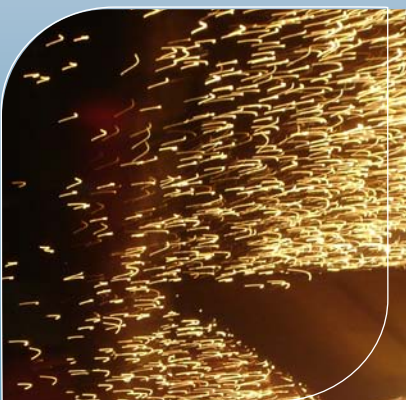


Ghid neobligatoriu de bune practici privind aplicarea Directivei 2006/25/CE (Radiații optice artificiale)



Europa socială

Prezenta publicație este sprijinită prin Programul Uniunii Europene pentru ocuparea forței de muncă și solidaritate socială – PROGRESS (2007-2013).

Programul este pus în aplicare de către Comisia Europeană, Direcția Generală Ocuparea Forței de Muncă, Afaceri Sociale și Incluziune. Acesta a fost înființat pentru a susține financiar punerea în aplicare a obiectivelor Uniunii Europene în domeniul ocupării forței de muncă, afacerilor sociale și egalității de șanse și pentru a contribui, astfel, la îndeplinirea obiectivelor Strategiei Europa 2020 în domeniile respective.

Acest program, derulat pe parcursul a șapte ani, este destinat tuturor părților interesate care pot contribui la dezvoltarea unei legislații și unor politici sociale și de ocupare a forței de muncă adecvate și eficiente, în toate cele 27 de state membre ale UE, în țările membre ale AELS-SEE, precum și în țările candidate și pre-candidate la aderarea la UE.

Pentru mai multe informații, consultați: <http://ec.europa.eu/progress>

Ghid neobligatoriu de bune practici privind aplicarea Directivei 2006/25/CE (Radiații optice artificiale)

Comisia Europeană

Direcția Generală Ocuparea Forței de Muncă, Afaceri Sociale și Incluziune
Unitatea B.3

Manuscris finalizat în iunie 2010

Comisia Europeană și orice persoană care acționează în numele Comisiei nu sunt răspunzătoare pentru utilizarea care poate fi dată informațiilor conținute în prezenta publicație.

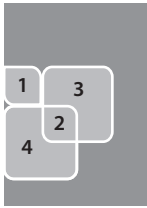


Foto copertă: 1, 3, 4 © Uniunea Europeană
Foto 2: © iStock

Pentru orice utilizare sau reproducere a fotografiilor asupra cărora Uniunea Europeană nu deține drepturi de autor, trebuie solicitată permisiunea direct de la deținătorul (deținătorii) drepturilor de autor.

Europe Direct este un serviciu care vă ajută
să găsiți răspunsuri la întrebările pe care le aveți
despre Uniunea Europeană.

Un număr unic gratuit (*):
00 800 6 7 8 9 10 11

(* Anumiți operatori de telefonie mobilă nu permit accesul la numerele
00 800 sau pot factura aceste apeluri.

Numeroase alte informații despre Uniunea Europeană sunt disponibile pe internet pe serverul Europa (<http://europa.eu>).

O fișă catalografică, precum și un rezumat apar la sfârșitul prezentei publicații.

Luxemburg: Oficiul pentru Publicații al Uniunii Europene, 2011

ISBN 978-92-79-19818-2

doi:10.2767/31494

© Uniunea Europeană, 2011

Reproducerea textului este autorizată cu condiția menționării sursei

Cuprins

1.	Introducere	7
1.1.	Modul de utilizare al prezentului ghid	7
1.2.	Relația cu Directiva 2006/25/CE	9
1.3.	Domeniul de aplicare al ghidului	9
1.4.	Reglementări relevante și informații suplimentare	10
1.5.	Centre de informare oficiale și neoficiale	10
2.	Surse de radiații optice artificiale	11
2.1.	Surse de radiații incoerente	11
2.1.1.	Activități profesionale	11
2.1.2.	Aplicații	12
2.2.	Surse de radiații laser	13
2.3.	Surse cu risc de expunere neglijabil	14
3.	Efecte asupra sănătății ale expunerii la radiații optice	16
4.	Cerințele directivei privind radiațiile optice artificiale	17
4.1.	Articolul 4 – Determinarea expunerii și evaluarea riscurilor	17
4.2.	Articolul 5 – Dispoziții în scopul evitării sau reducerii riscurilor	18
4.3.	Articolul 6 – Informarea și formarea lucrătorilor	18
4.4.	Articolul 7 – Consultarea și participarea lucrătorilor	19
4.5.	Articolul 8 – Supravegherea sănătății	19
4.6.	Rezumat	19
5.	Utilizarea limitelor de expunere	20
5.1.	VLE pentru laser	20
5.2.	Radiații optice incoerente	21
5.3.	Referințe	24
6.	Evaluarea riscului în contextul directivei	25
6.1.	Etapa 1. Identificarea pericolelor și a persoanelor supuse riscului	25
6.2.	Etapa 2. Evaluarea și prioritizarea riscurilor	26
6.3.	Etapa 3. Stabilirea măsurilor preventive	26
6.4.	Etapa 4. Adoptarea de măsuri	26
6.5.	Etapa 5. Monitorizare și revizuire	27
6.6.	Referințe	27
7.	Măsurarea radiațiilor optice	28
7.1.	Cerințele prevăzute în directivă	28
7.2.	Solicitarea de asistență suplimentară	28
8.	Utilizarea datelor furnizate de producător	29
8.1.	Clasificarea privind securitatea	29
8.1.1.	Clasificarea laserelor în funcție de nivelul de securitate	29
8.1.1.1.	Clasa 1	29
8.1.1.2.	Clasa 1M	30
8.1.1.3.	Clasa 2	30
8.1.1.4.	Clasa 2M	30
8.1.1.5.	Clasa 3R	30
8.1.1.6.	Clasa 3B	30

8.1.1.7.	Clasa 4	31
8.1.2.	Clasificarea pe criterii de securitate a surselor incoerente	32
8.1.2.1.	Grup exceptat	32
8.1.2.2.	Grupa de risc 1 – Risc redus	32
8.1.2.3.	Grupa de risc 2 – Risc moderat	33
8.1.2.4.	Grupa de risc 3 – Risc ridicat	33
8.1.3.	Clasificarea pe criterii de securitate a echipamentelor	33
8.2.	Distanța de pericol și informații privind nivelul de pericol	34
8.2.1.	Lasere – Distanța nominală de risc pentru ochi	34
8.2.2.	Surse în bandă largă – Distanța de pericol și coeficientul de pericol	34
8.3.	Informații suplimentare utile	35
9.	Măsuri de control	36
9.1.	Ierarhia măsurilor de control	36
9.2.	Eliminarea pericolului	36
9.3.	Înlocuirea cu procese sau echipamente mai puțin periculoase	37
9.4.	Măsuri tehnice	37
9.4.1.	Prevenirea accesului	37
9.4.2.	Protecție prin limitarea funcționării	37
9.4.3.	Opriri de urgență	37
9.4.4.	Mecanisme de zăvorâre	38
9.4.5.	Filtre și ferestre de vizualizare	38
9.4.6.	Instrumente de aliniere	38
9.5.	Măsuri administrative	39
9.5.1.	Reguli locale	39
9.5.2.	Zonă controlată	39
9.5.3.	Indicatoare și anunțuri de securitate	39
9.5.4.	Desemnări	40
9.5.5.	Formare și consultare	41
9.5.5.1.	Formare	41
9.5.5.2.	Consultare	41
9.6.	Echipament individual de protecție	42
9.6.1.	Protecția împotriva altor pericole	43
9.6.2.	Protecția ochilor	43
9.6.3.	Protecția pielii	44
9.7.	Informații suplimentare utile	44
9.7.1.	Standarde de bază	44
9.7.2.	Standarde pe tip de produs	44
9.7.3.	Sudură	44
9.7.4.	Laser	44
9.7.5.	Surse de lumină intensă	44
10.	Gestionarea incidentelor	45
11.	Supravegherea sănătății	46
11.1.	Cine efectuează supravegherea sănătății?	46
11.2.	Fișe medicale	46
11.3.	Controlul medical	46
11.4.	Măsuri în caz de depășire a valorilor-limită	46
Apendicele A. Natura radiațiilor optice		48
Apendicele B. Efecte biologice ale radiațiilor optice asupra ochilor și pielii		49
B.1.	Ochii	49
B.2.	Pielea	49

B.3.	Efecte biologice ale diferitelor lungimi de undă asupra ochilor și pielii.....	50
B.3.1.	Radiații ultraviolete: UVC (100-280 nm); UVB (280-315 nm); UVA (315-400 nm) ..	50
B.3.2.	Radiații vizibile.....	51
B.3.3.	IRA	51
B.3.4.	IRB	52
B.3.5.	IRC	52
Apendicele C. Mărimi fizice și unități de măsură specifice radiațiilor optice artificiale		53
C.1.	Mărimi fizice fundamentale	53
C.1.1.	Lungimea de undă	53
C.1.2.	Energia	53
C.1.3.	Alte mărimi fizice utile	53
C.1.4.	Mărimi fizice utilizate pentru limitele de expunere.....	54
C.1.5.	Mărimi fizice spectrale și în bandă largă.....	54
C.1.6.	Mărimi radiometrice și mărimi efective	54
C.1.7.	Luminanța	55
Apendicele D. Exemple concrete		56
D.1.	Activitate de birou	56
D.1.1.	Explicarea metodei generale	56
D.1.2.	Formatul exemplilor	61
D.1.3.	Lămpi fluorescente de plafon, montate în spatele unui difuzor.....	61
D.1.4.	Lampă unică de plafon fluorescentă, fără difuzor	62
D.1.5.	Grup de lămpi de plafon fluorescente, fără difuzor	63
D.1.6.	Ecran de afișaj cu tub catodic.....	64
D.1.7.	Ecran de laptop	65
D.1.8.	Proiector pentru utilizare exterioară conținând o lampă cu halogenuri metalice	66
D.1.9.	Proiector pentru utilizare exterioară conținând o lampă fluorescentă compactă	67
D.1.10.	Capcană electronică pentru insecte.....	68
D.1.11.	Lampă de plafon	69
D.1.12.	Lampă de birou	70
D.1.13.	Lampă de birou cu „spectru diurn”	71
D.1.14.	Fotocopiator	72
D.1.15.	Proiector digital de birou	73
D.1.16.	Proiector digital portabil	74
D.1.17.	Tablă albă digitală interactivă pentru conferințe.....	75
D.1.18.	Lampă fluorescentă compactă montată în plafon	76
D.1.19.	Indicator LED	77
D.1.20.	PDA	78
D.1.21.	Sursă de lumină neagră UVA	79
D.1.22.	Corp de iluminat stradal care conține o lampă cu halogenuri metalice	80
D.1.23.	Rezumat al datelor utilizate în exemple	81
D.2.	Spectacole laser.....	82
D.2.1.	Pericole și persoane supuse riscului	82
D.2.2.	Evaluarea și prioritizarea riscurilor	82
D.2.3.	Stabilirea și adoptarea măsurilor preventive.....	83
D.2.4.	Monitorizare și revizuire	83
D.2.5.	Concluzie	83
D.3.	Aplicații medicale ale radiațiilor optice	84
D.3.1.	Iluminarea locului de muncă	84
D.3.2.	Lumină de diagnosticare	85
D.3.3.	Surse pentru scopuri terapeutice	86
D.3.4.	Surse pentru încercări speciale	88

D.4.	Conducerea vehiculelor la locul de muncă	89
D.5.	Aplicații militare	92
D.6.	Radiatoare de plafon cu gaze	93
D.7.	Laser de prelucrare a materialelor	94
D.7.1.	Identificarea pericolelor și a persoanelor supuse riscului	94
D.7.2.	Evaluarea și prioritizarea riscurilor	94
D.7.3.	Stabilirea măsurilor preventive	94
D.8.	Industrii de prelucrare la cald	95
D.8.1.	Prelucrarea oțelului	95
D.8.2.	Prelucrarea sticlei	95
D.8.3.	Informații suplimentare	96
D.9.	Fotografierea cu bliț	96
Apendicele E. Cerințe ale altor directive europene		98
Apendicele F. Reglementări naționale ale statelor membre de transpunere a Directivei 2006/25/CE (până la 10 decembrie 2010) și linii directoare		102
Apendicele G. Standarde europene și internaționale		108
G.1.	Norme europene	108
G.2.	Linii directoare europene	110
G.3.	Documente ISO, IEC și CIE	110
Apendicele H. Fotosensibilitatea		112
H.1.	Ce este fotosensibilitatea?	112
H.2.	Aspecte (ne)profesionale	112
H.3.	Care sunt îndatoririle angajatorului?	112
H.4.	Ce trebuie să faceți dacă munca dumneavoastră presupune expunerea la surse de radiații optice artificiale în combinație cu substanțe fotosensibilizante? ..	113
Apendicele I. Resurse		114
I.1.	Internet	114
I.2.	Organisme consultative/de reglementare	114
I.3.	Standarde	115
I.4.	Asociații/anuare pe internet	116
I.5.	Jurnale	116
I.6.	CD, DVD și alte resurse	116
Apendicele J. Glosar		117
Apendicele K. Bibliografie		120
K.1.	Istoria laserelor	120
K.2.	Lasere medicale	120
K.3.	Laserul și protecția împotriva radiațiilor optice	120
K.4.	Tehnologia și teoria laserului	120
K.5.	Linii directoare și declarații	120
Apendicele L. Textul Directivei 2006/25/CE		122

1. Introducere

Directiva 2006/25/CE (denumită în continuare „directiva”) menționează toate sursele artificiale de radiații optice. Majoritatea cerințelor directivei sunt similare cerințelor existente sau celor conținute, de exemplu, în Directiva-cadru 89/391/CEE. Prin urmare, directiva nu trebuie să impună angajatorilor obligații suplimentare celor prevăzute deja prin alte directive. Totuși, având în vedere sfera atât de largă a directivei, este necesară identificarea aplicațiilor de radiații optice artificiale ale căror efecte asupra sănătății sunt atât de reduse, încât nu se impune evaluarea lor ulterioară. Presentul ghid își propune să menționeze aplicațiile de acest tip, să ofere linii directoare în ceea ce privește alte aplicații specifice, să prezinte o metodologie de evaluare și, în unele cazuri, să propună utilizarea unor mijloace de asistență suplimentare.

Unele sectoare profesionale beneficiază de linii directoare cuprinzătoare privind anumite aplicații pentru radiații optice, făcându-se referire la astfel de surse de informare.

Radiațiile optice artificiale acoperă o gamă foarte largă de surse la care lucrătorii pot fi expuși la locul de muncă sau în alte împrejurări. Între aceste surse se numără iluminarea pentru spații și birouri, dispozitivele de avertizare, unele tipuri de afișaje și alte surse similare care sunt necesare pentru confortul lucrătorilor. Prin urmare, nu se justifică reducerea forțată a riscului presupus de radiațiile optice artificiale prin adoptarea unei abordări similare celei utilizate în cazul altor riscuri. O astfel de măsură poate spori riscurile generate de alte pericole sau activități de la locul de muncă. Un exemplu simplu în acest sens este stingerea luminii într-un birou, lucrătorii rămânând astfel pe întuneric.

Un număr de surse de radiații optice artificiale sunt utilizate în procese de producție, în cercetări și comunicații. Radiațiile optice mai pot fi indirecte, cum ar fi în cazurile în care un material este fierbinte și radiază energie optică.

Există câteva aplicații pentru radiații optice artificiale care necesită expunerea directă a lucrătorilor la niveluri care pot depăși limitele de expunere indicate în directivă. Între acestea se numără aplicații din domeniul divertismentului și al medicinei. Astfel de aplicații necesită evaluări critice, astfel încât limitele de expunere să nu fie depășite.

În directivă, radiațiile optice artificiale sunt separate în radiații laser și radiații incoerente. În prezentul ghid, această separare este utilizată numai atunci când există beneficii clare în acest sens. În teoria acceptată, radiația laser este un fascicul cu o singură lungime de undă. Un lucrător se poate afla în imediata apropiere a fasciculului fără ca sănătatea să îi fie afectată în mod negativ. Dacă se interpune însă pe traiectoria fasciculului, limita de expunere poate fi imediat depășită. În cazul radiațiilor incoerente, este mai puțin probabil ca radiația optică să fie un fascicul colimat, iar nivelul expunerii crește numai în funcție de apropierea de sursă. Se poate susține că probabilitatea expunerii este redusă în cazul unui fascicul laser, dar consecințele pot fi grave; în cazul unei surse incoerente, probabilitatea expunerii poate fi ridicată, dar consecințele mai puțin grave. Această distincție tradițională devine mai puțin evidentă în cazul tehnologiilor noi pentru radiații optice.

Directiva a fost adoptată în temeiul articolului 137 din Tratatul de instituire a Comunității Europene, iar acest articol nu interzice statelor membre să mențină sau să introducă măsuri de protecție mai severe, compatibile cu tratatul.

1.1. Modul de utilizare al prezentului ghid

Radiațiile optice artificiale sunt prezente în majoritatea locurilor de muncă. Mai multe tipuri de radiații presupun riscuri reduse sau inexistente, iar unele permit desfășurarea activităților profesionale.

Prezentul ghid se consultă împreună cu Directiva 2006/25/CE (directiva) și Directiva-cadru 89/391/CEE.

Directiva 2006/25/CE stabilește cerințele minime privind expunerea lucrătorilor la riscurile generate de radiațiile optice artificiale. Articolul 13 din directiva respectivă impune Comisiei să redacteze un ghid practic de aplicare a directivei.

Ghidul este destinat în principal pentru a oferi asistență angajatorilor, și în principal întreprinderilor mici și mijlocii.

Cu toate acestea, poate fi util reprezentanților angajaților și autorităților de reglementare din statele membre.

Prezentul ghid conține trei secțiuni:

Toți angajatorii trebuie să consulte secțiunile 1 și 2 din prezentul ghid.



Dacă toate sursele de la locul de muncă sunt incluse în lista de surse neglijabile de la punctul 2.3, nu sunt necesare acțiuni suplimentare.

Atunci când există surse care nu sunt enumerate la punctul 2.3, evaluarea de risc va fi mai complexă. În plus, angajatorul trebuie să consulte secțiunile 3-9 din prezentul ghid.



Aceasta trebuie să constituie baza unei decizii de efectuare a unei autoevaluări sau de solicitare de asistență externă.

Apendicele conțin informații suplimentare care se pot dovedi utile pentru angajatorii care desfășoară evaluări de risc.

Datele furnizate de producători pot fi utilizate de către angajator în cadrul evaluării de risc. Anumite tipuri de surse de radiații optice artificiale trebuie clasificate pentru a se identifica pericolul accesibil presupus de radiațiile optice. Se recomandă angajatorilor să solicite informații adecvate de la furnizorii de surse de radiații optice artificiale. Mai multe produse vor face obiectul cerințelor directivelor comunitare (de exemplu, în ceea ce privește marcajul CE), iar acest aspect este menționat în mod specific în considerentul (12) din preambulul directivei (a se vedea apendicele L).

Capitolul 8 din prezentul ghid conține îndrumări privind utilizarea datelor furnizate de producători.

Toți lucrătorii sunt expuși radiațiilor optice artificiale. Exemple de astfel de surse sunt prezentate la capitolul 2. Una dintre dificultăți constă în evaluarea adecvată a surselor care pot prezenta riscuri de expunere a lucrătorilor la niveluri peste valorile-limită fără a fi necesară evaluarea majorității surselor nepericuloase în condiții de utilizare normale – așa-numitele surse „cu risc neglijabil”.

Prezentul ghid conține etapele logice prin care utilizatorii săi pot evalua riscurile generate de expunerea lucrătorilor la radiații optice artificiale:

Dacă sursele de expunere la radiații optice artificiale sunt neglijabile, nu sunt necesare acțiuni suplimentare. Unii angajatori pot dori să consemneze faptul că au examinat sursele și că au ajuns la această concluzie.

Dacă sursele nu sunt neglijabile, iar riscurile sunt necunoscute, angajatorii trebuie să urmeze un proces de evaluare a riscurilor și, dacă este necesar, să aplice măsurile de control adecvate.

Capitolul 3 din prezentul ghid enumeră efectele potențiale asupra sănătății.

Capitolul 4 descrie cerințele directivei, iar valorile-limită de expunere sunt prezentate în capitolul 5. Așadar, aceste două capitole se referă la cerințele de natură juridică.

Capitolul 6 conține sugestii privind o metodologie de efectuare a evaluărilor de risc. În cazul în care se concluzionează că nu există riscuri, procesul se oprește în acest punct.

Atunci când informațiile pentru efectuarea evaluării de risc sunt inadecvate, pot fi necesare măsurători (capitolul 7) sau utilizarea datelor furnizate de producător (capitolul 8).

Capitolul 9 face referire la măsurile de control necesare în contextul reducerii riscurilor.

În cazul în care o persoană este expusă la radiații optice artificiale la niveluri care depășesc valorile-limită de expunere, capitolul 10 prezintă planurile de urgență, iar capitolul 11 face referire la metodele de supraveghere a stării de sănătate.

Apendicele conțin informații suplimentare necesare angajatorilor și altor persoane implicate în procesul de evaluare a riscurilor:

A — Tipul de radiație optică
B — Efecte biologice ale radiației optice asupra ochilor și pielii
C — Mărimi fizice și unități de măsură specifice radiațiilor optice artificiale
D — Exemple detaliate. Unele dintre exemplele din acest apendice prezintă justificări privind clasificarea unor anumite surse ca fiind neglijabile.
E — Cerințe din alte directive europene
F — Legislația și liniile directoare în vigoare din statele membre
G — Standarde europene și internaționale
H — Fotosensibilitatea
I — Resurse
J — Glosar
K — Bibliografie
L — Textul Directivei 2006/25/CE

1.2. Relația cu Directiva 2006/25/CE

În conformitate cu articolul 13 din Directiva 2006/25/CE a Parlamentului European și a Consiliului privind cerințele minime de securitate și de sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscuri generate de radiații optice

artificiale, prezentul ghid face referire la articolele 4 (Determinarea expunerii și evaluarea riscurilor) și 5 (Dispoziții în scopul evitării sau reducerii expunerii la riscuri), și la anexele I și II (valori-limită de expunere pentru radiații incoerente, respectiv radiații laser) din directivă (a se vedea apendicele L). Sunt oferite linii directoare privind și alte articole ale directivei.

