354	0,000167
355	0,000160
356	0,000153
357	0,000147
358	0,000141
359	0,000136
360	0,000130
361	0,000126
362	0,000122
363	0,000118
364	0,000114
365	0,000110

366	0,000106
367	0,000103
368	0,000099
369	0,000096
370	0,000093
371	0,000090
372	0,000086
373	0,000083
374	0,000080
375	0,000077
376	0,000074
377	0,000072
378	0,000069
379	0,000066
380	0,000064
381	0,000062
382	0,000059
383	0,000057
384	0,000055
385	0,000053
386	0,000051
387	0,000049
388	0,000047
389	0,000046
390	0,000044
391	0,000042
392	0,000041
393	0,000039
394	0,000037
395	0,000036
396	0,000035
397	0,000033

398	0,000032
399	0,000031
400	0,000030

Tabelul 1.3*)

*) Tabelul 1.3 este reprodus în facsimil.

B(λ), R(λ) [adimensional], 380 nm - 1400 nm

λ în 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 <= 600	$0,02 \times (450 - \lambda)$ 10	1
600 < lambda <= 700	0,001	1
700 < lambda <= 1050	-	$0,002 \times (700 - \lambda)$ 10
1050 < lambda <= 1150	-	0,2
1150 < lambda <= 1200	-	0,2 x $0,02 \times (1150 - \lambda)$ x 10
1200 < lambda <= 1400	-	0,02

ANEXA 2

Radiații laser

Valorile de expunere la radiațiile laser care sunt relevante din punct de vedere biofizic se pot calcula prin formulele enumerate în continuare. Formulele care trebuie utilizate se aleg în funcție de lungimea de undă și de durata de emisie a radiației de către sursă, iar rezultatele trebuie comparate cu valorile-limită de expunere corespunzătoare care figurează în tabelele 2.2, 2.3 și 2.4. Pentru o anumită sursă de radiații optice laser poate să fie relevantă mai mult de o valoare de expunere, deci mai mult de o limită de expunere corespunzătoare.

Riscurile asociate radiațiilor sunt prezentate în tabelul 2.1.

Coeficienții care se folosesc ca instrumente de calcul în tabelele 2.2, 2.3 și 2.4 sunt indicați în tabelul 2.5; corecțiile care se aplică expunerilor repetate figurează în tabelul 2.6.

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

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

NOTE:

dP - putere exprimată în watt [W];

dA - suprafața exprimată în metri pătrați [m²];

E(t), E - iluminare energetică sau densitate de putere - puterea radiată incidentă pe unitatea de suprafață pe o suprafață, exprimată în general în watt pe metru pătrat [W m⁻²]. Valorile E(t), E fie provin din măsurări, fie sunt comunicate de producătorul echipamentului.

H - expunere energetică - integrala iluminării energetice în raport cu timpul, exprimată în joule pe metru pătrat [J m⁻²];

- t - timp - durată de expunere exprimată în secunde [s];
- lambda - lungimea de undă exprimată în nanometri [nm];
- gamma - unghiul de con de limitare a câmpului de măsurare, exprimat în miliradiani [mrad];
- gamma m - câmp de măsurare exprimat în miliradiani [mrad];
- alfa - unghi aparent al unei surse, exprimat în miliradiani [mrad];
 diafragmă de limitare - suprafața circulară utilizată pentru a calcula media iluminării energetice și a expunerii energetice;
- G - luminanță energetică integrată - integrala luminanței energetice pe o anumită durată de expunere, exprimată sub formă de energie radiantă pe unitatea de suprafață a unei suprafețe radiante și pe unghiul solid unitar de emiterie, în joule pe metru pătrat pe steradian [$J m^{-2} sr^{-1}$].