Tabelul 1.1. Relația între articolele directivei și secțiunile prezentului ghid

Articole din Directiva 2006/25/CE	Titlu	Secțiuni ale ghidului
Articolul 2	Definiții	Apendicele J
Articolul 3	Valori-limită de expunere	Capitolele 6, 7, 8 și 9
Articolul 4	Determinarea expunerii și evaluarea riscurilor	Capitolele 7, 8 și 9
Articolul 5	Dispoziții în scopul evitării sau reducerii expunerii la riscuri	Capitolul 9
Articolul 6	Informarea și formarea lucrătorilor	Capitolul 9
Articolul 7	Consultarea și participarea lucrătorilor	Capitolul 9
Articolul 8	Supravegherea sănătății	Capitolul 11

1.3. Domeniul de aplicare al ghidului

Prezentul ghid este destinat tuturor întreprinderilor în care lucrătorii pot fi expuși la radiații optice artificiale. Directiva nu oferă o definiție a radiațiilor optice artificiale. Sursele precum erupțiile vulcanice, soarele și radiația solară reflectată, de exemplu, de Lună sunt evident excluse. Există totuși unele surse insuficient clarificate. Un incendiu inițiat de mâna omului poate fi

considerat o sursă artificială, fără ca acesta să fie cazul unui incendiu declanșat ca urmare a unei descărcări electrice?

Directiva nu exclude în mod specific nicio sursă de radiație optică. Cu toate acestea, mai multe surse, precum luminile de avertizare de pe echipamentele electrice, sunt surse neglijabile de radiații optice. Prezentul ghid oferă o listă de surse care pot fi considerate în mod generic ca nedepășind valorile-limită de expunere.

Există unele scenarii complexe privind expunerea potențială a lucrătorilor și care, prin urmare, nu se încadrează în domeniul de aplicare al prezentului ghid. Angajatorii trebuie să identifice metode suplimentare de evaluare a scenariilor complexe de expunere.

1.4. Reglementări relevante și informații suplimentare

Utilizarea prezentului ghid nu garantează conformitatea cu cerințele oficiale privind protecția împotriva radiațiilor optice artificiale în vigoare în statele membre. Instrumentele aplicabile sunt reprezentate de reglementările prin care statele membre au transpus Directiva 2006/25/CE. Acestea pot depăși cerințele minime ale directivei aflate la baza prezentului ghid.

În scopul punerii în aplicare a cerințelor directivei, producătorii pot fabrica echipamente care emit radiații optice artificiale conforme cu standardele europene. În prezentul ghid sunt menționate standardele relevante. Acestea

pot fi obținute contra cost de la instituțiile naționale de standardizare.

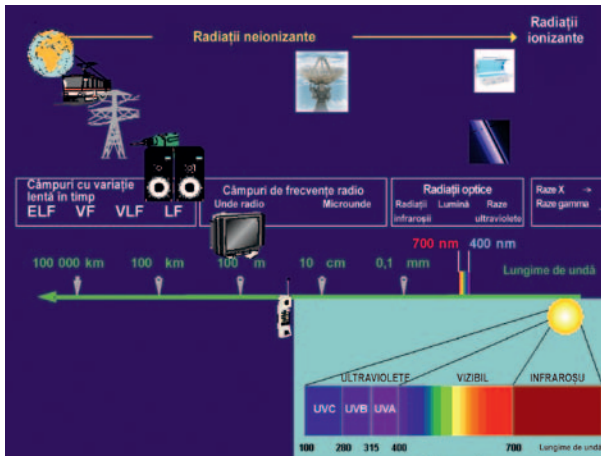
Informații suplimentare pot fi obținute prin consultarea regulamentelor și standardelor naționale și a literaturii de specialitate. Apendicele F prezintă texte publicate de către autoritățile competente din statele membre. Totuși, includerea unei publicații în acest apendice nu înseamnă că textul său este în întregime în conformitate cu prezentul ghid.

1.5. Centre de informare oficiale și neoficiale

Atunci când prezentul ghid nu oferă răspunsuri la întrebări privind respectarea cerințelor referitoare la protecția împotriva radiațiilor optice artificiale, se contactează direct centrele naționale de informare. Între acestea se numără inspectoratele de muncă, agențiile sau asociațiile de asigurări împotriva accidentelor și camerele de comerț, industrie și artizanat.

2. Surse de radiații optice artificiale

2.1. Surse de radiații incoerente



2.1.1. Activități profesionale

Este dificil de identificat o profesie care să nu presupună la un moment dat expunerea la radiații optice generate artificial. Orice persoană care lucrează într-un mediu interior riscă să fie expusă emisiilor optice provenite de la mijloacele de iluminat și de la ecranele calculatoarelor. Persoanele care lucrează în aer liber pot avea nevoie de unele forme de iluminare de lucru atunci când lumina naturală este insuficientă. Persoanele care călătoresc pe durata zilei de lucru riscă să fie expuse iluminării artificiale, chiar dacă aceasta constă în lumini ale vehiculelor unor alte persoane. Toate acestea sunt forme de radiații optice generate artificial, care se pot încadra astfel în domeniul de aplicare al directivei.

Cu excepția surselor permanente, cum ar fi mijloacele de iluminare și ecranele calculatoarelor, radiațiile optice artificiale mai pot fi produse intenționat, în cadrul unui anumit proces, sau neintenționat, sub formă de efect secundar nedorit. De exemplu, pentru a induce fluorescența unui colorant penetrant, este necesară producerea de radiații ultraviolete și expunerea colorantului la acestea. Pe de altă parte, producerea unei mari cantități de ultraviolete în timpul sudurii cu arc nu este în niciun caz necesară desfășurării procesului, dar este inevitabilă.

Indiferent dacă radiațiile optice sunt produse intenționat, în scopul utilizării, sau neintenționat, sub formă de produs

secundar al unui proces, expunerea la acestea trebuie să fie controlată cel puțin la nivelul prevăzut în directivă. Radiația optică generată artificial este prezentă în majoritatea locurilor de muncă, dar în special în următoarele tipuri de industrii:

- Industrii de prelucrare la cald, cum ar fi prelucrarea sticlei și a metalelor, în care cuptoarele emit radiații infraroșii.
- Industrii tipografice, în care cernelurile și vopselele sunt adesea aplicate prin procesul de fotopolimerizare.
- Artă și divertisment, atunci când interpreții și modelele pot fi iluminate direct cu ajutorul reflectoarelor, al efectelor speciale de lumini, al lămpilor pentru prezentări de modă și al blițurilor.
- Divertisment, atunci când lucrătorii din zona de audiență pot fi iluminați de sursele de lumină generală și de efectele de lumini.
- Încercări nedestructive, care pot presupune utilizarea de radiații ultraviolete pentru evidențierea coloranților fluorescenți.
- Tratamente medicale, atunci când medicii și pacienții pot fi expuși reflectoarelor din sala de operații și radiațiilor optice utilizate în scop terapeutic.
- Tratamente cosmetice care utilizează lasere și blițuri, precum și surse de ultraviolete și infraroșii.
- Magazine și depozite, când clădiri mari și cu spații interioare extinse sunt iluminate de surse puternice de lumină de suprafață.
- Industria farmaceutică și activități de cercetare, în care poate fi utilizată sterilizarea cu ultraviolete.
- Tratarea apelor reziduale, în care poate fi utilizată sterilizarea cu ultraviolete.
- Activități de cercetare în care pot fi utilizate lasere, iar fluorescența indusă cu ajutorul ultravioletelor se poate dovedi un instrument util.
- Activități de prelucrare a metalelor care presupun sudură.
- Fabricarea de materiale plastice care necesită lipirea cu laser.

Această listă nu are caracter exhaustiv.

2.1.2. Aplicații

Tabelul de mai jos prezintă unele dintre tipurile de utilizări ale diferitelor domenii spectrale. De asemenea, indică

domeniile spectrale care pot fi prezente chiar și atunci când nu sunt necesare pentru un anumit proces. Domeniile spectrale sunt descrise în apendicele A.

Domeniul de lungimi de undă	Utilizare	Produse accidentale la
UVC	Sterilizare prin germicide Fluorescență (laborator) Fotolitografie	Tratarea cernelurilor Mijloace de iluminare de suprafață și de lucru Unele tipuri de lămpi cu proiecție Sudură cu arc
UVB	Solari Fototerapie Fluorescență (laborator) Fotolitografie	Lămpi germicide Tratarea cernelurilor Mijloace de iluminare de suprafață și de lucru Lămpi cu proiecție Sudură cu arc
UVA	Fluorescență (de laborator, pentru încercări nedestructive, efecte artistice, detectarea infrafracțiunilor, detectarea falsurilor, marcarea bunurilor) Fototerapie Instalații pentru bronzare Tratarea cernelurilor Capcane pentru insecte Fotolitografie	Lămpi germicide Iluminare de suprafață și de lucru Lămpi cu proiecție Sudură cu arc
Vizibil	Iluminare de suprafață și de lucru Lămpi de avertizare Indicatoare de circulație Eliminarea părului și a venelor varicoase Tratarea cernelurilor Capcane pentru insecte Fotolitografie Fotocopiere Proiecție Ecrane TV și de calculator	Instalații pentru bronzare Aparate de încălzire/uscare Sudură
IRA	Iluminare de supraveghere Încălzire Uscare Eliminarea părului și a venelor varicoase Comunicații	Mijloace de iluminare de suprafață și de lucru Sudură
IRB	Încălzire Uscare Comunicații	Mijloace de iluminare de suprafață și de lucru Sudură
IRC	Încălzire Uscare	Mijloace de iluminare de suprafață și de lucru Sudură

Unele dintre domeniile spectrale care sunt menționate ca fiind produse accidentale pot fi emise numai în condiții de avarie. De exemplu, anumite tipuri de proiectoare cu incandescență se bazează pe o lampă cu descărcare în mercur de mare presiune. Aceasta produce radiații în

toate domeniile spectrale, dar este de obicei introdusă într-o carcasă exterioară care previne emisiile ridicate de UVB și UVC. În cazul în care carcasa este spartă și lampa continuă să funcționeze, va emite niveluri periculoase de radiații UV.

2.2. Surse de radiații laser

Prima demonstrație cu succes a laserului a avut loc în anul 1960. Inițial, laserele erau limitate la cercetare și aplicații militare. Acestea erau operate de obicei de persoane care le proiectau și construiau, aceste persoane fiind expuse riscurilor generate de radiațiile laser. Cu toate acestea, în prezent, laserul este extrem de răspândit. Este utilizat în multiple aplicații la locul de muncă, și uneori în echipamente în care radiațiile laser sunt controlate prin mijloace tehnice eficiente, astfel încât utilizatorul nu este nevoit să știe că echipamentul conține un laser.

De cele mai multe ori, fasciculele laser se caracterizează printr-una sau mai multe lungimi de undă discrete. Emisia prezintă o divergență redusă, puterea sau energia fiind menținute astfel aproximativ în aceeași zonă, pe distanțe considerabile. Fasciculul laser este coerent, acest lucru

înseamnă că undele individuale ale fasciculului sunt în fază. De obicei, fasciculele laser pot fi concentrate asupra unui punct de dimensiuni mici, putând provoca răniri și deteriorări ale unor suprafețe. Toate acestea reprezintă generalizări. Există lasere care produc fascicule într-un spectru larg de lungimi de undă; există dispozitive care produc fascicule larg divergente; unele fascicule laser nu sunt coerente pe cea mai mare parte a traiectoriei lor. Emisiile de fascicule laser pot fi continue, numite laser cu efect continuu (EC), sau pulsate.

Laserele sunt clasificate pe baza „mediului activ” utilizat pentru a genera fasciculul laser. Acest mediu poate fi o substanță solidă, lichidă sau un gaz. Laserele cu mediu solid sunt împărțite în lasere solide de tip cristal, numite lasere cu corp solid, și lasere cu semiconductori. Următorul tabel enumeră câteva exemple tipice de lasere și lungimea de undă emisă de acestea.

Tip	Laser	Lungime de undă principală	Putere
GAZ	Heliu-neon (HeNe)	632,8 nm	EC până la 100 mW
	Heliu-cadmiu (HeCd)	422 nm	EC până la 100 mW
	Ioni de argon (Ar)	488 nm, 514 nm plus linii albastre	EC până la 20 W
	Ioni de kripton (Kr)	647 nm plus UV, albastru și galben	EC până la 10 W
	Dioxid de carbon (CO ₂)	10 600 nm (10,6 μm)	Pulsat sau EC până la 50 kW
	Azot (N)	337,1 nm	Pulsat > 40 mJ
	Clorură de xenon (XeCl) Fluorură de kripton (KrF) Fluorură de xenon (XeF) Fluorură de argon (ArF)	308 nm 248 nm 350 nm 193 nm	Pulsat până la 1 J
STARE SOLIDĂ	Rubin	694,3 nm	Pulsat până la 40 J
	Neodim:YAG (Nd:YAG)	1 064 și 1 319 nm 532 și 266 nm	Pulsat sau EC până la TW, EC mediu 100 W
	Neodim: Sticlă (Nd:Sticlă)	1 064 nm	Pulsat până la 150 J
FIBRĂ	Yterbiu (Yb)	1 030-1 120 nm	EC până la kW
DISC SUBȚIRE	Yterbiu:YAG (Yb:YAG)	1 030 nm	EC până la 8 000 W
PLACĂ	Dioxid de carbon (CO ₂) Cristal de laser	10 600 nm	EC până la 8 000 W
SEMI-CONDUCTOR	Diverse materiale – ex. GaN GaAlAs InGaAsP	400-450 nm 600-900 nm 1 100-1 600 nm	EC (uneori pulsat) până la 30 W
LICHID (COLORANT)	Colorant – Peste 100 de coloranți laser diferiți au rol de mediu pentru laser	300-1800 nm 1 100-1 600 nm	Pulsat până la 2,5 J EC până la 5 W

Informații suplimentare privind laserele sunt disponibile în publicațiile menționate la bibliografia de la apendicele K.

În continuare este prezentată o descriere pe scurt a câtorva aplicații laser.

Categorie	Exemple de aplicații
Prelucrarea materialelor	Tăiere, sudură, marcare cu laser, perforare, fotolitografie, fabricare rapidă
Măsurare optică	Măsurarea distanțelor, topografie, velocimetrie laser, vibrometre laser, interferometrie electronică granulară, hidrofoane cu fibră optică, capturare de imagini de mare viteză, determinarea dimensiunilor particulelor
Medicină	Oftalmologie, chirurgie refractivă, terapie fotodinamică, dermatologie, bisturie cu laser, chirurgie vasculară, stomatologie, diagnostice medicale
Comunicații	Fibre, spațiu liber, sateliți
Stocare informații optice	Compact disc/DVD, imprimantă cu laser
Spectroscopie	Identificarea substanțelor
Holografie	Divertisment, stocarea informațiilor
Divertisment	Spectacole laser, indicatoare laser

2.3. Surse cu risc de expunere neglijabil

Apendicele D din prezentul ghid conține exemple detaliate de surse artificiale de radiații optice care se pot întâlni în mai multe spații de lucru, cum ar fi magazine și birouri. Având în vedere multitudinea de tipuri de echipamente, nu este posibilă prezentarea aici a unei liste complete care să conțină toate sursele și aplicațiile de radiații optice existente pentru fiecare sursă examinată. Diferențele de curbură a unui reflector, de grosime a unui geam de sticlă sau în ceea ce privește producătorul unei lămpi fluorescente pot avea un efect considerabil asupra radiației optice emise de o sursă. Prin urmare, în sens strict, fiecare exemplu este unic pentru tipul și modelul specific de sursă care a fost examinat.

Totuși, atunci când un exemplu detaliat arată că:

- o anumită sursă poate genera expuneri care reprezintă doar un procent redus (aproximativ 20 %) din limitele de expunere sau
 - o sursă poate produce expuneri care depășesc limitele, dar numai în circumstanțe puțin probabile,
- se consideră că expunerile normale la surse de acest tip pot fi considerate ca reprezentând un risc neglijabil pentru sănătate, iar sursa poate fi clasificată ca fiind „sigură”.

În tabelele următoare, aceste tipuri comune de surse se împart în două categorii:

- neglijabile (ca urmare a emisiilor accesibile nesemnificative);

- nepericuloase în utilizare normală (eventualele supraexpuneri au loc doar în condiții neobișnuite).

Atunci când la un loc de muncă există exclusiv sursele enumerate în aceste tabele, și când acestea sunt utilizate în condițiile descrise, se poate considera că nu sunt necesare evaluări suplimentare ale riscului. Dacă aceste condiții nu sunt satisfăcute, persoana responsabilă pentru securitate trebuie să ia în considerare informațiile furnizate în prezentul ghid, precum și în apendice unde, de asemenea, sunt furnizate detalii suplimentare.

Surse cu risc de expunere nesemnificativă, care pot fi considerate „sigure”

Lămpi fluorescente de plafon, peste care sunt instalate difuzoare

Echipamente de afișaj pentru calculatoare sau similare

Lămpi fluorescente compacte de plafon

Reflectoare fluorescente compacte

Capcane cu UVA pentru insecte

Proiectoare de plafon cu tungsten-halogen

Iluminare de lucru cu lampă cu tungsten (inclusiv becuri pentru spectrul diurn)

Lămpi de plafon cu tungsten

Fotocopiatore

Echipamente de prezentare interactivă pe table albe digitale

Indicatoare cu LED-uri

Asistenți digitali personali (PDA)

Lumini indicatoare de bord pentru vehicule, lumini de frână, de marșarier și pentru lămpile de ceață

Blițuri fotografice

Încălzitoare radiante de plafon cu gaz

Iluminare stradală

Surse care nu prezintă riscuri pentru sănătate în anumite condiții specifice	
Sursă	Condiții de utilizare sigură
Lumini fluorescente de plafon, fără difuzoare instalate	Sigure la niveluri normale de iluminare (aproximativ 600 lux)
Reflectoare cu halogenuri metalice/mercur la presiune ridicată	Sigure dacă geamul de sticlă este intact și dacă nu se află în câmpul vizual
Proiectoare de birou	Sigure dacă nu se privește în fascicul
Lampă cu ultraviolete UVA cu presiune redusă	Sigură dacă nu se află în câmpul vizual
Orice dispozitiv laser din „Clasa 1” (conform cu EN 60825-1)	Sigur dacă carcasa este intactă. Poate fi periculos atunci când carcasa este demontată.
Orice produs din „grupul exceptat” (conform cu EN 62471)	Sigur dacă nu se află în câmpul vizual. Poate fi periculos atunci când carcasa este demontată.
Faruri de vehicule	Sigure dacă se evită privirea directă în fascicul

3. Efecte asupra sănătății ale expunerii la radiații optice

Radiațiile optice sunt absorbite în straturile exterioare ale pielii și, prin urmare, efectele biologice ale acestora sunt limitate în special la piele și ochi, dar pot apărea și efecte sistemice. Radiațiile cu lungimi de undă diferite au efecte diferite, în funcție de care parte a pielii sau ochilor absoarbe radiațiile și de tipul de interacțiune implicată: efectele fotochimice predomină în domeniul ultraviolet, în timp ce domeniul infraroșu este caracterizat de efecte termice. Radiațiile laser pot produce efecte suplimentare caracterizate de absorbirea foarte rapidă a energiei de către țesut, și reprezintă un risc deosebit pentru ochi atunci când lentila are capacitatea de a focaliza fasciculul.

Efectele biologice pot fi clasificate în general ca acute (care se manifestă rapid) și cronice (care se manifestă ca urmare a expunerilor prelungite și repetate pe parcursul unei perioade lungi de timp). În general, efectele acute se vor manifesta doar atunci când expunerea depășește un nivel maxim, care de obicei variază de la persoană la persoană. Majoritatea limitelor de expunere au la bază studii privind

nivelurile maxime pentru efecte acute și sunt derivate din analize statistice ale acestor niveluri. Prin urmare, depășirea unei limite de expunere nu va avea neapărat ca rezultat un efect negativ asupra sănătății. Riscul unui astfel de efect va crește pe măsură ce nivelurile de expunere cresc peste limita de expunere. La populația adultă activă, majoritatea efectelor descrise mai jos se manifestă la niveluri care depășesc substanțial limitele stabilite în directivă. Cu toate acestea, persoanele cu o fotosensibilitate excesivă pot suferi efecte adverse încă de la niveluri aflate sub limitele de expunere.

Adeseori, efectele cronice nu au un nivel sub care nu se manifestă. Prin urmare, riscul de manifestare a acestor efecte nu poate fi redus la zero. Riscul poate fi redus prin reducerea expunerii, iar respectarea limitelor de expunere ar trebui să reducă riscurile expunerii la surse artificiale de radiații optice la niveluri inferioare celor general acceptate în ceea ce privește expunerile la radiații optice naturale.

Lungime de undă (nm)		Ochi	Piele
100-280	UVC	Fotocheratită Fotoconjunctivită	Eritem Cancer de piele
280-315	UVB	Fotocheratită Fotoconjunctivită Cataractă	Eritem Elastoză (fotoîmbătrânire) Cancer de piele
315-400	UVA	Fotocheratită Fotoconjunctivită Cataractă Leziune fotoretiniană	Eritem Elastoză (fotoîmbătrânire) Înnegrirea imediată a pigmentului Cancer de piele
380-780	Vizibil	Leziune fotoretiniană (Pericole legate de lumina albastră) Arsuri ale retinei	Arsuri
780-1 400	IRA	Cataractă Arsuri ale retinei	Arsuri
1 400-3 000	IRA	Cataractă Arsuri ale retinei	Arsuri
3 000-10 ⁶	IRC	Arsură corneeană	Arsuri

4. Cerințele directivei privind radiațiile optice artificiale

Textul complet al directivei este inclus în appendicele L la prezentul ghid. Prezentul capitol conține un rezumat al principalelor cerințe.

Directiva stabilește cerințele **minime** pentru protecția lucrătorilor împotriva riscurilor la adresa sănătății și securității care apar sau pot apărea în urma expunerii la radiații optice artificiale la locul de muncă. Prin urmare, statele membre pot introduce sau au adoptat deja cerințe mai restrictive.

4.1. Articolul 4 – Determinarea expunerii și evaluarea riscurilor

Directiva accentuează faptul că angajatorii trebuie să se asigure că lucrătorii nu sunt expuși la niveluri de radiații optice artificiale care depășesc valorile-limită de expunere indicate în anexele la directivă. Angajatorii pot

demonstra aceasta prin furnizarea de informații însoțite de surse, prin evaluări generice efectuate personal sau de către alte părți, prin realizarea de evaluări teoretice sau prin măsurători. Directiva nu specifică o anumită metodologie, astfel încât modul de îndeplinire al acestui obiectiv rămâne la latitudinea angajatorului. Cu toate acestea, angajatorul este îndrumat către standardele publicate în vigoare, iar când acest lucru nu este posibil, către „linii directoare de ordin științific stabilite la nivel național sau internațional”.

Mai multe dintre cerințele directivei sunt similare celor conținute în Directiva 89/391/CEE și, prin urmare, este puțin probabil ca un angajator care respectă deja cerințele acestuia să solicite măsuri suplimentare în vederea asigurării conformității cu această directivă. Totuși, atunci când realizează evaluarea, angajatorul trebuie să acorde o atenție deosebită următoarelor aspecte [articolul 4 alineatul (3)]:

Aspecte de analizat	Observații
(a) nivelul, domeniul lungimilor de undă și durata expunerii la surse artificiale de radiație optică;	Acestea reprezintă informațiile fundamentale despre scenariul analizat. Dacă nivelul de expunere este semnificativ inferior limitei de expunere aplicabile pentru o zi completă de lucru (presupusă a fi de 8 ore), o evaluare suplimentară este necesară numai în cazul în care există preocupări privind expunerea la surse multiple. A se vedea litera (h).
(b) valorile-limită de expunere prevăzute la articolul 3 din directiva respectivă;	Valorile-limită aplicabile ale expunerilor trebuie să fie identificate pe baza informațiilor de la litera (a).
(c) orice impact asupra sănătății și securității lucrătorilor aparținând unor grupe de risc deosebit de sensibile;	Se sugerează că abordarea trebuie să fie de tip reactiv, în locul uneia de tip proactiv. Unii lucrători pot cunoaște faptul că sunt sensibili la lumina care pâlpâie. În acest caz, angajatorul trebuie să analizeze dacă se impun modificări ale procesului de activitate.
(d) orice impact eventual asupra sănătății și securității lucrătorilor rezultat din interacțiuni, la locul de muncă, între radiații optice și substanțe chimice fotosensibile;	Se consideră că angajatorii trebuie să ia în considerare posibilitatea fotosensibilizării ca urmare a utilizării de substanțe chimice la locul de muncă. Totuși, asemeni cazului de la litera (c), angajatorul poate fi nevoit să acorde atenție aspectelor semnalate de lucrători, atunci când fotosensibilitatea este provocată de substanțe chimice utilizate în afara locului de muncă.

Aspecte de analizat	Observații
(e) orice impact indirect, precum pierderea temporară a vederii, o explozie sau un incendiu;	Expunerea oculară la lumină intensă poate reprezenta o problemă în cadrul anumitor activități. Răspunsurile de respingere normale trebuie să ofere un anumit nivel de protecție la nivelurile de expunere aflate sub valoarea-limită. Cu toate acestea, angajatorul trebuie să ia în considerare sursele de radiații optice artificiale care pot provoca dezorientare, amețeală, orbire și menținerea imaginii pe retină, atunci când aceste expuneri pot compromite securitatea lucrătorilor sau a altor persoane. Radiațiile optice provenite de la unele surse de radiații optice artificiale pot provoca explozii sau incendii. Acest risc apare în special cazul laserelor de clasa 4, dar se manifestă și în ceea ce privește alte surse, în special în mediile în care pot exista agenți inflamabili sau explozivi.
(f) existența unor echipamente de schimb, proiectate pentru a reduce nivelul de expunere la radiațiile optice artificiale;	Se sugerează că acest aspect trebuie luat în considerare atunci când lucrătorii pot fi expuși la radiații optice artificiale peste valorile-limită.
(g) informații corespunzătoare obținute în urma supravegherii sănătății, inclusiv informații publicate, în măsura posibilului;	Aceste informații pot proveni de la organizația angajatorului, de la grupuri reprezentative ale industriei sau de la organizații internaționale precum Organizația Mondială a Sănătății și Comisia internațională pentru protecția împotriva radiațiilor neionizante.
(h) expunerea la mai multe surse de radiații optice artificiale;	Pe baza informațiilor obținute la literele (a) și (b), se poate determina valoarea limitei de expunere care va fi asigurată de către fiecare sursă de radiații optice artificiale. O abordare simplificată va consta în determinarea acestei valori pentru numărul de surse la care pot fi expuși lucrătorii și adunarea valorilor rezultate. Dacă suma acestora este mai mică de 1, este puțin probabil ca valorile-limită ale expunerii să fie depășite. Dacă suma este mai mare de 1, este necesară o evaluare mai detaliată.
(i) clasificarea unui laser în conformitate cu standardul relevant al CENELEC și în ceea ce privește sursele artificiale care pot provoca leziuni similare celor provocate de laserele din clasa 3B sau 4 sau orice clasificare similară;	Produsele laser din clasele 3B și 4 emit radiații laser accesibile care pot conduce la depășirea valorilor-limită ale expunerii. Totuși, în anumite condiții, poate fi necesară și evaluarea laserelor aparținând unor clase de risc mai redus. Standardul EN 62471 clasifică sursele de radiații optice artificiale non-laser într-o categorie diferită. Dispozitivele din grupa de risc 3 trebuie să fie evaluate, dar trebuie acordată atenție și eventualelor scenarii de expunere pentru grupe de risc mai redus.
(j) informații furnizate de producătorii surselor de radiații optice și ai echipamentelor de lucru asociate în conformitate cu directivele comunitare aplicabile.	Pentru a realiza evaluările prevăzute de directivă, angajatorii trebuie să solicite informații corespunzătoare de la producătorii și furnizorii de surse de radiații optice artificiale. Se sugerează că disponibilitatea acestor informații trebuie să constituie baza politicii de achiziții.

4.2. Articolul 5 – Dispoziții în scopul evitării sau reducerii expunerii la riscuri

Este important să se recunoască faptul că, spre deosebire de alte pericole, reducerea nivelului radiației optice artificiale sub un anumit nivel poate de fapt spori riscul de rănire. Un exemplu grăitor în acest sens este iluminarea de suprafață. Lămpile și semnalele indicatoare trebuie să emită un anumit nivel de radiații optice pentru a își îndeplini rolul în mod corespunzător. Prin urmare, articolul 5 se concentrează asupra evitării sau reducerii riscurilor. Metoda utilizată este similară celei descrise în Directiva 89/391/CEE, iar aceste principii sunt analizate în capitolul 9 din prezentul ghid.

4.3. Articolul 6 – Informarea și formarea lucrătorilor

Cerințele articolului 6 sunt similare celor prevăzute în Directiva 89/391/CEE. Este important ca riscurile să fie privite în perspectivă. Lucrătorii trebuie să cunoască faptul că multe dintre sursele de radiații optice artificiale de la locul de muncă nu prezintă riscuri la adresa sănătății, iar unele dintre acestea chiar contribuie la propria bunăstare. Cu toate acestea, atunci când se identifică riscuri, se impune luarea unor măsuri de formare și informare adecvate. Acest aspect este analizat în capitolul 9.

4.4. Articolul 7 – Consultarea și participarea lucrătorilor

Acest articol se referă la cerințele conforme cu Directiva 89/391/CEE.

4.5. Articolul 8 – Supravegherea sănătății

Articolul 8 dezvoltă cerințele Directivei 89/391/CEE. Mai multe dintre detaliile specifice pot depinde de sistemele

în vigoare în statele membre. Capitolul 11 din prezentul ghid conține câteva recomandări privind supravegherea sănătății.

4.6. Rezumat

Mai multe dintre cerințele directivei sunt deja incluse în alte directive, în special în Directiva 89/391/CEE (a se vedea apendicele E). Capitolele prezentului ghid conțin recomandări specifice privind modul în care pot fi îndeplinite cerințele din articolele directivei.

5. Utilizarea limitelor de expunere

Anexele I și II din directivă specifică valorile-limită de expunere (VLE) pentru radiații optice incoerente și, respectiv, pentru radiații laser. Aceste VLE țin cont de efectele biologice ale radiației optice de a provoca leziuni la lungimi de undă diferite, de durata expunerii la radiația optică și de țesutul țintă. VLE se bazează pe liniile directoare publicate de către Comisia internațională pentru protecția împotriva radiațiilor neionizante (ICNIRP). Informații suplimentare privind baza VLE pot fi consultate în liniile directoare disponibile la www.icnirp.org (a se vedea secțiunea Referințe). Trebuie menționat că aceste linii directoare pot fi modificate de către ICNIRP: în acest caz, VLE din directivă pot fi modificate ulterior.

Într-un caz similar, dar nu identic, limitele de expunere au fost publicate și de către Conferința americană a inginerilor guvernamentali din industrie (ACGIH).

Înainte de stabilirea VLE corecte, este necesar să se cunoască domeniul de lungimi de undă al radiației optice. Trebuie amintit că pentru un domeniu dat de lungime de undă pot fi valabile mai multe VLE. VLE pentru radiațiile laser sunt în general mai simplu de determinat, deoarece emisia are o singură lungime de undă. Totuși, în ceea ce privește produsele laser care emit radiații laser cu mai multe lungimi de undă sau scenariile de expunere care implică surse multiple, poate fi necesară luarea în considerare a efectelor aditive.

Analizele complete ale expunerii lucrătorilor și compararea cu VLE pot fi complexe și pot depăși sfera prezentului ghid. Informațiile prezentate mai jos au rolul de a permite angajatorilor să stabilească dacă trebuie să solicite asistență suplimentară.

5.1. VLE pentru laser

Schema de clasificare a laserelor (a se vedea secțiunea 8.1.1) permite utilizatorilor să stabilească gravitatea pericolului fasciculului laser – astfel cum a fost stabilit în condiții de măsurare specifice. Produsele laser din clasa 1 trebuie să

fie sigure în utilizare normală și, prin urmare, nu trebuie să necesite o evaluare suplimentară. Evaluarea este totuși necesară atunci când un produs laser din clasa 1 este supus unei operații de întreținere sau depanare, dacă acest produs are încorporat un laser de clasă superioară. În cazul în care nu există informații contrare, angajatorii trebuie să presupună că fasciculele laser din clasa 3B și clasa 4 prezintă riscuri de leziuni oculare. De asemenea, laserele din clasa 4 prezintă un risc de leziune a pielii.

Atunci când sunt utilizate lasere din clasa 3B și clasa 4, este necesară desemnarea unei persoane competente, de exemplu un responsabil în materie de securitate laser.

Includerea unui produs laser în clasa 2 are loc dacă VLE nu este depășită în cazul unei expuneri accidentale de până la 0,25 s. Dacă utilizarea unui produs presupune că ochii lucrătorilor pot fi expuși în mod repetat la fasciculul laser, este necesară efectuarea unei evaluări mai detaliate, prin care se va determina dacă există riscul depășirii VLE.

Laserele din clasele 1M, 2M și 3R trebuie evaluate pentru a se determina scenariile de expunere posibile.

VLE pentru radiații laser sunt prezentate în anexa II din directivă, care este reprodusă în apendicele L din prezentul ghid. VLE sunt exprimate în termeni de putere a radiației (wați per metru pătrat, $W \cdot m^{-2}$) sau de energie a radiației (jouli per metru pătrat, $J \cdot m^{-2}$).

La calculul puterii sau al energiei radiației, se ia în considerare media puterii și a energiei radiației provenite de la un fascicul laser pe o diafragmă, numită diafragmă de limitare, în conformitate cu tabelele 2.2, 2.3 și 2.4 din anexa II a directivei, atunci când se calculează puterea sau fluxul de energie radiantă.

Pentru alegerea tabelului corect pentru VLE:

Expunerea ochilor – durată scurtă (< 10 s) – Tabelul 2.2

Expunerea ochilor – ≥ 10 s – Tabelul 2.3

Expunerea pielii – Tabelul 2.4

Timpul de expunere se stabilește în funcție de caracterul accidental sau intenționat al expunerii. În cazul expunerilor accidentale, timpul presupus de expunere pentru fascicule laser cu lungimi de undă între 400-700 nm este în general de 0,25 s, și de 10 s sau 100 s pentru toate celelalte lungimi de undă, atunci când organul expus este ochiul. Dacă este expusă numai pielea, timpii de 10 sau 100 s pot fi utilizați pentru toate lungimile de undă.

Este posibilă calcularea puterii maxime prin diafragma menționată pentru aceste durate de expunere, înainte de depășirea VLE. Rezultatele acestor calcule sunt prezentate mai jos, fiind efectuate pentru expuneri ale ochilor la fascicul laser continuu cu o sursă de putere redusă.

Domeniul de lungimi de undă (nm)	Diafragma de limitare (mm)	Durata expunerii (s)	VLE ($W \cdot m^{-2}$)	Puterea maximă prin diafragmă (W)	Puterea maximă prin diafragmă (mW)
180-302,5	1	10	3,0	0,000 002 4	0,002 4
$\geq 302,5-315$	1	10	3,16-1 000	0,000 002 5-0,000 79	0,002 5-0,79
305	1	10	10	0,000 007 9	0,007 9
308	1	10	39,8	0,000 031	0,031
310	1	10	100	0,000 079	0,079
312	1	10	251	0,000 20	0,20
$\geq 315-400$	1	10	1 000	0,000 79	0,79
$\geq 400-450$	7	0,25	25,4	0,000 98	0,98
$\geq 450-500$	7	0,25	25,4	0,000 98	0,98
$\geq 500-700$	7	0,25	25,4	0,000 98	0,98
$\geq 700-1 050$	7	10	10-50	0,000 39- 0,001 9	0,39-1,9
750	7	10	12,5	0,000 49	0,49
800	7	10	15,8	0,000 61	0,61
850	7	10	19,9	0,000 77	0,77
900	7	10	25,1	0,000 97	0,97
950	7	10	31,6	0,001 2	1,2
1000	7	10	39,8	0,001 5	1,5
$\geq 1 050-1 400$	7	10	50-400	0,001 9-0,015	1,9-15
$\geq 1 050-1 150$	7	10	50	0,001 9	1,9
1 170	7	10	114	0,004 4	4,4
1 190	7	10	262	0,010	10
$\geq 1 200-1 400$	7	10	400	0,015	15
$\geq 1400-1 500$	3,5	10	1 000	0,009 6	9,6
$\geq 1 500-1 800$	3,5	10	1 000	0,009 6	9,6
$\geq 1 800-2 600$	3,5	10	1 000	0,009 6	9,6
$\geq 2 600-10^5$	3,5	10	1 000	0,009 6	9,6
$\geq 10^5-10^6$	11	10	1 000	0,095	95

Indicații suplimentare privind evaluarea VLE sunt disponibile în IEC TR 60825-14. Trebuie amintit că documentul utilizează termenul „expunere maximă permisă” (EMP) în loc de VLE.

5.2. Radiații optice incoerente

Utilizarea VLE pentru radiații optice incoerente este în general mai complexă decât pentru radiațiile laser.

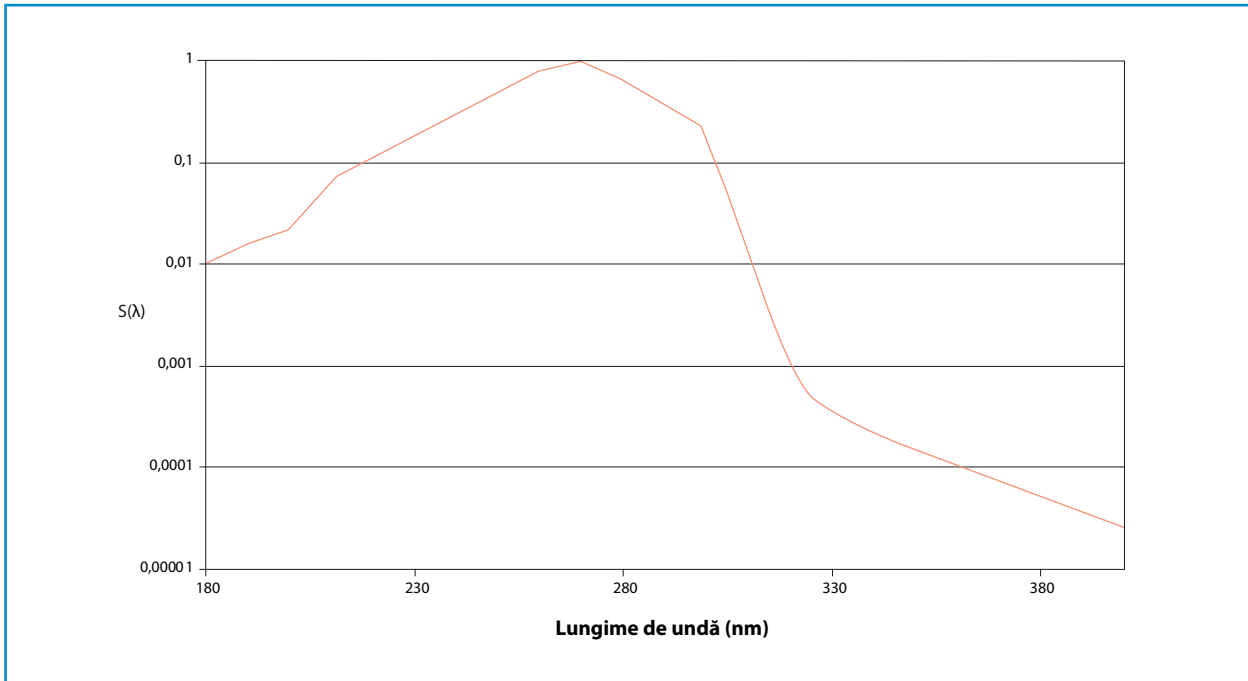
Aceasta se datorează posibilei expuneri a lucrătorilor la mai multe lungimi de undă, în locul unei lungimi unice. Cu toate acestea, poate fi propus un număr de ipoteze simplificatoare corespunzătoare scenariului cel mai defavorabil, pentru a se determina dacă este necesară o evaluare mai detaliată.

În tabelele 1.2 și 1.3 din anexa I la directivă sunt prezentați trei factori de modificare adimensionali. Funcția de ponderare $S(\lambda)$ se aplică între 180 și 400 nm și este

utilizată pentru a modifica densitatea de putere radiantă spectrală sau fluxul de energie radiantă spectrală, pentru a evidenția legătura între lungimea de undă și efectele negative asupra ochilor și pielii. Atunci când a fost

aplicată o funcție de ponderare, datele ulterioare sunt exprimate de obicei ca densitate de putere radiantă *efectivă* a radiației sau energie *efectivă* a radiației.

Figura 5.1. – Funcția de ponderare $S(\lambda)$



Valoarea maximă a $S(\lambda)$ este 1,0 la 270 nm. O metodă simplă este de a presupune că toate emisiile între 180 nm și 400 nm au valoarea de 270 nm (deoarece funcția $S(\lambda)$ are o valoare maximă de 1, acest lucru este echivalent cu ignorarea întregii funcții). Deoarece VLE este exprimat în termeni de energie a radiației ($J \cdot m^{-2}$), dacă densitatea de putere radiantă sursei este cunoscută, în tabelul de mai jos poate fi consultată perioada maximă în care un

lucrător poate fi expus, cu condiția să nu se depășească valoarea VLE, stabilită la $30 J \cdot m^{-2}$.

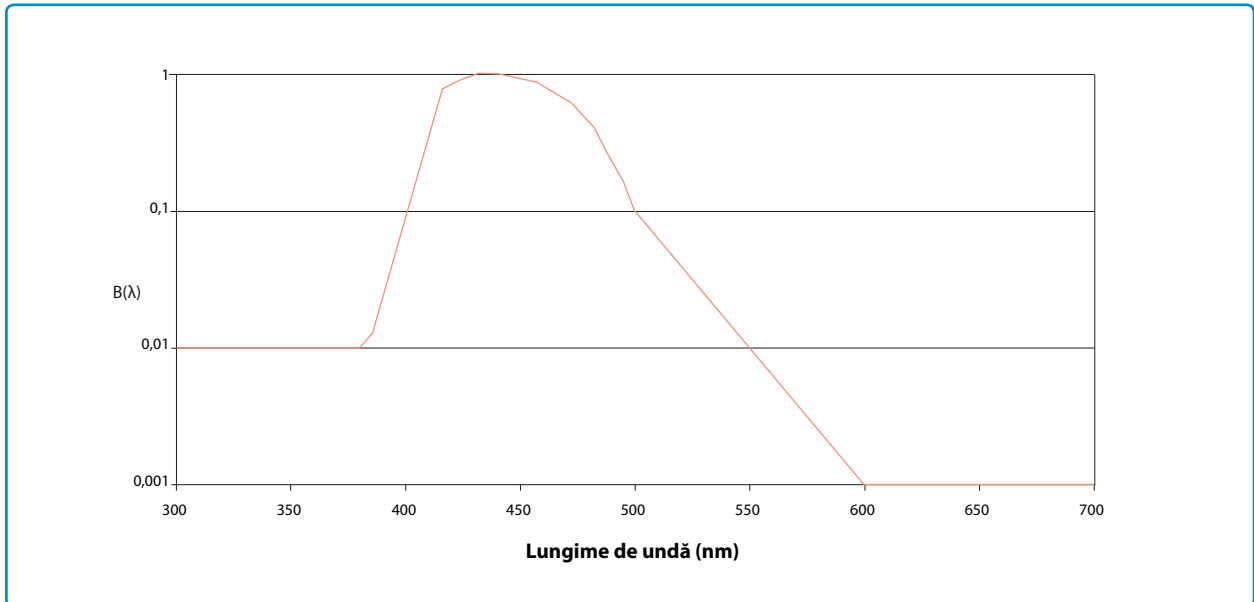
Dacă această perioadă nu este depășită, cu presupunerea că toate emisiile se situează la 270 nm, nu este necesară o evaluare suplimentară. Dacă VLE este depășită, este necesară o evaluare spectrală mai amănunțită.