Figura 5Lex: Formulele de calcul pentru iluminare energetică și pentru expunere energetică

Tabelul 2.1

Riscuri asociate radiațiilor

Lungimea de undă [nm] lambda	Domeniu spectral	Organ afectat	Risc	Tabel în care figurează valorile-limită de expunere
180 - 400	UV	ochi	Leziune fotochimică și leziune termică	2.2, 2.3
180 - 400	UV	piele	Eritem	2.4
400 - 700	vizibil	ochi	Leziunea retinei	2.2
400 - 600	vizibil	ochi	Leziune fotochimică	2.3
400 - 700	vizibil	piele	Leziune termică	2.4
700 - 1.400	IRA	ochi	Leziune termică	2.2, 2.3
700 - 1.400	IRA	piele	Leziune termică	2.4
1.400 - 2.600	IRB	ochi	Leziune termică	2.2
⁶ 2.600 - 10	IRC	ochi	Leziune termică	2.2
⁶ 1.400 - 10	IRB, IRC	ochi	Leziune termică	2.3
⁶ 1.400 - 10	IRB, IRC	piele	Leziune termică	2.4

Tabelul 2.2*)

*) Tabelul 2.2. este reprodus în facsimil.

Valori-limită de expunere a ochiului la laser - Expunerea de scurtă durată < 10 s

Lungimea de undă*a) [nm]		Diafragmă limită	Durată [e]			
			-13 10	-11 - 10	-11 10	-9 - 10
UVC	180 - 280	1 mm	$E = 3 \times 10^{-2}$ [W m ⁻²]			
UVB	280 - 302	pentru t < 0,3 s;	vezi nota *c)			
	303	0.375				
	304	1,5 x t				
	305	pentru 0,3 < t <				
	306	10 s				
	307					
	308					
	309					
	310					
	311					
	312					
	313					
	314					
	UVA	315 - 400				
Vizibil și IRA	400 - 700	7 mm	$H = 1,5 \times 10^{-4}$ C E		$H = 2,7 \times 10^{-4}$ t C E	
			[J m ⁻²]		[J m ⁻²]	
	700 - 1050		$H = 1,5 \times 10^{-4}$ C C A E		$H = 2,7 \times 10^{-4}$ t C C A E	
			[J m ⁻²]		[J m ⁻²]	
	1050 - 1400		$H = 1,5 \times 10^{-5}$ C C		$H = 2,7 \times 10^{-5}$ t C C C E	

			$\begin{matrix} -3 \\ x 10^3 & C & C \\ & & C & E \\ -2 \\ [J m^{-2}] \end{matrix}$	$\begin{matrix} -2 \\ [J m^{-2}] \end{matrix}$
IRB și IRC	1400 - 1500	Vezi nota *b)	$E = 10^{12-2} [W m^{-2}]$	Vezi nota *c)
	1500 - 1800		$E = 10^{13-2} [W m^{-2}]$	Vezi nota *c)
	1800 - 2600		$E = 10^{12-2} [W m^{-2}]$	Vezi nota *c)
	2600 - 10 ⁶		$E = 10^{11-2} [W m^{-2}]$	Vezi nota *c)

- continuare -

Lungimea de undă*a)		Durată [e]				
[nm]		-9	-7	-5	-5	-3
		10 ⁻⁹	10 ⁻⁷	1,8x10 ⁻⁵	5x10 ⁻⁵	10 ⁻³
		10 ⁻⁷	1,8x10 ⁻⁵	5x10 ⁻⁵	10 ⁻³	10 ¹
UVC	180 - 280	H = 30 [J m ⁻²]				
UVB	280 - 302					
	303	H = 40 [J m ⁻²]		dacă t < 2,6 x 10 ⁻⁹ atunci		
		H = 5,6 x 10 ^{3 0,25 -2} t [J m ⁻²], vezi nota *d)				
	304	H = 60 [J m ⁻²]		dacă t < 1,3 x 10 ⁻⁸ atunci		
		H = 5,6 x 10 ^{3 0,25 -2} t [J m ⁻²], vezi nota *d)				
305	H = 100 [J m ⁻²]		dacă t < 1,0 x 10 ⁻⁷ atunci			
	H = 5,6 x 10 ^{3 0,25 -2} t [J m ⁻²], vezi nota *d)					
306	H = 160 [J m ⁻²]		dacă t < 6,7 x 10 ⁻⁷ atunci			
	H = 5,6 x 10 ^{3 0,25 -2} t [J m ⁻²], vezi nota *d)					
307	H = 250 [J m ⁻²]		dacă t < 4,0 x 10 ⁻⁶ atunci			