Durata expunerii într-o zi de lucru de 8 ore	Putere radiantă (efectivă) – $W \cdot m^{-2}$
8 ore	0,001
4 ore	0,002
2 ore	0,004
1 oră	0,008
30 minute	0,017
15 minute	0,033
10 minute	0,05
5 minute	0,1
1 minut	0,5
30 secunde	1,0
10 secunde	3,0
1 secundă	30
0,5 secunde	60
0,1 secunde	300

Factorul $B(\lambda)$ este aplicat între 300 nm și 700 nm, astfel încât să se țină cont de legătura între lungimea de undă

și riscul de leziune oculară fotochimică. Această legătură este prezentată mai jos.

Figura 5.2. – Funcția de ponderare $B(\lambda)$

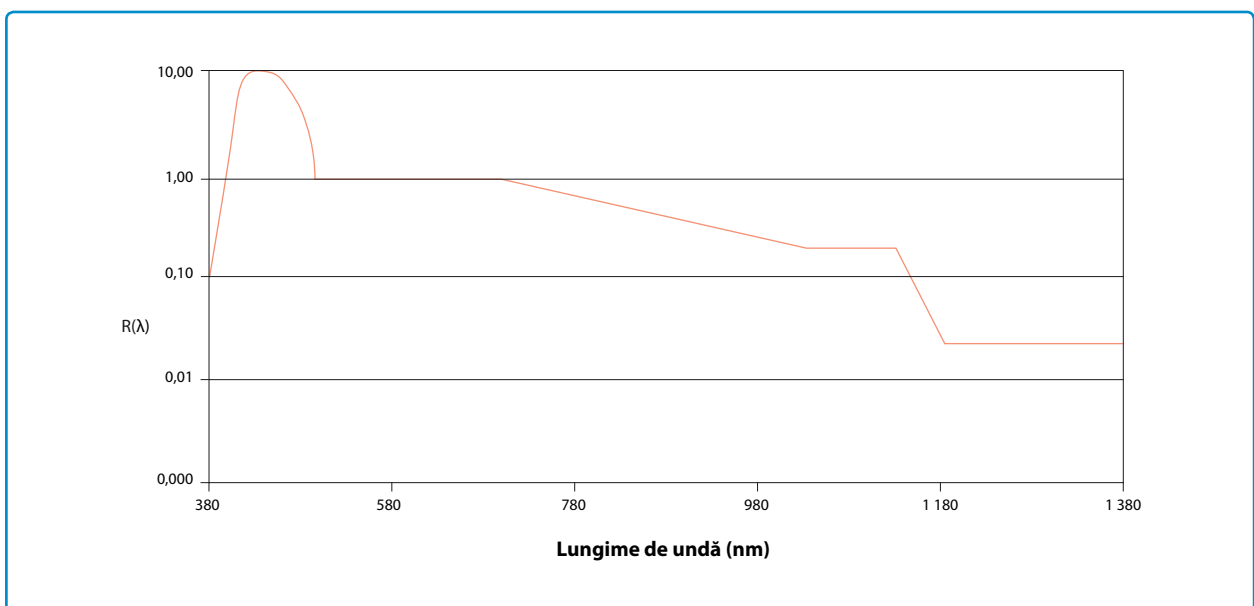


Factorul maxim de ponderare este de 1,0 între 435 și 440 nm. Dacă VLE nu este depășită atunci când se presupune că întreaga emisie între 300 nm și 700 nm este de aproximativ 440 nm (deoarece funcția $B(\lambda)$ are o valoare maximă de 1, acest lucru este echivalent cu ignorarea

întregii funcții), atunci nu va fi depășită nici când se efectuează o evaluare mai amănunțită.

Factorul de ponderare $R(\lambda)$ este definit între 380 și 1 400 nm și este prezentat mai jos.

Figura 5.3. – Funcția de ponderare $R(\lambda)$



Valoarea maximă a $R(\lambda)$ se situează între 435 și 440 nm. Dacă VLE nu este depășită atunci când se presupune că întreaga emisie între 380 nm și 1 400 nm este de aproximativ 440 nm [deoarece funcția $R(\lambda)$ are o valoare maximă de 10, acest lucru este echivalent cu înmulțirea tuturor valorilor neponderate cu 10], atunci nu va fi depășită nici când se efectuează o evaluare mai amănunțită.

Tabelul 1.1 din anexa I la directivă prezintă VLE-uri pentru diferite lungimi de undă. În unele domenii ale lungimii de undă, se aplică mai multe limite de expunere. Niciuna dintre limitele de expunere relevante nu trebuie depășită.

5.3. Referințe

Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelengths Between 180 nm and 400 nm (Incoherent Optical Radiation) [Linii directoare privind limitele de expunere la radiații ultraviolete cu lungimi de undă între 180 nm și 400 nm (Radiații optice incoerente)], *Health Physics* 87 (2): p. 171-186, 2004.

Revision of the Guidelines on Limits of Exposure to Laser radiation of wavelengths between 400 nm and 1.4 μm (Linii directoare revizuite privind limitele de expunere la radiații laser cu lungimi de undă între 180 nm și 1,4 μm), *Health Physics* 79 (4): p. 431-440, 2000.

Guidelines on Limits of Exposure to Broadband Incoherent Optical Radiation (0.38 to 3 μm) [Linii directoare privind limitele de expunere la radiații optice incoerente în bandă largă (0,38 – 3 μm)], *Health Physics* 73 (3): p. 539-554, 1997.

Guidelines on UV Radiation Exposure Limits (Linii directoare privind limitele de expunere la radiații UV), *Health Physics* 71 (6): p. 978, 1996.

Guidelines on Limits of Exposure to Laser Radiation of Wavelengths between 180 nm and 1 mm (Linii directoare privind limitele de expunere la radiații laser cu lungimi de undă între 180 nm și 1 mm), *Health Physics* 71 (5): p. 804-819, 1996.

6. Evaluarea riscului în contextul directivei

Evaluarea de risc reprezintă o cerință generală a Directivei 89/391/CEE. Abordarea prezentată aici se bazează pe metoda progresivă aplicată de Agenția Europeană pentru Sănătate și Securitate în Muncă în ceea ce privește evaluarea de risc.

Metoda progresivă de evaluare a riscului
Etapa 1. Identificarea pericolelor și a persoanelor supuse riscului
Etapa 2. Evaluarea și ierarhizarea riscurilor
Etapa 3. Stabilirea măsurilor preventive
Etapa 4. Adoptarea de măsuri
Etapa 5. Monitorizare și revizuire

O evaluare completă de risc trebuie să țină seama de toate pericolele asociate cu activitatea de lucru. Cu toate acestea, în scopurile directivei, în prezentul ghid este tratat numai pericolul de radiații optice. În cazul unor aplicații, producătorul va furniza informații adecvate, prin care să se demonstreze că riscul este gestionat în mod adecvat. Prin urmare, procesul de evaluare a riscului nu trebuie să fie excesiv de costisitor. Cu excepția cazului în care legislația internă o impune, evaluarea de risc nu trebuie să fie consemnată pentru surse neglijabile. Cu toate acestea, angajatorii pot decide să păstreze înregistrări prin care să poată demonstra efectuarea unei evaluări în acest caz.

6.1. Etapa 1. Identificarea pericolelor și a persoanelor supuse riscului

Toate sursele de radiații optice trebuie să fie identificate. Unele surse trebuie să fie închise în interiorul echipamentului, astfel încât lucrătorii să nu fie expuși în timpul utilizării normale. Cu toate acestea, este necesar să se identifice modul în care lucrătorii pot fi expuși pe durata de exploatare a sursei. Dacă lucrătorii fabrică produse care emit radiații optice, sunt supuși unor pericole mai mari decât utilizatorii. Ciclul de viață tipic al unui produs care emite radiații optice este următorul:	Ciclul de viață al produsului <ol style="list-style-type: none"> 1. Fabricare 2. Testare 3. Instalare 4. Planificare și proiectare 5. Darea în exploatare 6. Utilizare normală 7. Moduri de avarie 8. Întreținere de rutină 9. Operațiuni de service 10. Modificări 11. Casare
--	--

De obicei, expunerea la radiații optice are loc atunci când produsul este în stare de funcționare. Etapele 1-3 pot avea loc la sediul unei alte întreprinderi. Etapele 4-10 se desfășoară de obicei la locul de muncă obișnuit. De asemenea, trebuie observat că unele părți ale ciclului de viață sunt într-adevăr ciclice. De exemplu, un anumit articol poate avea nevoie de întreținere de rutină în fiecare săptămână; operațiunile de service pot avea loc o dată la fiecare șase săptămâni. După fiecare intervenție de service, poate fi necesară o anumită formă de punere în exploatare. În alte momente, articolul este în etapa de „operare normală”.

Angajatorul trebuie să identifice grupurile de angajați sau contractori care riscă să fie expuse la radiații optice în fiecare dintre etapele ciclului de viață.

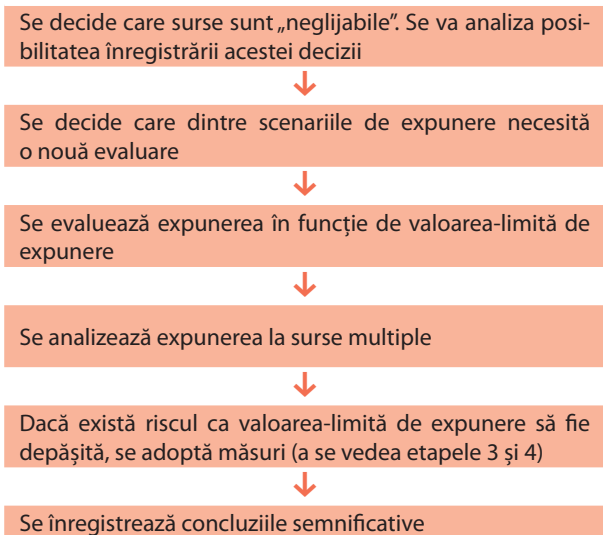
Etapa 1
Se înregistrează toate sursele posibile de expunere la radiații optice artificiale și se identifică persoanele care riscă să fie expuse.

6.2. Etapa 2. Evaluarea și prioritizarea riscurilor

Directiva prevede că expunerea lucrătorilor la radiații optice trebuie să fie sub valorile-limită de expunere indicate la anexele I și II din directivă. Mai multe surse de radiații optice de la locul de muncă vor fi neglijabile. Apendicele D din prezentul ghid conține linii directe privind câteva aplicații specifice. Decizia dacă o sursă este neglijabilă trebuie să mai țină cont și de numărul de surse la care poate fi expus lucrătorul. În cazul în care există o singură sursă, expunerea de la postul lucrătorului poate fi considerată neglijabilă dacă este sub 20 % din VLE într-o zi de lucru completă. Dar dacă există 10 astfel de surse, atunci expunerea de la fiecare sursă trebuie să fie sub 2 % din VLE pentru a fi considerată neglijabilă.

Este important de subliniat că directiva cere eliminarea sau reducerea la minimum a „riscurilor”. Aceasta nu înseamnă că radiațiile optice trebuie să fie reduse neapărat la minimum. Este clar că stingerea tuturor luminilor va compromite siguranța și va crește riscul de rănire.

O posibilă metodă de evaluare a riscului este următoarea:



Determinarea riscului de expunere, de exemplu cât de probabilă poate fi expunerea, poate să nu fie facilă. La locul de muncă poate fi prezent un fascicul colimat, iar riscul de expunere la acesta poate fi redus. Cu toate acestea, consecințele în caz de expunere pot fi grave. Dimpotrivă, riscul de expunere la radiațiile optice provenite de la mai multe surse artificiale incoerente poate fi ridicat, dar consecințele pot fi reduse.

În majoritatea locurilor de muncă, cuantificarea riscului de expunere nu este justificată dincolo de o evaluare bazată pe „bun simț”, care atribuie riscului probabilități ridicate, medii sau scăzute.



Directiva nu definește termenul de „probabilitate” cu sensul de „probabilitate de expunere”. Prin urmare, în absența unor dispoziții contrare din legislația națională, atribuirea probabilității pe criterii bun simț este întemeiată.

Etapa 2

Se analizează posibilitatea consemnării surselor neglijabile

Se consemnează sursele care presupun un risc de depășire a valorii-limită de expunere

Se evaluează riscul

Se identifică lucrătorii cu un grad ridicat de fotosensibilitate

Se ierarhizează măsurile de control pentru surse care pot expune lucrătorii peste valoarea-limită de expunere

Chiar dacă valorile-limită de expunere pentru radiații ultraviolete pot fi utilizate pentru a determina puterea maximă a radiației care poate fi primită de un lucrător într-o zi de lucru, nu sunt recomandate astfel de expuneri repetate în fiecare zi de lucru. Este preferabilă reducerea expunerii la radiații ultraviolete la valori cât mai scăzute posibil, în locul atingerii valorii-limită de expunere.

6.3. Etapa 3. Stabilirea măsurilor preventive

Capitolul 9 din prezentul ghid conține linii directe privind măsurile de control care pot fi utilizate în vederea reducerii la minimum a riscului de expunere la radiații optice artificiale. În general, măsurile de protecție colectivă sunt preferabile celor de protecție individuală.

Etapa 3

Se decid măsurile preventive adecvate

Se consemnează justificarea deciziei

6.4. Etapa 4. Adoptarea de măsuri

Este necesară adoptarea de măsuri preventive. Evaluarea riscului generat de expunerea la radiații artificiale optice va arăta dacă activitățile pot continua cu prudență până

la adoptarea de măsuri preventive, sau dacă activitățile trebuie să înceteze până la adoptarea acestora.

Etapa 4

Se decide dacă lucrările pot continua

Se aplică măsurile preventive

Măsurile preventive sunt explicate lucrătorilor

6.5. Etapa 5. Monitorizare și revizuire

Este important să se stabilească dacă evaluarea de risc a fost eficientă și dacă măsurile preventive sunt adecvate. De asemenea, evaluarea de risc trebuie să fie revizuită dacă sursele de radiații optice artificiale sau practicile de lucru se modifică.

Lucrătorii pot să nu cunoască faptul că sunt fotosensibili sau că pot dobândi fotosensibilitate după finalizarea

evaluării de risc. Toate reclamațiile trebuie înregistrate și trebuie aplicate măsuri de supraveghere a sănătății acolo unde este cazul. Poate fi necesară modificarea sursei (surselor) de radiații optice artificiale sau adaptarea procedurilor de lucru.

Etapa 5

Se decide un interval adecvat de revizuire de rutină – eventual, 12 luni

Se efectuează revizuirile atunci când procedurile de lucru se modifică sau au loc incidente

Revizuirile și concluziile se înregistrează

6.6. Referințe

Agenția Europeană pentru Sănătate și Securitate în Muncă: <http://osha.europa.eu/en/topics/riskassessment>

7. Măsurarea radiațiilor optice

7.1. Cerințele prevăzute în directivă

Măsurarea radiațiilor optice poate avea loc în cadrul procesului de evaluare a riscului. Cerințele privind evaluările de risc sunt stabilite în articolul 4 din directivă. Se afirmă că:

„... 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...”

Această prevedere permite angajatorului să determine nivelurile de expunere a lucrătorilor prin alte mijloace decât măsurarea, cum ar fi calculul (cu ajutorul datelor furnizate de o terță parte, precum producătorul).

Dacă este posibilă obținerea de date care sunt adecvate în scopurile evaluării de risc, atunci măsurarea nu este necesară. Aceasta este o situație de dorit: măsurarea la locul de muncă a radiațiilor optice este o sarcină complexă. Echipamentul de măsurare poate fi destul de costisitor și poate fi utilizat cu succes numai de către o persoană competentă. Un operator neexperimentat poate face cu ușurință erori care vor conduce la obținerea de date inexacte. De asemenea, adesea vor fi necesare colectarea de date de timp și de mișcare pentru sarcinile de la locul de muncă care fac obiectul evaluării de risc.

7.2. Solicitarea de asistență suplimentară

Cu excepția cazului în care angajatorul dorește să achiziționeze echipamente de măsurare a radiațiilor

optice și are experiență în utilizarea acestora, este necesară asistență din partea unor servicii specializate. Echipamentele de măsurare necesare (împreună cu expertiza necesară) sunt disponibile în:

- organisme naționale în domeniul sănătății și al siguranței,
- instituții de cercetare (cum ar fi universități cu departamente de studii optice),
- producători de echipamente de măsurare optice (și reprezentanți ai acestora),
- consultanți specializați pentru sănătate și securitate din sectorul privat.

Înainte de a vă adresa acestor potențiale surse de asistență, rețineți că acestea trebuie să demonstreze că dețin:

- cunoștințe privind limitele de expunere și aplicarea acestora,
- echipamente care pot măsura toate domeniile de lungimi de undă de interes,
- experiență în utilizarea echipamentelor,
- o metodă de calibrare a echipamentelor conformă cu un standard național,
- capacitatea de a estima marja de eroare a măsurătorilor efectuate.

Cu excepția cazului în care toate aceste criterii pot fi satisfăcute, este posibil ca evaluarea de risc rezultată să fie necorespunzătoare ca urmare a:

- neaplicării limitelor corecte sau aplicarea incorectă a acestora,
- necolectării datelor care pot fi comparate cu toate limitele aplicabile,
- erorilor flagrante din valorile numerice ale datelor,
- datelor care nu pot fi comparate cu limitele adecvate, în vederea ajungerii la o concluzie fără echivoc.

8. Utilizarea datelor furnizate de producător

Ca urmare a varietății largi de surse care emit radiații optice, riscurile utilizării acestora variază considerabil. Datele furnizate de producătorii de echipamente care emit radiații optice trebuie să ofere asistență utilizatorilor în ceea ce privește evaluarea pericolelor și stabilirea măsurilor de control necesare. În special clasificarea pe criterii de securitate a surselor laser și non-laser și a distanțelor de pericol se poate dovedi foarte utilă pentru realizarea evaluării de risc.

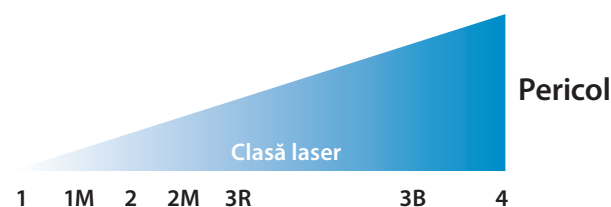
8.1. Clasificarea privind securitatea

Categoriile de clasificare pentru surse laser și non-laser indică riscurile potențiale de efecte negative asupra sănătății. În funcție de condițiile de utilizare, timp de expunere sau mediu, aceste riscuri pot sau nu pot genera efecte negative asupra sănătății. Cu ajutorul clasificării, utilizatorii pot selecta măsuri adecvate de control pentru a reduce aceste riscuri.

8.1.1. Clasificarea laserelor în funcție de nivelul de securitate

Clasificarea laserelor se bazează pe conceptul limitei emisiilor accesibile (LEA); acestea sunt definite pentru fiecare clasă de lasere. LEA ia în considerare nu doar puterea produsului laser, ci și accesul uman la emisia de laser. Laserele sunt grupate în 7 clase: cu cât clasa este mai mare, cu atât crește riscul de rănire. Riscul poate fi redus considerabil prin măsuri suplimentare de protecție, inclusiv soluții tehnice precum incinte de protecție.

De reținut
Litera „M” din clasele 1M și 2M provine de la instrumente optice de mărire
Litera „R” din clasa 3R provine de la cerințe reduse sau relaxate; cerințele sunt reduse atât în ceea ce privește producătorul (de exemplu, nu sunt cerute comutatoare, întrerupătoare sau atenuatoare de fascicul și conectori de protecție), cât și utilizatorul
Litera „B” din clasa 3B are origini istorice



8.1.1.1. Clasa 1

Produse laser care sunt considerate sigure în timpul utilizării, inclusiv pentru privire directă în fascicul de lungă durată, chiar și atunci când se utilizează instrumente optice (lupe sau binoculi).



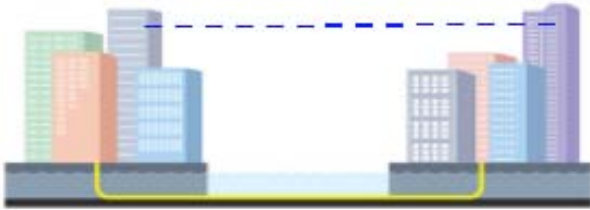
Utilizatorii produselor laser de clasa 1 sunt în general exceptați de la controalele privind pericolele de radiații optice în timpul operării normale. Pe durata întreținerii sau intervențiilor de service ale utilizatorului, pot deveni accesibile niveluri mai mari de radiații.

Această clasă include produse care conțin lasere de mare putere în interiorul unei incinte de protecție care previne expunerea persoanelor la radiații și care nu poate fi deschisă fără întreruperea laserului, sau necesită unelte pentru accesarea fasciculului laser:

- Imprimantă laser
- Aparată de redare și înregistrare în format CD și DVD
- Lasere pentru prelucrarea materialelor

8.1.1.2. Clasa 1M

Sigură pentru ochi neprotejați în condiții previzibile de operare, dar pot fi periculoase dacă utilizatorul folosește dispozitive optice (lupe sau telescoape) în interiorul fasciculului.



Exemplu: sistem de comunicații cu fibră optică deconectat



Privirea în fasciculul vizibil al produselor laser de clasa 1 și 1M poate totuși provoca orbire, în special în condiții de iluminare ambientală slabă.

8.1.1.3. Clasa 2

Produse laser care emit radiații vizibile și sunt sigure pentru expuneri de moment, chiar și atunci când se utilizează instrumente optice, dar pot fi periculoase atunci când se privește direct în fascicul. Produsele laser de clasa 2 nu sunt automat sigure pentru ochi, dar se presupune că se obține o protecție adecvată prin reacțiile normale de respingere, inclusiv mișcarea capului și reflexul de clipire.



Exemple: scanerile pentru codurile de bare

8.1.1.4. Clasa 2M

Produse laser care emit fascicule laser și sunt sigure numai pentru expuneri pe termen scurt cu ochiul neprotejat; pot apărea leziuni oculare în cazul expunerilor prin lupe sau telescoape. Protejarea ochilor se face prin reacții de respingere, inclusiv reflexul de clipire.