			$H = 5,6 \times 10^3 t^{0,25} \text{ [J m]}^{-2}$, vezi nota *d)
308	$H = 400 \text{ [J m]}^{-2}$	dacă $t < 2,6 \times 10^{-5}$ atunci	$H = 5,6 \times 10^3 t^{0,25} \text{ [J m]}^{-2}$, vezi nota *d)
309	$H = 630 \text{ [J m]}^{-2}$	dacă $t < 1,6 \times 10^{-4}$ atunci	$H = 5,6 \times 10^3 t^{0,25} \text{ [J m]}^{-2}$, vezi nota *d)
310	$H = 10^3 \text{ [J m]}^{-2}$	dacă $t < 1,0 \times 10^{-3}$ atunci	$H = 5,6 \times 10^3 t^{0,25} \text{ [J m]}^{-2}$, vezi nota *d)
311	$H = 1,6 \times 10^3 \text{ [J m]}^{-2}$	dacă $t < 6,7 \times 10^{-3}$ atunci	$H = 5,6 \times 10^3 t^{0,25} \text{ [J m]}^{-2}$, vezi nota *d)
312	$H = 2,5 \times 10^3 \text{ [J m]}^{-2}$	dacă $t < 4,0 \times 10^{-2}$ atunci	$H = 5,6 \times 10^3 t^{0,25} \text{ [J m]}^{-2}$, vezi nota *d)
313	$H = 4,0 \times 10^3 \text{ [J m]}^{-2}$	dacă $t < 2,6 \times 10^{-1}$ atunci	$H = 5,6 \times 10^3 t^{0,25} \text{ [J m]}^{-2}$, vezi nota *d)
314	$H = 6,3 \times 10^3 \text{ [J m]}^{-2}$	dacă $t < 1,6 \times 10^0$ atunci	$H = 5,6 \times 10^3 t^{0,25} \text{ [J m]}^{-2}$, vezi nota *d)
UVA	315 - 400	$H = 5,6 \times 10^3 t^{0,25} \text{ [J m]}^{-2}$	
Vizibil și IRA	400 - 700	$H = 5 \times 10^{-3} C E \text{ [J m]}^{-2}$	$H = 18 \times 10^{-2} C E \text{ [J m]}^{-2}$
	700 - 1050	$H = 5 \times 10^{-3} C A E \text{ [J m]}^{-2}$	$H = 18 \times 10^{-2} C A E \text{ [J m]}^{-2}$

		10^{5-2} [J m]	
	1050 - 1400	$H = 5 \times 10^{-2} \frac{C}{C E} [J m]$	$H = 90 \times t^{0,75} \frac{C}{C E} [J m]$
IRB și IRC	1400 - 1500	$H = 10^3 [J m]$	$H = 5,6 \times 10^3 \times 0,25 t [J m]$
	1500 - 1800	$H = 10^4 [J m]$	
	1800 - 2600	$H = 10^3 [J m]$	$H = 5,6 \times 10^3 \times 0,25 t [J m]$
	2600 - 10 ⁶	$H = 100 [J m]$	$H = 5,6 \times 10^3 \times 0,25 t [J m]$

*a) În cazul în care lungimea de undă a laserului corespunde cu două limite, se aplică limita mai restrictivă.

*b) Dacă $1400 \leq \lambda < 10^5$ nm: diametrul diafragmei de limitare = 1 mm pentru $t \leq 0,3$ s și $1,5 t^{0,375}$ mm pentru $0,3 < t < 10$ s; dacă $10^5 \leq \lambda < 10^6$ nm: diametrul diafragmei de limitare = 11 mm.

*c) În lipsa datelor pentru aceste durate de impuls, Comisia Internațională pentru Protecția Împotriva Radiațiilor Neionizante (ICNIRP) recomandă utilizarea limitelor de luminanță energetică pentru 1 ns.

*d) Tabelul indică valori corespunzătoare unui singur impuls laser. Dacă există mai multe impulsuri laser, trebuie făcută suma duratelor pentru impulsurile emise în cursul unui interval T_{min} (care figurează în tabelul 2.6) și să se dea lui t valoarea care rezultă de aici în formula: $5,6 \times 10^3 \times t^{0,25}$.

Tabelul 2.3*)

*)Tabelul 2.3 este reprodus în facsimil.

Valorile-limită de expunere a ochiului la laser - Expunere de lungă durată ≥ 10 s

Lungime de undă*a) [nm]	Diafragmă limită	Durata [e]					
		1 10	2 - 10	2 10	4 - 10	4 10	4 - 3 x 10
UVC	180 - 280	3,5 mm	-2			H = 30 [J m]	
UVB	280 - 302		-2			H = 40 [J m]	
	303		-2			H = 60 [J m]	
	304		-2			H = 100 [J m]	
	305		-2			H = 160 [J m]	
	306		-2			H = 250 [J m]	
	307		-2			H = 400 [J m]	
	308		-2			H = 630 [J m]	
	309		3 -2			H = 1,0 x 10 [J m]	
	310		3 -2			H = 1,6 x 10 [J m]	
	311		3 -2			H = 2,5 x 10 [J m]	
	312		3 -2			H = 4,0 x 10 [J m]	
	313		3 -2			H = 6,3 x 10 [J m]	
	314		4 -2			H = 10 [J m]	
UVA	315 - 400		7 mm	H = 100 C			E = 1 C
Vizibil	400 - 600	B			B		
400 - 700	Leziune foto-chimică*b) a retinei	-2			-2		
		[J m]			[W m];		
		(gamma = 11 mrad)*d)			(gamma = 1,1 x 0,5 t mrad)*d)		
					(gamma = 110 mrad)*d)		
	400 - 700				-2		
	Leziune termică*b) a retinei	dacă alfa < 1,5 mrad			atunci E = 10 [W m]		

			<p>dacă $\alpha > 1,5$ mrad și $t \leq T_2$ atunci $H = 18 C_A t^{-2}$ [J m⁻²]</p> <p>dacă $\alpha > 1,5$ mrad și $t > T_2$ atunci $E = 18 C_A T_2^{-0,25} t^{-2}$ [W m⁻²]</p>
IRA	700 - 1400	7 mm	<p>dacă $\alpha < 1,5$ mrad atunci $E = 10 C_A C_C$ [W m⁻²]</p> <p>dacă $\alpha > 1,5$ mrad și $t \leq T_2$ atunci $H = 18 C_A C_C C_E t^{-2}$ [J m⁻²]</p> <p>dacă $\alpha > 1,5$ mrad și $t > T_2$ atunci $E = 18 C_A C_C C_E T_2^{-0,25} t^{-2}$ [W m⁻²]</p> <p>(nu trebuie să fie mai mare de 1000 W m⁻²)</p>
IRB și IRC	6 - 10	(c)	<p>$E = 1000$ [W m⁻²]</p>

*a) În cazul în care lungimea de undă sau un alt parametru al laserului corespunde cu două limite, se aplică limita cea mai restrictivă.