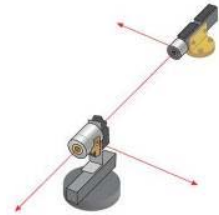


Exemple: instrumente de verificare a nivelului și de aliniere pentru aplicații de construcții civile

8.1.1.5. Clasa 3R

Privirea directă în fascicul poate fi periculoasă, dar riscul practic de rănire este relativ redus în majoritatea cazurilor de expunere scurtă și accidentală; totuși, poate fi periculoasă în cazul utilizării improprie de către persoane neinstruite. Riscul este limitat ca urmare a comportamentului natural de respingere în cazul expunerii la lumină strălucitoare, în cazul radiațiilor vizibile, și prin reflexe naturale la încălzirea corneei, în cazul radiațiilor infraroșii îndepărtate.

Laserele din clasa 3R se utilizează numai atunci când privirea directă în fascicul este puțin probabilă.



Exemple: echipamente de topografie, indicatoare laser puternice, lasere de aliniere

Reacția de respingere nu are loc în toate cazurile.

Privirea fasciculelor produselor laser din clasele 2, 2M sau din clasa 3R cu fascicul vizibil poate provoca orbire și menținerea imaginii pe retină, în special în lumină ambientală redusă. Aceasta poate avea implicații indirecte asupra sănătății generale, care apar ca urmare a afectării temporare a vederii sau a reacțiilor de surprindere. Perturbarea vederii poate fi periculoasă atunci când se execută operațiuni riscante, precum operarea unor utilaje, lucrul la înălțime, lucrul cu curent electric de înaltă tensiune sau conducerea de autovehicule.



8.1.1.6. Clasa 3B

Este periculoasă pentru ochi dacă aceștia sunt expuși la fasciculul direct în interiorul distanței nominale de risc



pentru ochi (DNRO – a se vedea 8.2.1). Privirea reflexiilor difuze este în general sigură, cu condiția ca ochiul să se afle la o distanță de cel puțin 13 cm de suprafața de difuzare, iar durata de expunere să fie mai mică de 10 s. Laserele de clasa 3B care se apropie de limita superioară a clasei pot produce leziuni minore ale pielii sau pot provoca aprinderea materialelor inflamabile.

Exemple: lasere pentru tratamente fizioterapeutice; echipamente pentru laboratoare de cercetare

8.1.1.7. Clasa 4

Produse laser în cazul cărora privirea directă și expunerea pielii este periculoasă atunci când are loc în interiorul distanței de risc și în cazul cărora și privirea reflexiilor difuze poate fi periculoasă. Aceste lasere mai prezintă adesea și pericol de incendiu.

Exemple: ecrane de proiecție cu laser, chirurgie laser și tăiere metale cu laser



Produsele laser din clasa 3B și clasa 4 nu trebuie utilizate fără o evaluare prealabilă a riscului, prin care să se determine măsurile de protecție necesare pentru operarea în condiții de siguranță.

Tabelul 8.1. Rezumat al controalelor necesare pentru diferitele clase de siguranță a laserelor

	Clasa 1	Clasa 1M	Clasa 2	Clasa 2M	Clasa 3R	Clasa 3B	Clasa 4
Descrierea clasei de risc	Sigură în condiții de operare rezonabil previzibile	Sigură pentru ochiul neprotejat; poate fi periculoasă dacă utilizatorul folosește instrumente optice	Sigură în caz de expuneri scurte; protecția ochilor este asigurată de reacțiile naturale de respingere	Sigură pentru expunerile scurte; poate fi periculoasă dacă utilizatorul folosește instrumente optice	Risc de rănire relativ scăzut, dar poate fi periculoasă în cazul utilizării incorecte de către persoane neinstruite	Privirea directă este periculoasă	Periculoasă pentru ochi și piele; pericol de incendiu
Zona controlată	Nu este prevăzută	Localizată sau închisă	Nu este prevăzută	Localizată sau închisă	Închisă	Închisă și protejată prin mecanism de zăvorăre	Închisă și protejată prin mecanism de zăvorăre
Comutator principal cu cheie	Nu este prevăzută	Nu este prevăzută	Nu este prevăzută	Nu este prevăzută	Nu este prevăzută	Obligatoriu	Obligatoriu
Instruire	Conform instrucțiunilor de utilizare în condiții de siguranță	Recomandată	Conform instrucțiunilor de utilizare în condiții de siguranță	Recomandată	Obligatorie	Obligatorie	Obligatorie
EIP (echipament individual de protecție)	Nu este prevăzută	Nu este prevăzută	Nu este prevăzută	Nu este prevăzută	Poate fi obligatoriu – în funcție de constatările evaluării de risc	Obligatoriu	Obligatoriu
Măsuri de protecție	Nu sunt necesare în condiții normale	Se evită utilizarea de instrumente optice de mărire, focalizare sau de colimare	Nu se privește în fascicul	Nu se privește în fascicul. Se evită utilizarea de instrumente optice de mărire, focalizare sau de colimare	Se evită expunerea directă a ochilor	Se evită expunerea ochilor și pielii la fascicul. Protecție împotriva reflexiilor accidentale	Se evită expunerea ochilor și pielii la reflexia directă și difuză a fascicului

Limite ale clasificării laserelor

Clasificarea pe criterii de securitate a laserelor este legată de radiația laser accesibilă – această clasificare nu include pericole suplimentare precum electricitatea, radiațiile colaterale, fumul, zgomotul etc.

Clasificarea pe criterii de securitate a laserelor este legată de utilizarea normală a produsului – poate să nu se aplice operațiunilor de întreținere sau de service, sau atunci când dispozitivul inițial face parte dintr-o instalație complexă.

Clasificarea pe criterii de securitate a laserelor vizează un produs unic – nu include expunerea cumulativă provenită din surse multiple.

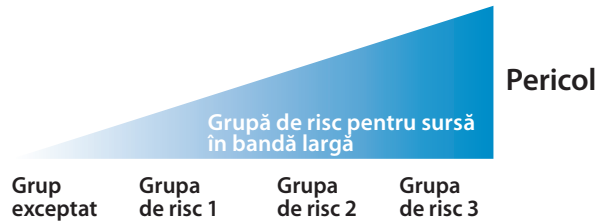
8.1.2. Clasificarea pe criterii de securitate a surselor incoerente

Clasificarea pe criterii de securitate a surselor incoerente (în bandă largă) este definită în standardul EN 62471:2008 și se bazează pe emisia accesibilă maximă din întregul domeniu de performanțe ale produsului pe durata funcționării după fabricație. Clasificarea ține seama de cantitatea de radiații optice, distribuirea lungimii de undă și accesul persoanelor la radiația optică. Sursele în bandă largă sunt grupate în 4 grupe de risc; cu cât grupa de risc este mai ridicată, cu atât crește riscul de leziune.

Clasificarea indică riscul potențial de efecte negative asupra sănătății. În funcție de condițiile de utilizare, timp de expunere sau mediu, aceste riscuri pot sau nu pot genera efecte negative asupra sănătății. Cu ajutorul clasificării, utilizatorul poate selecta măsuri adecvate de control pentru a reduce aceste riscuri.

Este utilizată următoarea ierarhizare a grupelor de risc, în ordine crescătoare a riscului:

- Grup exceptat – nu există pericol fotobiologic în condiții previzibile;
- Grupa de risc 1 – Grupă de risc redus, riscul este limitat ca urmare a reacțiilor normale de autoprotecție împotriva expunerii;
- Grupa de risc 2 – Grupă de risc moderat, riscul este limitat de reacția de respingere față de surse de lumină foarte strălucitoare. Totuși, aceste reacții reflexe nu au loc întotdeauna;
- Grupa de risc 3 – Grupă de risc ridicat, poate genera riscuri chiar și în cazul unei expuneri scurte sau de moment.



Fiecare grupă de risc conține criteriile diferite privind timpul de expunere pentru fiecare pericol. Aceste criterii au fost alese astfel încât VLE aplicabile să nu fie depășite în perioada selectată.

8.1.2.1. Grup exceptat

Nu sunt previzibile riscuri legate de radiații optice directe, chiar și în cazul unei utilizări continue și nerestricționate. Aceste surse nu prezintă niciunul dintre următoarele pericole fotobiologice:

- pericol generat de ultraviolete actinice la o expunere de 8 ore
- pericol generat de UVA într-o perioadă de 1 000 s
- pericol de leziune a retinei provocată de ultraviolete într-o perioadă de 10 000 s;
- pericol de leziune termică a retinei într-o perioadă de 10 s
- pericol pentru ochi generat de radiații infraroșii într-o perioadă de 1 000 s
- pericol generat de radiații infraroșii fără un stimul vizual puternic într-o perioadă de 1 000 s

Exemple: iluminat domestic și de birou, monitoare pentru calculatoare, afișaje ale echipamentelor, lămpi indicatoare



8.1.2.2. Grupa de risc 1 – Risc redus

Aceste produse sunt sigure pentru majoritatea aplicațiilor, cu excepția expunerilor foarte lungi, când sunt posibile expuneri oculare directe.

Aceste surse nu prezintă niciunul dintre următoarele pericole, ca urmare a reacțiilor normale de autoprotecție împotriva expunerii:

- pericol generat de ultraviolete actinice la o expunere de 10 000 s
- pericol generat de UVA într-o perioadă de 300 s
- pericol de leziune a retinei provocată de expunere la lumină albastră într-o perioadă de maximum 100 s



Exemplu: lanterna

- pericol pentru ochi generat de radiații infraroșii într-o perioadă de 100 s
- pericol generat de radiații infraroșii fără un stimulent vizual puternic într-o perioadă de 100 s

8.1.2.3. Grupa de risc 2 – Risc moderat

Conține sursele care nu prezintă niciunul dintre următoarele pericole ca urmare a reacțiilor de respingere față de surse de lumină foarte strălucitoare, a disconfortului termic sau atunci când expunerile lungi nu sunt posibile:

- pericol generat de ultraviolete actinice la o expunere de 1 000 s
- pericol generat de UVA într-o perioadă de 100 s
- pericol de leziune a retinei provocată de ultraviolete într-o perioadă de 0,25 s (reacție de respingere)
- pericol de leziune termică a retinei într-o perioadă de 0,25 s (reacție de respingere)
- pericol pentru ochi generat de radiații infraroșii într-o perioadă de 10 s
- pericol generat de radiații infraroșii fără un stimulent vizual puternic într-o perioadă de 10 s

8.1.2.4. Grupa de risc 3 – Risc ridicat

Surse care pot genera riscuri chiar și în cazul unei expuneri scurte sau de moment în limitele distanței de risc. Este obligatorie efectuarea de controale de siguranță.



Filtrarea radiațiilor optice excesive nedorite (de exemplu, UV), ecranarea sursei pentru a se preveni accesul la radiații optice sau utilizarea de instrumente optice de mărire a fasciculului pot scădea grupa de risc și reduce riscul generat de radiația optică.

Limitări ale clasificării surselor în bandă largă

Clasificarea pe criterii de securitate este legată de radiația optică accesibilă – această clasificare nu include pericolele suplimentare precum electricitatea, radiațiile colaterale, fumul, zgomotul etc.

Clasificarea pe criterii de securitate este legată de utilizarea normală a produsului – poate să nu se aplice operațiunilor de întreținere sau de service, sau atunci când dispozitivul inițial face parte dintr-o instalație complexă

Clasificarea pe criterii de securitate vizează un produs unic – nu include expunerea cumulativă provenită din surse multiple

Clasificarea produselor pentru sistemele generale de iluminare (SGI) are loc la o distanță la care acestea produc o iluminare de 500 lx, și la 200 mm de sursă, în cazul altor aplicații – această situație putând să nu fie reprezentativă pentru toate condițiile de utilizare

8.1.3. Clasificarea pe criterii de securitate a echipamentelor

Echipamentele care produc radiații optice pot fi, de asemenea, clasificate în conformitate cu EN 12198. Acest standard se aplică tuturor emisiilor intenționate sau accidentale, cu excepția surselor utilizate strict pentru iluminare.

Echipamentele sunt clasificate în una dintre următoarele trei categorii, în funcție de emisiile accesibile. Cele trei categorii sunt enumerate în ordine crescătoare a riscului în tabelul 8.2.

Tabelul 8.2. Clasificarea pe criterii de securitate a echipamentelor, în conformitate cu EN 12198

Categoria	Restricții și măsuri de protecție	Informare și instruire
0	Nu există restricții.	Nu sunt necesare informații.
1	Restricții: limitarea accesului, pot fi necesare măsuri de protecție.	Producătorul furnizează informații legate de pericole, riscuri și efecte secundare.
2	Sunt obligatorii restricții speciale și măsuri de protecție.	Producătorul furnizează informații legate de pericole, riscuri și efecte secundare. Poate fi necesară instruirea.

Repartizarea unui utilaj într-una din aceste categorii se bazează pe cantitățile radiometrice efective prezentate în tabelul 8.3 următor, astfel cum au fost măsurate la o distanță de 10 cm.

Tabelul 8.3. Limite ale emisiilor pentru clasificarea utilajelor în conformitate cu EN 12198

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

8.2. Distanța de pericol și informații privind nivelul de pericol

În unele aplicații, se poate dovedi utilă cunoașterea distanței pe care se pot manifesta pericolurile generate de radiațiile optice.

Distanța la care nivelul de expunere scade la valoarea aplicabilă a limitei de expunere este cunoscută ca distanță de pericol; nu există risc de rănire dincolo această distanță. Această informație, dacă este furnizată de producător, poate fi utilă pentru evaluarea de risc și pentru asigurarea unui mediu de lucru sigur.

8.2.1. Lasere – Distanța nominală de risc pentru ochi

La o anumită distanță, pe măsură ce fasciculul laser devine divergent, densitatea de putere radiantă va deveni egală cu VLE pentru ochi. Această distanță este denumită distanța nominală de risc pentru ochi (DNRO). La distanțe mari, VLE nu va fi depășită – fasciculul laser fiind considerat sigur după această distanță.

De cele mai multe ori, producătorii includ informațiile privind DNRO în descrierea produsului. Dacă aceste informații nu sunt disponibile, DNRO pentru radiația laser poate fi calculată cu ajutorul următorilor parametri, pe baza datelor furnizate de producător:

- Puterea radiantă (W)
- Diametrul inițial al fasciculului (m)
- Divergența (radiani)
- Valoarea-limită de expunere (VLE) ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$)

Chiar dacă situația se poate complica atunci când distanța este mare sau dacă fasciculul nu este circular, prin următoarea ecuație se poate obține o bună estimare a DNRO:

$$DNRO = \frac{\sqrt{\frac{4 \times \text{puterea radiantă}}{\pi \times VLE}} - \text{Diametrul inițial}}{\text{divergența}}$$

8.2.2. Surse în bandă largă – Distanța de pericol și coeficientul de pericol

Distanța la care nivelul de expunere scade la valoarea aplicabilă a limitei de expunere este cunoscută ca distanță de pericol (DP); nu există risc de rănire dincolo de această distanță. DP trebuie să fie luată în considerare atunci când se specifică limitele zonei în care accesul la radiații optice și activitatea personalului este supravegheată și controlată în scopul protejării împotriva radiațiilor optice. Distanțele de pericol pot fi definite pentru expunerea ochilor și a pielii.

Informațiile privind pericolurile legate de radiații optice mai pot fi prezentate sub formă de coeficient de pericol (CP), care reprezintă raportul între nivelul de expunere pentru o anumită distanță și valoarea-limită de expunere pentru acea distanță:

$$CP = \frac{\text{Nivel de expunere (distanță, timp de expunere)}}{\text{Valoare-limită de expunere}}$$

Coeficientul de pericol (CP) are o importanță practică semnificativă. Dacă CP este mai mare de 1, indică măsurile de control adecvate: limitarea duratei de expunere sau a accesibilității unei surse (atenuare, distanță), după caz. Dacă CP este sub 1, VLE nu este depășită în acea locație pentru perioada de expunere respectivă.

De obicei, producătorii includ informații privind DP și coeficienții de pericol în descrierea produsului. Aceste informații sunt utile utilizatorului în realizarea evaluării de risc și în alegerea măsurilor de control adecvate.

8.3. Informații suplimentare utile

EN 60825-1:2007, Securitatea în utilizare a produselor cu laser, partea întâi: Clasificarea echipamentului și prescripții.

IEC TR 60825-14: 2004, Securitatea în utilizare a produselor cu laser, partea 14: Un ghid al utilizatorului.

EN 62471: 2008, Siguranța fotobiologică a lămpilor și a sistemelor de lămpi.

EN 12198-1: 2000, Securitatea mașinilor – Aprecierea și reducerea riscurilor datorate radiațiilor emise de mașini, partea întâi: Principii generale.

EN 12198-2: 2002, Securitatea mașinilor – Aprecierea și reducerea riscurilor datorate radiațiilor emise de mașini, partea a doua: Proceduri de măsurare a emisiilor de radiații.

EN 12198-3: 2000, Securitatea mașinilor – Aprecierea și reducerea riscurilor datorate radiațiilor emise de mașini, partea a treia: Reducerea radiațiilor prin atenuare sau ecranare.

9. Măsuri de control

Ierarhia măsurilor de control se bazează pe principiul conform căruia atunci când se identifică un pericol, acesta trebuie să fie controlat prin soluții tehnice. Doar când acest lucru nu este posibil, se introduc măsuri alternative de protecție. Există foarte puține circumstanțe în care este necesară utilizarea echipamentului de protecție individual și a procedurilor administrative.

Selecția măsurilor adecvate într-o anumită situație are loc în funcție de rezultatul evaluării de risc. Este necesară colectarea tuturor informațiilor disponibile privind sursele de radiații optice și posibila expunere personală. În general, o comparație între expunerea la radiații menționată în descrierea produsului sau obținută prin măsurare, împreună cu valoarea (valorile)-limită de expunere, permite evaluarea expunerii personale la radiații optice la locul de muncă. Obiectivul este obținerea unui rezultat neechivoc, prin care să se constate dacă valoarea (valorile)-limită aplicabile riscă sau nu să fie depășite.

Dacă se constată în mod clar că expunerea la radiații optice este nesemnificativă și că valorile-limită de expunere nu vor fi depășite, nu sunt necesare acțiuni suplimentare.

Dacă emisiile sunt semnificative și/sau ocuparea este ridicată, limitele riscă să fie depășite, fiind necesare diferite măsuri de protecție. Procedura de evaluare se repetă după aplicarea măsurilor de protecție.

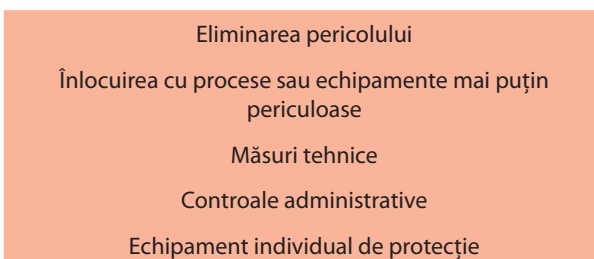
Repetarea măsurărilor și evaluării poate fi necesară dacă:

- sursa de radiație s-a modificat (de exemplu, dacă a fost instalată altă sursă sau dacă sursa funcționează în condiții de operare diferite);
- tipul lucrărilor s-a modificat;
- durata expunerii s-a modificat;
- au fost aplicate, încetate sau modificate unele măsuri de protecție;
- s-a scurs o perioadă lungă de timp de la ultima măsurare și evaluare, astfel încât rezultatele ar putea să nu mai fie valabile;
- urmează a fi aplicat un set diferit de valori-limită de expunere.

Aplicarea de măsuri de control în etapa de proiectare și instalare poate oferi avantaje semnificative în ceea ce privește securitatea și operarea. Aplicarea ulterioară a unor astfel de măsuri de control se poate dovedi costisitoare.

9.1. Ierarhia măsurilor de control

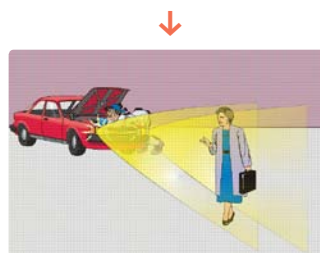
Atunci când expunerea riscă să depășească VLE, pericolul trebuie gestionat prin aplicarea unei combinații de măsuri de control adecvate. Următoarele măsuri sunt frecvente în gestionarea riscurilor:



9.2. Eliminarea pericolului

Sursa de radiații optice periculoase este cu adevărat necesară?

Aceste lumini chiar trebuie să fie APRINSE?



9.3. Înlocuirea cu procese sau echipamente mai puțin periculoase

Nivelul de pericol al radiațiilor optice este cu adevărat necesar?



Lumina chiar trebuie să fie atât de puternică?



9.4. Măsuri tehnice

Este posibil ca echipamentul să fie re-proiectat, iar radiațiile optice periculoase să fie controlate sau reduse la sursă?

Dacă nu sunt posibile măsuri de primă prioritate (eliminarea sau substituirea), reducerea expunerii este preferată prin metode tehnice. Controalele administrative pot fi utilizate în combinație cu măsurile de primă prioritate. Dacă reducerea expunerii personale este imposibilă, impracticabilă sau incompletă, se va apela, în ultimă instanță, la utilizarea echipamentului individual de protecție (EIP).

Husă de protecție Incinte Mecanisme de zăvorâre Înterupătoare cu acționare întârziată	Lumini de avertizare Semnale audio Telecomenzi Instrumente de alinieră	Înterupătoare cu atenuare Ferestre de vizualizare și de filtrare Eliminarea reflexiilor
---	---	---

9.4.1. Prevenirea accesului

Aceasta poate avea loc cu ajutorul unor panouri fixe sau mobile de protecție cu mecanisme de zăvorâre. Panourile fixe sunt de obicei montate în zone ale echipamentului care nu necesită acces regulat și sunt nedemontabile.

Dacă este necesar accesul, poate fi utilizat un panou mobil de acces, a cărui deschidere este asigurată printr-un comutator cu zăvorâre integrat în proces.