*b) Pentru sursele mici care subîntind un unghi de 1,5 mrad sau mai puțin, limitele duble de expunere E cuprinse între 400 nm și 600 nm, în spectrul vizibil, se reduc la limitele termice, pentru $10 \text{ s} \leq t < T_1$, și la limitele fotochimice, pentru duratele mai mari. Pentru T_1 și T_2 , a se vedea tabelul 2.5. Limita pentru riscul retinian legat de un efect fotochimic se poate exprima, de asemenea, sub forma unei luminanțe energetice integrate în raport cu timpul $G = 10^6 C_B$ [J m⁻² sr⁻¹] pentru $t > 10$ s până la $t = 10000$ s și $L = 100 C_B$ [W m⁻² sr⁻¹] pentru $t > 10000$ s. Pentru măsurarea G și L, trebuie utilizat γ_m drept câmp pentru calcularea mediei. În mod oficial, limita dintre domeniul vizibil și domeniul infraroșu se situează la 780 nm, potrivit definiției CIE. Coloana în care sunt indicate numele domeniilor lungimilor de undă este utilizată numai pentru a oferi o privire de ansamblu utilizatorului. (Simbolul G este folosit de CEN; simbolul L_t este folosit de CIE; simbolul L_P este folosit de CEI și CENELEC - Comitetul European pentru Standardizare Electrotehnică).

*c) Pentru lungimile de undă între 1400 și 10^5 nm: diametrul diafragmei de limitare = 3,5 mm; pentru lungimile de undă între 10^5 și 10^6 nm: diametrul diafragmei de limitare = 11 mm.

*d) Pentru măsurarea valorii de expunere, luarea în considerare a gamma se definește astfel: dacă alfa (unghiul aparent al sursei) > gamma (unghiul de con de limitare, indicat între paranteze drepte în coloana corespunzătoare), atunci câmpul vizual de măsurare gamma_m ar trebui să fie valoarea indicată pentru gamma. (Dacă s-ar utiliza un câmp mai mare de măsurare, s-ar supraestima riscul).

Dacă alfa < gamma, atunci câmpul de măsurare gamma_m trebuie să fie suficient de mare pentru a include în întregime sursa, dar el nu este limitat și poate fi mai mare decât gamma.

Tabelul 2.4*)

*) Tabelul 2.4 este reprodus în facsimil.

Valorile-limită de expunere a pielii la laser

Lungimea de undă*a)	[nm]	Diafragmă limită	Durată [e]						
			< 10 ⁻⁹	10 ⁻⁹	10 ⁻⁷	10 ⁻³	10 ¹	10 ³	
UV (A, B, C)	180 - 400	3,5 mm	10 ⁻⁹	10 ⁻⁹	10 ⁻⁷	10 ⁻³	10 ¹	10 ³	A se vedea limitele de expunere ale ochiului
			E = 3 x 10 ⁻² [W m ⁻²]						
Vizibil și IRA	400 - 700	3,5 mm	10 ⁻¹¹					10 ³	E = 2 x 10 ⁻² C A
			E = 2 x 10 ⁻² [W m ⁻²]	H = 200 C A	H = 1.1 x 10 ⁴ C t A	0,25			E = 2 x 10 ⁻² [W m ⁻²]
	700 - 1400		E = 2 x 10 ⁻¹¹ C A	[J m ⁻²]					
			E = 2 x 10 ⁻² [W m ⁻²]						
IRB și IRC	1400 - 1500		10 ⁻¹²						A se vedea limitele de expunere ale ochiului
			E = 10 ⁻² [W m ⁻²]						
	1500 - 1800		10 ⁻¹³						
			E = 10 ⁻² [W m ⁻²]						

1800 -	12
2600	E = 10
	-2
	[W m ⁻²]
2600 -	11
6	E = 10
10	-2
	[W m ⁻²]

*a) În cazul în care lungimea de undă a laserului corespunde cu două limite, se aplică limita cea mai restrictivă.

Tabelul 2.5

Factorii de corecție aplicați și alți parametri de calcul

Parametru utilizat de ICNIRP	Domeniul spectral valabil (nm)	Valoare
C A	lambda < 700	C = 1,0 A
	700 - 1.050	0,002(lambda - 700) C = 10 A
	1.050 - 1.400	C = 5,0 A
C B	400 - 450	C = 1,0 B
	450 - 700	0,02(lambda - 450) C = 10 B
C C	700 - 1.150	C = 1,0 C
	1.150 - 1.200	0,018(lambda - 1.150) C = 10 C
	1.200 - 1.400	C = 8,0 C
T 1	lambda < 450	T = 10 s 1
	450 - 500	0,02 (lambda - 450) T = 10 x [10] s 1
	lambda > 500	T = 100 s 1
Parametru	Valabil pentru efectele	Valoare

utilizat de ICNIRP	biologice	
alfa min	Toate efectele termice	alfa min = 1,5 mrad
Parametru utilizat de ICNIRP	Domeniul unghiular valabil (mrad)	Valoare
C _E	alfa < alfa min	C _E = 1.0
	alfa min < alfa < 100	C _E = alfa / alfa min
	alfa > 100	C _E = alfa ² / (alfa min x alfa max) mrad cu alfa max = 100 mrad
T ₂	alfa < 1,5	T ₂ = 10 s
	1,5 < alfa < 100	T ₂ = 10 x [10 ^{(alfa - 1,5) / 98,5}] s
	alfa > 100	T ₂ = 100 s
Parametru utilizat de ICNIRP	Interval temporal valabil de expunere (s)	Valoare
gamma	t <= 100	gamma = 11 [mrad]
	100 < t < 10 ⁴	gamma = 1,1 t ^{0,5} [mrad]
	t > 10 ⁴	gamma = 110 [mrad]

Tabelul 2.6

Corecția pentru expunerea repetitivă

Fiecare dintre următoarele 3 reguli generale ar trebui aplicate pentru toate expunerile repetitive generate de sistemele laser pulsant repetitiv sau de sistemele de scanare laser:

1. expunerea care rezultă dintr-un singur puls într-un tren de pulsuri nu trebuie să depășească valoarea-limită de expunere pentru un puls unic cu această durată de puls;
2. expunerea care rezultă dintr-un tren de pulsuri (sau subgrup de pulsuri dintr-un tren) eliberate într-un timp t nu trebuie să depășească valoarea-limită de expunere pentru timpul t;
3. expunerea care rezultă dintr-un puls unic într-un tren de pulsuri nu trebuie să depășească valoarea-limită de expunere pentru un puls unic, multiplicată cu un factor de corecție termică cumulată $C_p = N^{-0,25}$, în care N este numărul de pulsuri. Prezenta regulă nu se aplică

decât la limitele de expunere destinate protejării împotriva unei leziuni termice, atunci când toate pulsurile eliberate în mai puțin de T_{\min} sunt considerate ca un puls unic.

Parametru	Domeniu spectral valabil (nm)	Valoare
T_{\min}	$315 < \lambda \leq 400$	$T_{\min} = 10^{-9} \text{ s} (= 1 \text{ ns})$
	$400 < \lambda \leq 1.050$	$T_{\min} = 18 \times 10^{-6} \text{ s} (= 18 \text{ microsecunde})$
	$1.050 < \lambda \leq 1.400$	$T_{\min} = 50 \times 10^{-6} \text{ s} (= 50 \text{ microsecunde})$
	$1.400 < \lambda \leq 1.500$	$T_{\min} = 10^{-3} \text{ s} (= 1 \text{ ms})$
	$1.500 < \lambda \leq 1.800$	$T_{\min} = 10 \text{ s}$
	$1.800 < \lambda \leq 2.600$	$T_{\min} = 10^{-3} \text{ s} (= 1 \text{ ms})$
	$2.600 < \lambda \leq 10^6$	$T_{\min} = 10^{-7} \text{ s} (= 100 \text{ ns})$