Important

Panourile trebuie să fie adecvate și solide

Nu trebuie să genereze riscuri suplimentare, iar obstrucția trebuie să fie minimă

Nu trebuie să fie ușor de ocolit sau demontat – în cazul în care constă într-o incintă de protecție fixă

Trebuie să fie amplasat la o distanță adecvată de zona de pericol – în cazul în care este un panou de protecție amplasat la o distanță fixă

9.4.2. Protecție prin limitarea funcționării

Atunci când este necesar accesul frecvent prin panourile de protecție, acestea pot fi considerate adesea prea restrictive, în special atunci când operatorul trebuie să efectueze operațiuni de încărcare/descărcare sau de reglare. În acest caz, se obișnuiește instalarea de senzori care să detecteze prezența sau absența unui operator și să genereze o comandă de întrerupere. Acestea pot fi clasificate ca dispozitive de declanșare; nu restricționează accesul, ci îl detectează. Amplasarea sau proximitatea senzorilor este aleasă astfel încât să determine perioada necesară pentru ca mașina să atingă o stare de operare sigură.

9.4.3. Opriri de urgență

Atunci când angajații au acces la un mediu periculos, este necesar să li se pună la dispoziție mijloace de oprire de urgență pentru cazul în care cineva se află în dificultate în zona de pericol. Oprirea de urgență trebuie să fie rapidă și să întrerupă toate serviciile în zona de pericol. Majoritatea persoanelor cunosc întrerupătoarele de urgență de culoare roșie, sub formă de ciupercă; acestea trebuie amplasate corespunzător în interiorul facilității și în număr suficient, astfel încât să fie întotdeauna ușor accesibile. O alternativă este de a acționa un cablu legat de un buton de oprire de urgență, acesta fiind un mijloc mai convenabil de protecție într-o zonă de pericol. Alte metode constau în amplasarea de întrerupătoare cu declanșare și cu detectare a mișcării, care pot fi dispuse în apropierea unei părți mobile, cum ar fi un întrerupător cu pârghie sau o bară sau tijă de siguranță.

9.4.4. Mecanisme de zăvorâre

Există mai multe tipuri de comutatoare cu zăvorâre, iar fiecare tip are propriile caracteristici. Este important ca pentru fiecare aplicație să fie selectat dispozitivul corect.

Important

Mecanismele cu zăvorâre trebuie să fie solide și să poată funcționa în condiții extreme previzibile

Acestea trebuie să prezinte siguranță intrinsecă și să fie inviolabile

Starea mecanismului de zăvorâre trebuie să fie indicată în mod clar, de exemplu cu ajutorul unor simboluri clare pe butoanele de acționare și a unor indicatoare de avertisment pe panourile de operare

Mecanismul cu zăvorâre trebuie să împiedice operarea atunci când panoul de protecție nu este închis complet.

Informații suplimentare utile

- EN 953: 1997 Securitatea mașinilor. Protectori. Cerințe generale pentru proiectarea și construcția protectorilor fiși și mobili.
- EN 13857: 2008 Securitatea mașinilor. Distanțe de securitate pentru a preveni atingerea zonelor periculoase cu membrele superioare și inferioare.
- EN 349: 1993 Securitatea mașinilor. Distanțe minime pentru prevenirea strivirii părților corpului uman.
- EN 1088: 1995 Securitatea mașinilor. Dispozitive de zăvorâre asociate cu protectori
- EN 60825-4: 2006 Paravane de protecție împotriva radiației laser

9.4.5. Filtre și ferestre de vizualizare

Multe procese industriale pot fi complet sau parțial capsulate. Aceste procese pot fi monitorizate de la distanță, prin intermediul unei ferestre de control (vizor), a unui dispozitiv optic sau a unei camere de televiziune. Securitatea poate fi asigurată prin utilizarea unor materiale filtrante adecvate, care să blocheze transmiterea unor cantități periculoase de radiații optice. Astfel, ochelarii de protecție nu mai sunt necesari, iar securitatea operatorului și condițiile de lucru sunt îmbunătățite.

Exemple în acest sens pot fi camere de control de mari dimensiuni până la ferestre de control montate într-o incintă de mici dimensiuni din jurul zonei de interacțiune.

Important

Materialul filtrant trebuie să fie durabil și adecvat

Trebuie să fie rezistent la impact

Nu compromite siguranța în funcționare



Panouri de vizualizare în zona de protecție

Transmiterea radiațiilor optice prin ferestre și alte panouri optice transparente trebuie să fie considerată ca reprezentând un potențial risc. Deși fasciculul optic poate să nu prezinte un pericol direct de leziuni ale retinei, scintilațiile temporare provocate de proceduri desfășurate în apropiere pot provoca probleme de securitate secundare.

9.4.6. Instrumente de aliniere

Atunci când operațiunile de întreținere de rutină necesită alinierea componentelor fasciculului, este necesară asigurarea unor mijloace sigure de realizare a acestei operații. Exemple:

- utilizarea unui laser de putere scăzută care urmărește traiectoria fasciculului de putere superioară,
- măști sau ținte.

Important

Ochiul sau pielea umană nu se utilizează nicio dată în scopuri de aliniere.

9.5. Măsurile administrative

Controalele administrative reprezintă cea de a doua etapă în ierarhia de control. Acestea depind de reacția persoanelor la informații și, prin urmare, eficiența lor este determinată de măsurile acestor persoane. Cu toate acestea, rolul lor este unul bine definit, și pot reprezenta principala măsură de control în anumite situații, cum ar fi darea în folosință sau operațiunile de service.

Controalele administrative corespunzătoare depind de riscuri și includ desemnarea unor persoane în cadrul structurilor de gestionare a securității, restricționarea accesului, amplasarea de indicatoare și etichete și desfășurarea unor anumite proceduri.

Reprezintă o bună practică întocmirea unor planuri formale pentru o abordare integrată a gestionării securității privind radiațiile optice. Aceste planuri trebuie să fie documentate, pentru a se înregistra măsurile care au fost adoptate și motivul adoptării. Această documentare se poate dovedi utilă și în cazul investigării eventualelor incidente. Poate include:

- o descriere a politicii de securitate privind radiațiile optice;
- un rezumat al principalelor planuri organizaționale (desemnări și sarcinile fiecărei persoane desemnate);
- un exemplar documentat al evaluării de risc;
- un plan de acțiune prezentând controalele suplimentare identificate ca urmare a evaluării de risc, împreună cu programul de aplicare a acestora;
- un rezumat al măsurilor de control aplicate, împreună cu o scurtă justificare a fiecărei măsuri;
- un exemplar al acordurilor scrise specifice sau a reglementărilor locale aplicabile activității din zona controlată conținând radiații optice;
- registrul utilizatorilor autorizați;
- planul de aplicare a măsurilor de control. Acesta poate include planuri de acțiune necesare pentru aplicarea sau testarea măsurilor de control;
- detalii privind planurile formale de gestionare a relațiilor cu agenți externi, de exemplu cu tehnicienii de întreținere;
- detalii privind planurile de urgență;
- un plan de audit;
- copii ale rapoartelor de audit;
- copii după corespondența relevantă.

Eficiența programului trebuie revizuită la intervale regulate (de exemplu, anual), în funcție de rezultatele rapoartelor de audit și de modificările legislației și standardelor.

9.5.1. Reguli locale

Atunci când evaluarea de risc a identificat un potențial risc de expunere la un nivel periculos de radiații optice, se impune instituirea unui sistem de instrucțiuni de siguranță scrise (denumite și reguli locale), prin care se reglementează activitatea cu radiații optice. Acestea trebuie să includă o descriere a zonei, datele de contact ale unui consultant din domeniul radiațiilor optice (a se vedea 9.5.4), persoanele autorizate să utilizeze echipamentul, detalii privind încercările dinainte de utilizare, instrucțiunile de operare, o descriere a pericolelor și informații privind planurile de urgență.

Regulile locale trebuie să fie afișate în zonele corespunzătoare și se înmânează tuturor celor care sunt vizati de ele.

9.5.2. Zonă controlată

O zonă controlată poate fi desemnată atunci când este posibil accesul la radiații optice care depășesc VLE. Zona controlată este zona în care accesul este limitat și permis doar persoanelor autorizate. Este preferabil ca limitarea accesului să se realizeze prin mijloace fizice, cum ar fi, de exemplu, pereții și ușile întregii încăperi. Accesul poate fi restricționat prin lacăte, încuietori electronice sau bariere.

Conducerea trebuie să ia măsuri de autorizare formală a utilizatorilor. Aptitudinile angajaților trebuie să fie evaluate printr-un proces formal înainte de autorizare, care trebuie să includă o analiză a gradului de instruire, competență și cunoaștere a regulilor locale de către aceștia. Rezultatele acestei evaluări se înregistrează, iar numele utilizatorilor autorizați se consemnează într-un registru oficial.

9.5.3. Indicatoare și anunțuri de securitate

Acestea formează o parte importantă a oricărui sistem de controale administrative. Indicatoarele de securitate sunt eficiente doar atunci când sunt clare, explicite și afișate numai atunci când este necesar – în caz contrar, fiind adeseori ignorate.

Indicatoarele de avertizare pot include informații privind tipul de echipament utilizat. Dacă angajații sunt obligați să utilizeze echipament individual de protecție, indicatoarele trebuie să semnaleze acest aspect.

Indicatoarele de avertizare sunt mai eficiente dacă sunt afișate doar atunci când echipamentul este în curs de utilizare. Toate indicatoarele de avertizare trebuie să fie plasate la nivelul ochiului, pentru creșterea vizibilității.



Indicatoare tipice utilizate la locul de muncă pentru a semnaliza pericole și a recomanda utilizarea echipamentului individual de protecție. Toate indicatoarele de securitate trebuie să respecte cerințele directivei privind semnalizarea de securitate (92/58/CEE).

9.5.4. Desemnări

Securitatea privind radiațiile optice trebuie să fie gestionată de către aceeași structură de gestionare a sănătății și securității care gestionează și celelalte activități potențial periculoase. Planurile organizaționale pot varia în funcție de dimensiunea și structura instituției respective.

În cazul unor aplicații, formarea unui expert în gestionarea securității privind radiațiile optice poate să nu fie justificată. De asemenea, angajații care trebuie să își utilizeze aptitudinile doar ocazional pot avea dificultăți în a se menține informați în ceea ce privește securitatea radiațiilor optice.

Prin urmare, unele companii apelează la serviciile unor consultanți externi de securitate din domeniul radiațiilor optice. Aceștia pot oferi recomandări privind:

- soluții tehnice de control;
- proceduri scrise privind utilizarea sigură a echipamentelor și măsurile de securitate operațională și profesională;
- selectarea echipamentului individual de protecție;
- educarea și instruirea personalului.

Supravegherea aspectelor zilnice privind securitatea radiațiilor optice la locul de muncă poate fi efectuată de către un angajat instruit corespunzător.

9.5.5. Formare și consultare

9.5.5.1. Formare

Directiva (articolul 6) impune informarea și formarea lucrătorilor expuși riscului generat de radiații optice artificiale (și/sau reprezentanților acestora). În particular, acestea se referă la:

Măsurile adoptate pentru punerea în aplicare a directivei
Valorile-limită de expunere și riscurile potențiale asociate
Rezultatele evaluării, măsurării și/sau calculării nivelurilor de expunere la radiațiile optice artificiale, efectuate în conformitate cu articolul 4 din directivă, însoțite de o explicație a semnificației acestora și a riscurilor potențiale
Modul de depistare și semnalare a efectelor nocive a unei expuneri asupra sănătății
Condițiile în care lucrătorii au dreptul la supravegherea sănătății
Practicile profesionale sigure care reduc la minimum riscurile generate de o expunere
Utilizarea adecvată a echipamentelor corespunzătoare de protecție individuală

Se sugerează că nivelul de formare trebuie să fie echivalent cu riscurile generate de expunerea la radiații optice artificiale. Dacă toate sursele sunt considerate neglijabile, acest aspect ar trebui să fie comunicat lucrătorilor și/sau reprezentanților acestora. Totuși, lucrătorii sau reprezentanții lor trebuie să cunoască faptul că pot exista grupe de risc deosebit de sensibile, precum și procedura de gestionare a acestora.

Atunci când la locul de muncă există radiații optice artificiale accesibile care pot depăși valoarea-limită de

expunere, trebuie luate în considerare prin oferirea unei instruirii de tip formal și, eventual, desemnarea unor lucrători în roluri specifice. Atunci când stabilește nivelul de formare necesar, angajatorul trebuie să țină seama de următoarele:

Experiența angajaților și nivelul de cunoaștere a riscurilor generate de radiații optice artificiale
Evaluările de risc efectuate și concluziile acestora
Dacă lucrătorii au obligația de a participa la evaluările de risc sau la revizuirea acestora
Dacă locul de muncă este static și riscurile au fost evaluate formal ca fiind acceptabile, sau dacă mediul se modifică frecvent
Dacă angajatorul are acces la expertiză externă, care să ofere asistență în gestionarea riscurilor
Existența unor lucrători nou angajați sau care lucrează pentru prima dată cu radiații optice artificiale

Este important ca riscurile să fie privite în perspectivă. De exemplu, nu este necesar ca utilizarea unui indicator laser de clasa 2 să presupună efectuarea unor cursuri de instruire formală. Pe de altă parte, instruirea lucrătorilor care utilizează lasere din clasa 3B și clasa 4 și surse incoerente din grupa de risc 3 va fi aproape întotdeauna obligatorie. Cu toate acestea, este imposibil de stabilit durata unui program de formare sau a modului de predare a acestuia. Iată de ce evaluarea de risc este atât de importantă.

În mod ideal, cerința privind formarea și modul de asigurare a acesteia trebuie să fie identificate înainte de darea în folosință a unei surse de radiații optice artificiale.

9.5.5.2. Consultare

Articolul 7 din directivă se referă la cerințele generale ale articolului 11 din Directiva 89/391/CEE:

Articolul 11

Consultarea și participarea lucrătorilor

(1) Angajatorii consultă lucrătorii și pe reprezentanții acestora și le permit să ia parte la discuții cu privire la toate problemele referitoare la securitatea și sănătatea la locul de muncă.

Aceasta presupune următoarele:

- consultarea lucrătorilor;
- dreptul lucrătorilor și al reprezentanților acestora de a face propuneri;
- participarea echilibrată, în conformitate cu legislațiile și/sau practicile naționale.

(2) Lucrătorii și reprezentanții acestora cu răspunderi specifice privind securitatea și sănătatea lucrătorilor iau parte la următoarele activități, în mod echilibrat, în conformitate cu legislațiile și practicile interne, sau sunt consultați în prealabil și în timp util de către angajator cu privire la:

- (a) orice măsură care ar putea afecta în mod semnificativ securitatea și sănătatea;
- (b) desemnarea lucrătorilor menționați la articolul 7 alineatul (1) și articolul 8 alineatul (2) și activitățile prevăzute la articolul 7 alineatul (1);
- (c) informațiile menționate la articolul 9 alineatul (1) și la articolul 10;
- (d) recurgerea, dacă este cazul, la persoane sau servicii competente din afara întreprinderii sau unității, prevăzute la articolul 7 alineatul (3);
- (e) planificarea și organizarea formării prevăzute la articolul 12.

(3) Reprezentanții lucrătorilor cu răspunderi specifice privind securitatea și sănătatea lucrătorilor au dreptul să solicite angajatorului să ia măsurile corespunzătoare și să îi prezinte propuneri cu scopul de a îndepărta riscurile la care sunt expuși lucrătorii și/sau de a elimina sursele de pericol.

(4) Lucrătorii menționați la alineatul (2) și reprezentanții lucrătorilor menționați la alineatele (2) și (3) nu pot fi dezavantajați din cauza desfășurării activităților prevăzute la alineatele (2) și (3).

(5) Angajatorii trebuie să acorde reprezentanților lucrătorilor, cu răspunderi specifice privind securitatea și sănătatea lucrătorilor, timp liber plătit corespunzător și să le furnizeze mijloacele necesare pentru le permite acestora să-și exercite drepturile și funcțiile care derivă din prezenta directivă.

(6) Lucrătorii și reprezentanții acestora au dreptul să recurgă, în conformitate cu legislațiile și practicile interne, la autoritatea care răspunde de protecția securității și sănătății la locul de muncă, în cazul în care consideră că măsurile luate și mijloacele puse la dispoziție de angajator nu corespund scopurilor de asigurare a securității și sănătății la locul de muncă. În timpul inspecțiilor, reprezentanților lucrătorilor trebuie să li se acorde posibilitatea de a prezenta autorităților competente observațiile lor.

IEC TR 60825-14: 2004 recomandă o perioadă minimă de formare pentru utilizatorii de laser.

EN 60825-2: 2004 specifică cerințe suplimentare pentru utilizatorii care lucrează cu sisteme de comunicații pe bază de fibre optice.

EN 60825-12: 2004 specifică cerințe suplimentare pentru utilizatorii care lucrează cu sisteme de comunicații în spațiu liber.

CLC/TR 50448: 2005 conține un ghid privind nivelurile de competență necesare în securitatea operării cu laser.

9.6. Echipament individual de protecție

Reducerea expunerii accidentale la radiații optice trebuie să fie inclusă în specificațiile de produs ale echipamentului. Expunerea la radiații optice trebuie redusă, atât cât este posibil, cu ajutorul unor metode de protecție fizice, cum ar fi mijloace tehnice de control. Echipamentul individual de protecție trebuie să fie utilizat numai atunci când metodele de control tehnice și administrative sunt impracticabile sau incomplete.

Scopul EIP este de a reduce radiațiile optice la un nivel care nu provoacă efecte negative asupra sănătății individului expus. Leziunile cauzate de radiații optice pot să

nu fie evidente în momentul expunerii. Trebuie reținut că limitele de expunere depind de lungimea de undă, ceea ce înseamnă că nivelul de protecție oferit de EIP poate depinde și de lungimea de undă.

Chiar dacă o leziune acută a pielii apărută ca urmare a expunerii la radiații optice are șanse reduse de a afecta calitatea vieții persoanei respective, probabilitatea leziunii pielii poate fi ridicată, în special la nivelul feței și mâinilor. Expunerea pielii la radiații optice sub 400 nm, care poate spori riscul de cancer de piele, reprezintă un alt aspect preocupant.

Important

EIP trebuie să fie adecvat pentru riscurile existente, fără a reprezenta în sine un risc suplimentar

EIP trebuie să fie adecvat condițiilor de la locul de muncă

EIP trebuie să fie adecvat cerințelor ergonomice și stării sănătății lucrătorului

9.6.1. Protecția împotriva altor pericole

Următoarele pericole de natură non-optică trebuie luate în considerare în momentul selectării EIP adecvat de protecție împotriva radiațiilor optice:

- Impact
- Penetrare
- Compresie
- Pericole chimice
- Căldură/frig
- Praf dăunător
- Pericole biologice
- Pericole electrice

Tablelul de mai jos prezintă exemple în acest sens:

Echipament individual de protecție	Funcția
Mijloace de protecție oculară: ochelari de protecție, măști, vizoare	Mijloacele de protecție oculară permit lucrătorilor să observe întreaga zonă de lucru, reducând în același timp radiațiile optice la niveluri acceptabile. Selectarea mijloacelor de protecție adecvate depinde de mai mulți factori, între care se numără: lungimea de undă, puterea/energia, densitatea optică, purtarea de ochelari de vedere, confort etc.
Îmbrăcăminte și mănuși de protecție	Sursele de radiații optice pot prezenta risc de incendiu, putând fi necesară îmbrăcăminte de protecție. Echipamentele care produc radiații UV pot prezenta risc de leziune a pielii, care trebuie să fie acoperită cu îmbrăcăminte și mănuși de protecție. Trebuie să fie purtate mănuși atunci când se lucrează cu agenți chimici sau biologici. Specificațiile unor aplicații pot impune utilizarea de îmbrăcăminte sau mănuși de protecție.
Echipament respirator	În timpul prelucrării pot fi produse emisii sau prafuri toxice și dăunătoare. Echipamentul respirator poate fi necesar pentru intervenții de urgență.
Antifoane	Unele aplicații pot genera niveluri periculoase de zgomot.

9.6.2. Protecția ochilor

Ochii pot fi afectați de radiațiile optice dacă expunerile depășesc valorile-limită (VLE). Dacă celelalte măsuri sunt insuficiente pentru a controla riscul de expunere a ochilor peste VLE aplicabile, trebuie să fie utilizate mijloace de protecție oculară recomandate de producătorul echipamentului sau de consilierul pentru securitate în materie de radiații optice și proiectate pentru lungimile de undă și puterea corespunzătoare.

Mijloacele de protecție oculară trebuie inscripționate vizibil cu domeniul de lungimi de undă și nivelul de protecție corespunzător. Acest aspect este important atunci când există surse multiple care necesită diferite tipuri de mijloace de protecție oculară, cum ar fi laserele cu lungimi de undă diferite, care necesită ochelari de protecție proprii. În plus, mijloacele de protecție oculară trebuie marcate în mod clar și permanent, pentru a exista o legătură clară cu echipamentul pentru care a fost specificat EIP.

Nivelul de atenuare al radiațiilor optice asigurat de mijloacele de protecție oculară în domeniul spectral de pericol trebuie să fie cel puțin suficient pentru a reduce nivelul de expunere sub VLE aplicabile.

Factorul de transmisie a luminii și culoarea mediului văzut prin filtrele de protecție sunt caracteristici importante ale ochelarilor, care pot afecta capacitatea operatorului de a efectua operațiunile necesare fără a compromite protecția împotriva radiațiilor non-optice.

Mijloacele de protecție oculară se păstrează în condiții adecvate, se curăță și se verifică regulat.

Considerații privind mijloacele de protecție oculară

Î: Nivel de protecție cerut?



Alegeți ochelari cu un factor de atenuare mai mare decât nivelul expunerii VLE

Î: Factorul de transmisie luminoasă? Calitatea vederii?



Alegeți ochelari cu un factor al transmisiei luminii de peste 20 %. Dacă nu sunt disponibili, creșteți nivelul de iluminare. Verificați dacă filtrele prezintă zgârieturi sau dispersie a luminii.

Î: Culoarea percepută a mediului de lucru?	→	Verificați dacă comenzile echipamentului și indicațiile de urgență sunt clar vizibile prin mijloacele de protecție oculară
Î: Reflexii excesive?	→	Evitați suprafețele cu coeficient ridicat de reflexie și filtrele și ramele strălucitoare
Î: Dacă mijloacele de protecție sunt alimentate de la rețea sau cu baterii și curentul este întrerupt, pot asigura protecție în continuare ?	→	Alegeți un filtru care asigură cea mai mare atenuare atunci când nu este alimentat

9.6.3. Protecția pielii

În ceea ce privește expunerea profesională la radiații optice, zonele pielii cele mai supuse riscului sunt mâinile, fața, capul și gâtul, celelalte zone fiind acoperite de obicei de îmbrăcămintea de lucru. Mâinile pot fi protejate prin purtarea de mănuși cu coeficient redus de transmitere a radiațiilor optice periculoase. Fața poate fi protejată cu ajutorul unei măști sau vizor absorbant, care asigură în plus și protecția ochilor. Capul și gâtul se protejează cu ajutorul unei căști adecvate.



9.7. Informații suplimentare utile

Directiva 89/656/CEE a Consiliului privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru utilizarea de către lucrători a echipamentelor individuale de protecție la locul de muncă

9.7.1. Standarde de bază

EN 165: 2005 – Protecție individuală a ochilor – Vocabular

EN 166: 2002 – Protecție individuală a ochilor – Specificații

EN 167: 2002 – Protecție individuală a ochilor – Metode de încercare optice

EN 168: 2002 – Protecție individuală a ochilor – Metode de încercare, altele decât cele optice

9.7.2. Standarde pe tip de produs

EN 169: 2002 – Protecție individuală a ochilor – Filtre pentru sudură și tehnici conexe. Cerințe referitoare la factorul de transmisie și utilizare recomandată

EN 170: 2002 – Protecție individuală a ochilor – Filtre pentru radiații ultraviolete – Cerințe referitoare la factorul de transmisie și utilizarea recomandată

EN 171: 2002 – Protecție individuală a ochilor – Filtre pentru radiații infraroșii – Cerințe referitoare la factorul de transmisie și utilizarea recomandată

9.7.3. Sudură

EN 175: 1997 – Protecție individuală – Echipament de protecție a ochilor și a feței pentru sudare și tehnici conexe

EN 379: 2003 – Protecție individuală a ochilor – Filtre de sudură automate

EN 1598: 1997 Igienă și securitate la sudare și procedee conexe – Perdele, benzi și ecrane transparente pentru procedee de sudare cu arc electric

9.7.4. Laser

EN 207: 1998 – Filtre și protectori ai ochilor împotriva radiațiilor laser

EN 208: 1998 – Protectori ai ochilor pentru lucrări de reglare pe lasere și sisteme laser

9.7.5. Surse de lumină intensă

BS 8497-1: 2008. Mijloace de protecție oculară împotriva surselor de lumină intensă utilizate pe oameni și animale pentru aplicații cosmetice și medicale. Partea 1: Specificații pentru produse

BS 8497-2: 2008. Mijloace de protecție oculară împotriva surselor de lumină intensă utilizate pe oameni și animale pentru aplicații cosmetice și medicale. Partea 2: Recomandări de utilizare

10. Gestionarea incidentelor

În contextul prezentului ghid, incidentele negative includ situații în care o persoană este rănită sau se îmbolnăvește (denumite „accidente”), sau accidente evitate la limită sau circumstanțe nedorite (denumite „incidente”).

În cazurile în care sunt utilizate fascicule laser colimate, riscul de expunere la fasciculul laser este în general redus, dar consecințele pot fi foarte grave. Prin contrast, în cazul surselor incoerente de radiații optice artificiale, riscul de expunere este ridicat, dar consecințele pot fi reduse.

Se sugerează pregătirea unor planuri de urgență, prin care să fie gestionate incidentele previzibile implicând radiații optice artificiale. Nivelul de detaliere și complexitate va depinde de riscuri. Este posibil ca angajatorul să aibă planuri de acțiune generale pentru situații de urgență,

astfel încât utilizarea unor metode similare în ceea ce privește radiațiile optice să se dovedească un avantaj.

Se sugerează pregătirea unor planuri de urgență detaliate pentru procedurile de lucru în care este posibilă utilizarea de radiații optice de următoarele tipuri:

Lasere de clasa 3B

Lasere de clasa 4

Surse incoerente din grupa de risc 3

Planurile de urgență trebuie să menționeze măsurile și responsabilitățile în cazul în care:

Un lucrător a fost expus peste VLE

Există suspiciunea că un lucrător a fost expus peste VLE

11. Supravegherea sănătății

Articolul 8 din directivă descrie cerințele privind supravegherea sănătății, făcând referire la cerințele generale ale Directivei 89/391/CEE. Detaliile privind supravegherea sănătății pot avea la bază cerințe interne. Prin urmare, propunerea prezentată în prezentul capitol este formulată în termeni foarte generali.

Cerințele acestui articol trebuie considerate în contextul experienței a peste 100 de ani de expunere a lucrătorilor la radiații optice artificiale. Numărul de efecte negative asupra sănătății raportate este redus, și restrâns la un număr mic de industrii în care măsurile de control aplicate urmăreau, în general, să reducă numărul de incidente cu un procent și mai ridicat.

După inventarea laserului, au fost publicate recomandări privind controalele oculare de rutină ale lucrătorilor care utilizează laserul. Cu toate acestea, aproape 50 de ani de experiență au arătat că astfel de controale nu au nicio valoare în cadrul unui program de supraveghere a sănătății și pot genera riscuri suplimentare pentru lucrători.

Un lucrător expus la radiații optice artificiale la locul de muncă nu trebuie să fie supus unor controale oculare înainte de angajare, de rutină și după angajare doar pentru că desfășoară o astfel de activitate. De asemenea, controalele de piele pot fi utile lucrătorilor, dar nu sunt de obicei justificate strict de expunerea de rutină la radiații optice artificiale.

11.1. Cine efectuează supravegherea sănătății?

Supravegherea sănătății trebuie să fie efectuată de către:

- un medic;
- un specialist în medicina muncii sau
- o autoritate medicală responsabilă cu supravegherea sănătății în conformitate cu legislația și practica națională.

11.2. Fișe medicale

Statele membre trebuie să asigure întocmirea și actualizarea unei fișe medicale individuale. Fișele medicale trebuie să conțină un rezumat al rezultatelor supravegherii sănătății efectuate în acest mod.

Acestea se păstrează într-o formă care să permită consultarea ulterioară, cu respectarea cerințelor de confidențialitate.

La cererea sa, fiecare lucrător are acces la propriile fișe medicale individuale.

11.3. Controlul medical

Atunci când se constată sau există suspiciuni că un lucrător a fost expus la radiații optice artificiale peste valorile-limită de expunere, acesta este supus unui control medical.

Controlul medical se mai efectuează atunci când un lucrător suferă de o boală identificabilă sau prezintă afecțiuni de sănătate considerate a fi cauzate de expunerea la radiații optice artificiale.

O dificultate a aplicării acestei cerințe constă în faptul că unele afecțiuni de sănătate pot fi datorate expunerii la radiații optice naturale. Prin urmare, este important ca persoana care efectuează controlul medical să fie familiarizată cu potențialele efecte negative asupra sănătății provocate de expunerea la surse specifice de radiații optice artificiale la locul de muncă.

11.4. Măsuri în caz de depășire a valorilor-limită

Dacă există suspiciuni că valorile-limită de expunere au fost depășite sau dacă se consideră că afecțiunile de sănătate sau boala identificabilă au fost provocate de radiații optice artificiale la locul de muncă, se iau următoarele măsuri:

- Lucrătorul este informat în privința rezultatelor.

- Lucrătorul trebuie informat și consiliat în ceea ce privește următoarele etape ale supravegherii medicale.
- Informarea lucrătorului trebuie efectuată cu respectarea secretului medical.
- Angajatorul trebuie să revizuiască evaluarea de risc.
- Angajatorul trebuie să revizuiască măsurile de control existente (ceea ce poate presupune utilizarea serviciilor unui specialist).
- Angajatorul trebuie să organizeze eventuala supraveghere medicală continuă.

Apendicele A. Natura radiațiilor optice

Cel mai răspândit exemplu de radiație optică este lumina – radiație optică artificială, dacă este emisă de o lampă. Este utilizat termenul „radiație optică” deoarece lumina este o formă de radiație electromagnetică și are efecte asupra ochilor – intră în ochi, este focalizată și apoi detectată.

Lumina conține un spectru de culori, începând de la nuanțe de violet și albastru, către nuanțe de verde și albastru și terminând cu nuanțe de portocaliu și roșu. Culorile pe care le percepem în lumină sunt determinate de lungimile de undă prezente în spectrul luminos. Lungimile de undă mai scurte sunt percepute ca aflându-se în domeniul de culoare albastră al spectrului, în timp ce lungimile de undă mai lungi se află în domeniul roșu. Se consideră că lumina este formată dintr-un flux de particule de masă nulă numite fotoni, fiecare foton având o lungime de undă caracteristică.

Spectrul radiației electromagnetice se extinde dincolo de lungimile de undă vizibile ale ochiului omenesc. Radiațiile infraroșii, radiațiile de microunde și undele radio reprezintă exemple de radiații electromagnetice cu lungimi de undă în ordine crescătoare. Radiațiile ultraviolete, razele X și razele gamma au lungimi de undă în ordine descrescătoare.

Lungimea de undă a unei radiații electromagnetice poate fi utilizată pentru a determina și alte informații utile despre aceasta.

De fiecare dată când radiația electromagnetică interacționează cu un material, poate depune o anumită cantitate de energie în punctul de interacțiune. Aceasta poate cauza anumite efecte asupra materialului – de exemplu, lumina vizibilă care ajunge la retină depune suficientă energie pentru a declanșa reacții biochimice prin care se produce un semnal care este transmis, prin nervul optic, către creier. Cantitatea de energie disponibilă pentru astfel de interacțiuni depinde atât de cantitatea de radiații, cât și de energia acestora. Cantitatea de energie disponibilă în radiațiile electromagnetice depinde de lungimea de undă. Cu cât lungimea de undă este mai scurtă, cu atât radiațiile sunt mai puternice.

Astfel, lumina albastră conține mai multă energie decât lumina verde care, la rândul său, conține mai multă energie decât lumina roșie. Radiațiile ultraviolete conțin mai multă energie decât orice lungime de undă vizibilă.

Lungimea de undă a radiațiilor mai determină și gradul în care acestea penetrează și interacționează cu organismul. De exemplu, radiațiile UVA se transmit către retină mai puțin eficient decât lumina verde.

Unele dintre porțiunile invizibile ale spectrului electromagnetic sunt incluse între „radiațiile optice”. Acestea sunt domeniile spectrale ultraviolet și infraroșu. Chiar dacă acestea nu sunt vizibile (retina nu are detectori pentru aceste lungimi de undă), unele porțiuni ale acestor domenii spectrale pot penetra ochiul într-o mai mare sau mai mică măsură. Din motive practice, spectrul radiațiilor optice este divizat în funcție de lungime de undă, după cum urmează:

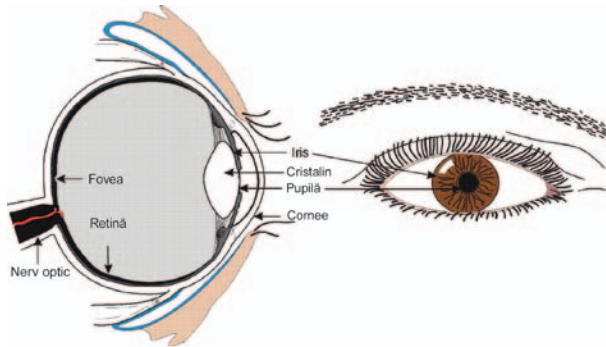
Ultraviolete „C”	(UVC):	100-280 nm
	UVB	280-315 nm
	UVA	315-400 nm
	Vizibile	380-780 nm
Infraroșu „A”	(IRA)	780-1 400 nm
	IRB	1 400-3 000 nm
	IRC	3 000-1 000 000 nm (3 μm-1 mm)

Directiva conține limite ale expunerii care acoperă zona spectrală 180-3 000 nm, în cazul radiațiilor optice incoerente, și 180 nm-1 mm, în cazul radiațiilor laser.

Apendicele B. Efecte biologice ale radiațiilor optice asupra ochilor și pielii

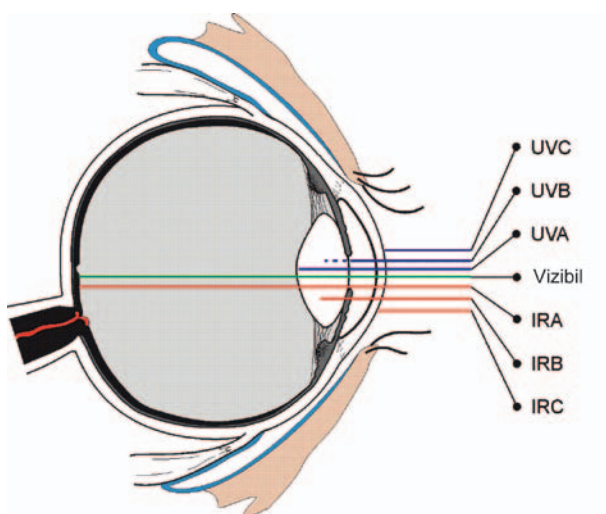
B.1. Ochii

Figura B.1.1. Structura ochiului



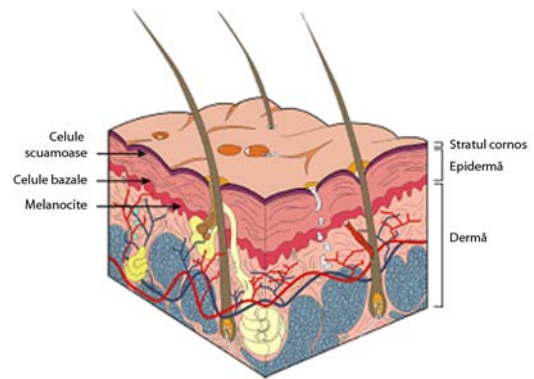
Lumina care intră în ochi trece prin corneea, apoi printr-o deschidere variabilă (pupilă) și prin cristalin și umoarea vitrosă, fiind apoi focalizată pe retină. Nervul optic transportă semnale de la fotoreceptorii retinei către creier.

Figura B.1.2. Penetrarea diferitelor lungimi de undă prin ochi



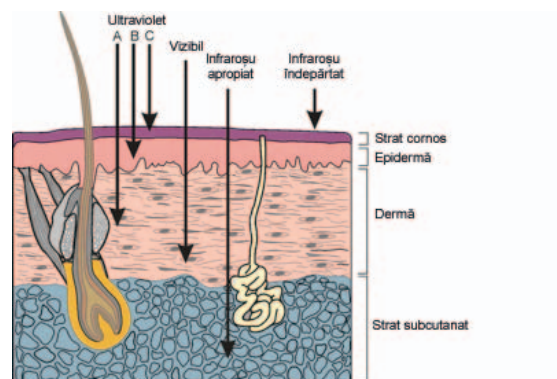
B.2. Pielea

Figura B.2.1. Structura pielii



Stratul extern al pielii (epiderma) conține în principal keratinocite (celule scuamoase) care sunt produse în stratul bazal și se ridică la suprafață pentru a fi eliminate prin descuamare. Dermă este compusă în principal din fibre de colagen și conține terminații nervoase, glande sudoripare, foliculi de păr și vase de sânge.

Figura B.2.2. Penetrarea diferitelor lungimi de undă prin piele



B.3. Efecte biologice ale diferitelor lungimi de undă asupra ochilor și pielii

B.3.1. Radiații ultraviolete: UVC (100-280 nm); UVB (280-315 nm); UVA (315-400 nm)

Efecte asupra pielii

Majoritatea radiațiilor ultraviolete (UVR) care ating pielea sunt absorbite de epidermă, deși penetrarea crește semnificativ în cazul lungimilor de undă UVA mai lungi.

Expunerea excesivă pe termen scurt la radiații ultraviolete cauzează eritem (înroșirea pielii) și inflamare. Simptomele pot fi severe, iar efectul maxim are loc la 8-24 ore după expunere și se menține 3-4 zile, provocând uscarea și descumarea pielii. Aceste simptome pot fi urmate de o creștere a pigmentării pielii (bronzare întârziată). Expunerea la radiații UV mai poate provoca o modificare imediată, dar temporară, a pigmentării pielii (înnegrirea imediată a pigmentului).

Pielea unor persoane prezintă reacții anormale la expunerea la UVR (fotosensibilitate) ca urmare a unor afecțiuni genetice, metabolice sau a altor anomalități, sau ca urmare a administrării sau contactului cu anumite medicamente sau substanțe chimice.

Cel mai grav efect pe termen lung al radiațiilor UV este apariția cancerului de piele. Cancerul de piele de tip non-melanom (CPTNM) sunt carcinoame ale celulelor bazale și scuamoase. Acestea sunt relativ comune la rasa albă, dar conduc rareori la deces. Apar cel mai frecvent pe zone ale corpului expuse la soare, precum fața și mâinile, prezentând o incidență crescută odată cu înaintarea în vârstă. Rezultatele studiilor epidemiologice arată că riscul acestor două tipuri de cancer de piele poate fi determinat de expunerea cumulativă la radiații UV, dar se constată o incidență mai ridicată a carcinoamelor celulelor scuamoase. Melanomul malign este principala cauză de deces provocat de cancerul de piele, chiar dacă incidența sa este mai scăzută decât CPTNM. A fost constatată o incidență mai ridicată la persoanele cu un număr ridicat de negi (alunițe), cu piele de culoare albă, roșie sau blondă, cu tendințe de apariție a pistruilor sau arsurilor solare, și care nu se bronzează la expunerea la soare. Atât episoadele cronice de arsuri solare la expunere solară,

cât și expunerea cronică profesională și recreațională pot contribui la sporirea riscului formării de melanom malign.

Expunerea cronică la UVR mai poate provoca fotoîmbătrânirea pielii, caracterizată de un aspect ridat și coriaceu și de pierderea elasticității; lungimile de undă UVA sunt cele mai dăunătoare, deoarece pot penetra fibrele de collagen și elastină ale dermei. De asemenea, există indicii care sugerează că expunerea la UVR poate afecta răspunsurile imunitare.

Principalul efect pozitiv al expunerii la UVR este sinteza vitaminei D; cu toate acestea, scurta expunere la razele soarelui din viața de zi cu zi va produce suficientă vitamină D, în cazul în care aportul alimentar este insuficient.

Efecte asupra ochilor

UVR care ating ochii sunt absorbite de către corneea și cristalinel. Corneea și țesutul conjunctiv absorb masiv toate lungimile de undă mai scurte de 300 nm. UVC sunt absorbite în straturile superficiale ale corneei, iar UVB sunt absorbite de către corneea și cristalinel. UVA trec prin corneea și sunt absorbite de către cristalinel.

Reacțiile ochiului omenesc la supraexpunerea acută la UVR includ fotocheratită și fotoconjunctivită (inflamarea corneei, respectiv a țesutului conjunctiv), cunoscute sub denumirile de oftalmie de zăpadă, foto-oftalmie sau boala sudorului. Simptomele, variind de la iritație ușoară, sensibilitate la lumină, lăcrimare până la dureri severe, apar între 30 de minute și o zi, în funcție de intensitatea expunerii, și de obicei dispar în câteva zile.

Expunerea critică la UVA și UVB poate provoca cataractă, ca urmare a modificărilor de proteine din cristalinel. În mod normal, prin retină trece o cantitate foarte redusă de UV (mai puțin de 1 % UVA), ca urmare a absorbției de către țesuturile de suprafață ale ochilor. Cu toate acestea, există unele persoane al căror cristalinel natural a fost înlăturat ca urmare a unei operații de cataractă, și cu excepția cazului în care există un cristalinel implantat artificial cu proprietăți absorbante, pe retină pot apărea leziuni ca urmare a expunerii ochiului la radiații UVR (la lungimi de undă de până la 300 nm). Leziunea este provocată de acțiunea unor radicali liberi produși fotochimic, care atacă structura celulelor retiniene. În mod normal, retina este protejată împotriva leziunilor acute prin reacții involuntare de respingere la lumină vizibilă, dar radiațiile UVR nu produc

astfel de reacții; persoanele lipsite de un cristalin cu capacitate de absorbție a UVR sunt astfel expuse riscului de a suferi leziuni ale retinei dacă lucrează cu surse UVR.

Expunerea cronică la UVR este un factor favorizant major al apariției afecțiunilor corneene și conjunctivale, cum ar fi keratopatia climatică în picătură (acumulare de depozite galbene/maronii în țesutul conjunctiv și corneea), pterigium (creștere excesivă a țesutului, care poate acoperi corneea) și, probabil, pinguecula (o leziune galbenă proliferantă a conjunctivei).

B.3.2. Radiații vizibile

Efecte asupra pielii

Radiația vizibilă (lumina) penetrează pielea și poate crește temperatura locală până la provocarea de arsuri. Corpul se va adapta la creșterea temperaturii prin creșterea fluxului sangvin (care îndepărtează căldura) și prin transpirație. Dacă expunerea este insuficientă pentru a provoca o arsură acută (de maximum 10 secunde), persoana expusă va fi protejată prin reacția naturală de respingere la căldură.

În cazul expunerilor lungi, principalul efect negativ este hipertermia (creșterea temperaturii interne a corpului). Chiar dacă aceasta nu este prevăzută în directivă, este necesară luarea în considerare a unor aspecte precum temperatura ambiantă și volumul de lucru.

Efecte asupra ochilor

Deoarece ochii colectează și focalizează radiațiile vizibile, retina este supusă unui risc mai mare decât pielea. Privirea unei surse de lumină puternică poate provoca leziuni ale retinei. Dacă leziunea se află în fovea (de exemplu, atunci când se privește direct de-a lungul unui fascicul laser), afecțiunile oculare pot fi grave. Măsurile naturale de protecție includ aversiunea pentru lumină puternică (reacția de respingere apare în 0,25 s; pupila se contractă și poate reduce iradierea retinei cu aproximativ 30 %, iar capul poate fi întors involuntar).

Creșterea temperaturii retinei cu 10-20 °C poate conduce la leziuni ireversibile, ca urmare a denaturării proteinelor. Dacă sursa de radiații acoperă o mare parte a câmpului vizual, ceea ce înseamnă că imaginea retiniană este largă, celulele retiniene din zona centrală a imaginii nu pot elimina căldura cu rapiditate.

Radiațiile vizibile pot provoca același tip de leziuni fotochimice ca UVR (chiar dacă, la lungimi de undă vizibile, reacția de respingere a luminii puternice poate acționa ca mecanism de protecție). Acest efect este cel mai pronunțat la lungimi de undă de aproximativ 435-440 nm, fiind numit uneori „pericol legat de lumină albastră”. Expunerea cronică la niveluri ridicate de lumină vizibilă ambiantă puternică poate provoca leziuni fotochimice ale celulelor retinei, având ca rezultat scăderea acuității cromatice și a vederii nocturne.

Atunci când radiațiile penetrează ochii într-un fascicul paralel (divergență foarte scăzută de la o sursă distantă sau de la un laser), acestea pot atinge retina pe o suprafață foarte redusă, focalizând puterea la un nivel excesiv și provocând leziuni grave. Teoretic, acest proces de focalizare poate crește iradierea pe retină de până la 500 000 de ori mai mult decât cea a luminii care atinge ochiul. În astfel de cazuri, strălucirea poate depăși toate sursele naturale și artificiale cunoscute. Majoritatea leziunilor provocate de laser constau în arsuri; laserele pulsate de mare putere pot produce o creștere a temperaturii atât de mare, încât celulele explodează.

B.3.3. IRA

Efecte asupra pielii

IRA penetrează câțiva milimetri în țesut, afectând derma. Poate produce efecte termice similare celor ale radiației vizibile.

Efecte asupra ochilor

Asemeni radiației vizibile, IRA este focalizată de către corneea și cristalin și transmisă retinei. Ajunsă la retină, poate provoca același tip de leziuni termice ca radiațiile vizibile. Cu toate acestea, retina nu detectează IRA, neexistând astfel protecția oferită de reacțiile naturale de respingere. Domeniul spectral cuprins între 380-1 400 nm (vizibil și IRA) este denumit uneori „domeniul de pericol pentru retină”.

Expunerea cronică la IRA poate provoca cataractă.

IRA nu conține fotoni suficient de puternici pentru a cauza leziuni fotochimice.

B.3.4. IRB

Efecte asupra pielii

IRB penetrează mai puțin de 1 mm în țesut. Poate produce efecte termice similare celor ale radiației vizibile și IRA.

Efecte asupra ochilor

La lungimi de undă de aproximativ 1 400 nm, umoarea apoasă este un absorbant foarte puternic; lungimile de undă mai lungi sunt atenuate de către umoarea vitroasă, retina fiind astfel protejată. Încălzirea umorii apoase și a irisului pot crește temperatura țesuturilor adiacente, inclusiv a cristalinului, care nu este vascularizat și nu își poate controla temperatura. Acest lucru, împreună cu absorbția directă a IRB de către cristalin, produce cataractă, care reprezintă o boală profesională importantă pentru anumite grupuri, în principal pentru sticlari și fierari.

B.3.5. IRC

Efecte asupra pielii

IRC penetrează numai stratul superior de celule moarte ale pielii (stratul cornos). Unele lasere puternice, care pot distruge stratul cornos și leza țesuturile inferioare, reprezintă cel mai grav pericol de expunere acută din domeniul IRC. Leziunile sunt în principal termice, dar laserele de mare putere pot provoca și leziuni mecanice/acustice.

În ceea ce privește lungimile de undă vizibile IRA și IRB, trebuie avute în vedere hipertermia și disconfortul produs de stresul termic.

Efecte asupra ochilor

IRC este absorbit de către corneea, principalul pericol fiind reprezentat de arsurile corneene. Temperatura din structurile adiacente ale ochilor poate crește ca urmare a conductivității termice, dar acest proces poate fi influențat de pierderea de căldură (prin evaporare și clipire) și de încălzire (de către temperatura corpului).

Apendicele C. Mărimi fizice și unități de măsură specifice radiațiilor optice artificiale

După cum s-a arătat în apendicele A „Natura radiațiilor optice”, efectele radiațiilor optice depind de energia și de cantitatea acestora. Există mai multe metode de cuantificare a radiațiilor optice: cele utilizate în directivă sunt descrise pe scurt în continuare.

C.1. Mărimi fizice fundamentale

C.1.1. Lungimea de undă

Aceasta se referă la lungimea de undă caracteristică radiațiilor optice. Este măsurată în submultipli ai metru-ului – de obicei în nanometri (nm), un nanometru fiind egal cu 1/1 000 000 mm. În cazul lungimilor de undă mai lungi, poate fi utilă uneori utilizarea micrometrului (μm). Un micrometru este egal cu 1 000 nanometri.

În multe cazuri, sursa de radiații optice luată în considerare va emite fotoni de lungimi de undă diferite.

Atunci când se scriu formule, lungimea de undă este reprezentată de simbolul λ (lambda).

C.1.2. Energia

Energia se măsoară în jouli (J). Poate fi utilizată pentru a indica energia fiecărui foton (care depinde de lungimea de undă a fotonului). Poate indica, de asemenea, energia conținută într-o anumită cantitate de fotoni, cum ar fi, de exemplu, un puls laser.

Energia se notează prin simbolul Q.

C.1.3. Alte mărimi fizice utile

Unghi aparent

Acesta reprezintă lățimea aparentă a unui obiect (de obicei, o sursă de radiații optice) observat dintr-o anumită poziție (de obicei, punctul în care se efectuează măsurătorile). Este calculat prin împărțirea lățimii reale a obiectului la distanța până la obiect. Este important ca ambele valori să fie date în aceleași unități. Indiferent de unitățile în care sunt date aceste valori, unghiul aparent rezultat este reprezentat în radiani (r).

Dacă obiectul este poziționat într-un anumit unghi față de privitor, unghiul aparent trebuie înmulțit cu cosinusul unghiului respectiv.

În directivă, unghiul aparent este reprezentat de simbolul α (alfa).

Unghi aparent solid

Acesta este echivalentul tridimensional al unghiului aparent. Suprafața obiectului este împărțită la pătratul distanței. Din nou, cosinusul unghiului de vizualizare poate fi utilizat pentru corectare atunci când vizualizarea se face în afara axei. Unitatea de măsură este steradianul (sr), iar simbolul este ω (omega).

Divergența fasciculului

Acesta este unghiul cu care deviază un fascicul de radiație optică pe măsură ce se îndepărtează de sursă. Poate fi calculat prin stabilirea lățimii fasciculului în două puncte, și împărțirea lățimii modificate cu distanța dintre puncte. Se măsoară în radiani.

C.1.4. Mărimi fizice utilizate pentru limitele de expunere

Puterea radiantă

În acest caz, puterea este definită ca viteza cu care energia străbate o anumită zonă din spațiu. Este măsurată în wați (W), 1 watt fiind egal cu 1 joule/secundă. Este reprezentată de simbolul Φ (phi).

Termenul „putere” se poate referi la puterea unui anumit fascicul de radiații optice, în acest caz fiind adeseori denumită putere EC. De exemplu, un laser EC cu o putere a fasciculului de 1 mW emite fotoni cu o energie totală de 1 mJ la fiecare secundă.

Puterea mai poate fi utilizată pentru a descrie un puls de radiație optică. De exemplu, dacă un laser emite un puls discret conținând 1 mJ de energie în 1 ms, puterea pulsului a fost de 1 W. Dacă pulsul ar fi fost emis într-un timp mai scurt, de exemplu 1 μ s, puterea ar fi fost de 1 000 W.

Densitatea de putere radiantă

Densitatea de putere radiantă poate fi considerată ca reprezentând viteza pe unitatea de suprafață cu care energia ajunge într-o anumită locație. Prin urmare, depinde de puterea radiației optice și de suprafața ocupată de fascicul pe zona în cauză. Este calculată prin împărțirea puterii la suprafață, rezultând unitatea de măsură watt pe metru pătrat ($W \cdot m^{-2}$). Este reprezentată de simbolul E.

Fluxul de energie radiantă

Fluxul de energie radiantă este cantitatea de energie pe unitatea de suprafață dintr-o locație dată. Este calculată prin înmulțirea densității de putere radiantă, în ($W \cdot m^{-2}$), cu durata expunerii (în secunde). Unitățile sale de măsură sunt exprimate în jouli pe metru pătrat ($J \cdot m^{-2}$). Este reprezentată de simbolul H.

Luminanța energetică

Luminanța energetică este o cantitate utilizată pentru a descrie concentrația unui fascicul de radiație optică. Poate fi calculată prin împărțirea densității de putere radiantă dintr-o anumită locație la unghiul solid al sursei, astfel cum este văzut din acea locație. Unitatea de măsură

este wattul pe metru pătrat pe steradian ($W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$). Este reprezentată de simbolul L.

C.1.5. Mărimi fizice spectrale și în bandă largă

Atunci când o sursă de radiații optice, precum un laser, emite la o singură lungime de undă (de exemplu, 633 nm), se înțelege că orice mărimi fizice menționate vor reprezenta descrieri ale emisiilor numai la acea lungime de undă. De exemplu, $\Phi = 5$ mW.

Atunci când sunt prezente mai multe lungimi de undă, fiecare lungime de undă discretă va fi caracterizată prin propriile sale mărimi. De exemplu, un laser poate emite 3 mW la 633 nm și 1 mW la 1 523 nm. Aceasta este o descriere a distribuției puterii spectrale a sursei, adesea notată Φ_{λ} . Este la fel de adevărată afirmația în cazul acestui laser că $\Phi = 4$ mW, aceasta fiind puterea radiantă totală; aceasta este o valoare în bandă largă.

Datele de bandă largă sunt calculate prin însumarea tuturor datelor spectrale din domeniul de lungimi de undă de interes.

C.1.6. Mărimi radiometrice și mărimi efective

Toate cantitățile discutate până în acest moment sunt mărimi fizice radiometrice. Datele radiometrice cuantifică și descriu o parte din caracteristicile unui câmp de radiații. Acestea nu indică neapărat efectele radiației asupra unui organism biologic. De exemplu, o densitate de putere radiantă de $1 W \cdot m^{-2}$ la 2 700 nm este mai periculoasă pentru corneea decât $1 W \cdot m^{-2}$ la 400 nm. Atunci când sunt necesare informații privind efectele biologice, se utilizează cantitățile efective. Multe dintre limitele de expunere sunt exprimate în cantități efective, rolul acestora fiind de a contribui la evitarea unui pericol biologic.

Cantitățile efective există numai atunci când cercetătorii cunosc modul în care capacitatea unui anumit efect variază în funcție de lungimea de undă. De exemplu, capacitatea radiației de a provoca fotocherită crește de la 250 nm la un maximum de 270 nm, apoi scade rapid la 400 nm. Atunci când este cunoscută, eficienței spectrale relative îi este atribuit simbolul S_{λ} , B_{λ} sau R_{λ} . Acestea reprezintă eficiențe spectrale relative care provoacă fotocherită/eritem, leziune fotochimică și leziune termică a retinei.

Valorile eficienței spectrale relative pot fi utilizate pentru a multiplica un set de date radiometrice spectrale și a produce date spectrale efective. Aceste date efective pot fi apoi însumate pentru a produce o cantitate efectivă în bandă largă, reprezentată adeseori de un indice al valorilor utilizate ale eficienței spectrale. De exemplu, simbolul L_B indică o valoare (L) a luminanței energetice în bandă largă care a fost ponderată spectral cu ajutorul valorilor de ponderare spectrală B_λ .

C.1.7. Luminanța

Un exemplu de mărime biologică efectivă care nu a fost menționată până în prezent este luminanța. Chiar dacă nu a fost utilizată pentru calcularea unei limite de expunere,

este foarte utilă pentru evaluarea preliminară a capacității surselor de lumină albă în bandă largă de a provoca leziuni ale retinei.

Luminanța are simbolul L_v , fiind măsurată în candelă pe metru pătrat ($\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$). Efectul biologic pe care îl descrie este iluminarea, astfel cum este percepută de ochiul adaptat la lumina zilei, și depinde de mărimea intensității luminoase (E_v , măsurată în lux), familiară mai multor specialiști din domeniul iluminării.

Relația poate fi descrisă ca $L_v = E_v/\omega$. Luminanța poate fi calculată cu ușurință dacă se cunosc intensitatea luminoasă a unei surse care atinge o suprafață, distanța până la sursă și dimensiunile acesteia.

Apendicele D. Exemple concrete

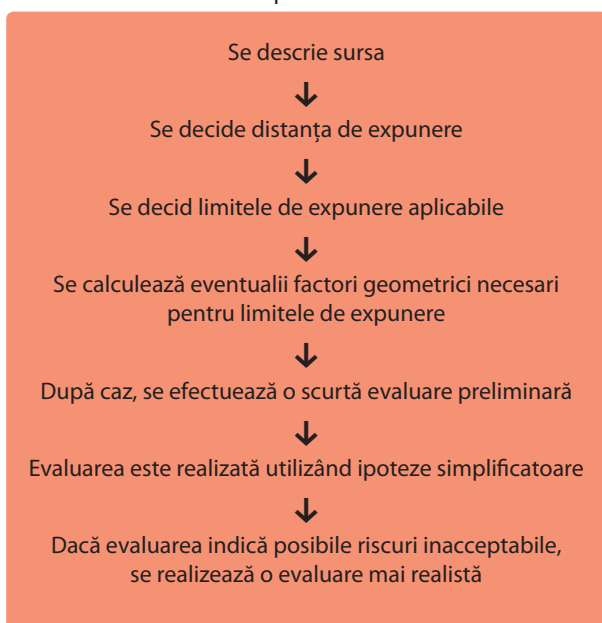
D.1. Activitate de birou

Următoarele exemple acoperă o varietate de surse de radiații optice comune care pot fi găsite în majoritatea sau în multe medii de lucru.

Riscurile cauzate de aceste surse simple au fost evaluate prin intermediul unei metode comune. Această metodă este descrisă în detaliu mai jos, iar principiile sale au fost utilizate la fiecare dintre exemplele ulterioare.

D.1.1. Explicarea metodei generale

Metoda generală este inspirată din EN 62471 (2008) dar, oricând este posibil, propune ipoteze simplificatoare prudente în ceea ce privește prevenirea pericolelor de leziuni ale retinei. Explicația de mai jos este oarecum completă, deoarece a fost concepută pentru a fi aplicabilă tuturor exemplelor ulterioare. Evaluarea de risc este realizată într-un număr de etape:



Mai întâi, sursa este descrisă și i se prezintă dimensiunile. Aceste dimensiuni vor fi necesare dacă sursa emite în domeniile spectrale vizibil sau IRA.

Trebuie luată o decizie privind distanța la care se efectuează evaluarea de risc; distanța de măsurare aleasă este de obicei una realistă, chiar dacă ușor pesimistă, fiind cea mai mică distanță la care o persoană se poate apropia de sursă (nu este aleasă cea mai mică distanță posibilă).

Alegerea limitelor de expunere

Care limite de expunere sunt cele adecvate? Având în vedere cea mai gravă expunere posibilă, atunci când o persoană privește sursa timp de 8 ore, și având în vedere tabelul 1.1 din directivă:

Index	Lungime de undă (nm)	Unități	Părți ale corpului	Pericol	Caracter adecvat?
a	180-400 (UVA, UVB, UVC)	J·m ⁻²	cornee conjunctivă cristalin piele	fotocheratită fotoconjunctivită cataractă eritem elastoza cancer de piele	Da, dacă sursa emite UVR
b	315-400 (UVA)	J·m ⁻²	cristalin	cataractă	Da, dacă sursa emite UVR
c	300-700 (lumină albastră) (unde $\alpha \geq 11$ mrad și $t \leq 10\,000$ s)	W·m ⁻² ·sr ⁻¹	retină	fotoretinită	Nu, cazul cel mai defavorabil este expunerea cea mai lungă.
d	300-700 (lumină albastră) (unde $\alpha \geq 11$ mrad și $t > 10\,000$ s)	W·m ⁻² ·sr ⁻¹			Da, dacă sursa emite în domeniul vizibil. Această limită se referă la cazul defavorabil al unei expuneri de 8 ore.
e	300-700 (lumină albastră) (unde $\alpha < 11$ mrad și $t \leq 10\,000$ s)	W·m ⁻²			Ocazional, deoarece sursele comune sunt de obicei destul de mari.
f	300-700 (lumină albastră) (unde $\alpha < 11$ mrad și $t > 10\,000$ s)	W·m ⁻²			
g	380-1 400 (vizibil și IRA) (pentru $t > 10$ s)	W·m ⁻² ·sr ⁻¹	retină	arsuri ale retinei	Da, dacă sursa emite în domeniul vizibil. Această limită se referă la cazul defavorabil al unei expuneri de 8 ore.
h	380-1 400 (vizibil și IRA) (pentru $t 10\ \mu\text{s}-10$ s)	W·m ⁻² ·sr ⁻¹			Nu, cazul cel mai defavorabil este expunerea cea mai lungă.
i	380-1 400 (vizibil și IRA) (pentru $t < 10\ \mu\text{s}$)	W·m ⁻² ·sr ⁻¹			
j	780-1 400 (IRA) (pentru $t > 10$ s)	W·m ⁻² ·sr ⁻¹	retină	arsuri ale retinei	Ocazional, deoarece sursele comune emit de obicei radiații vizibile, limitele g , h și I fiind astfel mai adecvate.
k	780-1 400 (IRA) (pentru $t 10\ \mu\text{s}-10$ s)	W·m ⁻² ·sr ⁻¹			
l	780-1 400 (IRA) (pentru $t < 10\ \mu\text{s}$)	W·m ⁻² ·sr ⁻¹			
m	780-1 400 (IRA, IRB) (pentru $t \leq 1\,000$ s)	W·m ⁻²	cornee cristalin	arsuri corneene	
n	780-3 000 (IRA, IRB) (pentru $t > 1\,000$ s)	W·m ⁻²			
o	380-3 000 (vizibil, IRA, IRB)	J·m ⁻²	piele	arsuri	Ocazional, deoarece pericol există doar în cazul surselor industriale care generează cantități mari de căldură.

Prin urmare, se aplică limitele de expunere **a** și **b** (dacă sursa emite UVR), și/sau limitele **d** și **g** (dacă sursa emite radiații vizibile și IRA).

În situații excepționale, pot fi adecvate alte limite de expunere, cum ar fi limita de expunere **c**, care este utilizată dacă limita de expunere **d** urmează să fie depășită; limita de expunere **h** este utilizată dacă limita de expunere **g** urmează să fie depășită. Aceste circumstanțe devin aparente numai în cursul evaluării de risc.

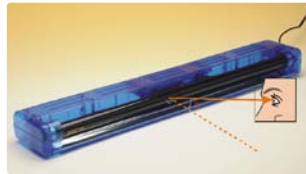
Aceste limite de expunere presupun utilizarea unor curbe de ponderare spectrală $S(\lambda)$, $B(\lambda)$ și $R(\lambda)$. Acești factori sunt explicați în secțiunea 5.2. Utilizarea lor va necesita utilizarea unor date spectrale.

Factori geometrici

Dacă sursa emite radiații vizibile și/sau IRR, limitele de expunere adecvate și cantitățile radiometrice vor depinde de factori geometrici care trebuie să fie calculați. Unii dintre acești factori sunt definiți în directivă, în timp ce alții sunt explicați în EN 62471 (2008). Dacă sursa emite exclusiv UVR, toți acești factori sunt irelevanți.

Factorii geometrici sunt:

- θ (unghiul între perpendiculara pe suprafața sursei și raza vizuală utilizată pentru măsurare)
(a se vedea diagrama din dreapta)
- Z (dimensiunea medie a sursei)
- α (unghiul subîntins de sursă)
- C_a (factor dependent de α)
- ω (unghiul solid subîntins de sursă)



Înainte de calculul oricărui dintre acești factori, este important de observat dacă sursa emite sau nu un câmp relativ omogen în spațiu. Dacă sursa este omogenă, se consideră că toate dimensiunile (lungime, lățime etc.) se referă la întreaga suprafață a sursei. Dacă se constată că sursa nu este omogenă (de exemplu, o lampă strălucitoare în fața unui reflector slab), aceste dimensiuni trebuie să fie considerate ca aparținând numai zonei celei mai strălucitoare. Atunci când o sursă conține două sau mai multe corpuri radiante, fiecare dintre acestea poate fi tratat ca sursă separată, care produce o cantitate proporțională din emisiile măsurate.

Pentru a calcula Z:
lungimea aparentă, l , a sursei = lungimea reală $\times \cos\theta$
lățimea aparentă, w , a sursei = lățimea reală $\times \cos\theta$
Z este media l și w
Rețineți că:
<ul style="list-style-type: none">dacă sursa este privită perpendicular pe suprafața sa, $\cos\theta = 1$dacă sursa este circulară și privită la 90°, Z este egal cu diametrul
Zona aparentă A a sursei este egală cu:
Suprafața reală $\times \cos\theta$ (în cazul unei surse circulare), sau
$l \times w$, în cazul altor surse
Dacă distanța până la sursă = r , iar toate dimensiunile au fost măsurate în aceleași unități, atunci:
$\alpha = Z/r$, în radiani (rad)
$\omega = A/r^2$ în steradiani (sr)
C_a se bazează pe α și este utilizat exclusiv pentru a calcula o valoare a limitelor de expunere la pericolul de leziune termică a retinei. Deoarece toate evaluările din acest caz se bazează pe simplificarea ipotezelor explicate mai jos, C_a nu este calculat.

Evaluare preliminară

Conform ICNIRP, organismul care a stabilit limitele de expunere, nu este necesară realizarea unei evaluări spectrale complete în ceea ce privește pericolele de leziune a retinei provocate de surse generale de iluminare cu „lumină albă” având o luminanță de $< 10^4 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$. Aceasta include sursele de lumină incandescentă nefiltrată, fluorescente, și lămpile cu arc.

Această limită orientativă nu va fi utilizată pentru evaluarea riscurilor generate de radiații ultraviolete. Totuși, poate fi utilizată pentru a se decide dacă este necesară sau nu evaluarea completă a riscurilor generate de emisii vizibile și IRR.

Pentru a aplica această limită orientativă, densitatea de putere radiantă spectrală cuprinsă între 380-760 nm poate fi ponderată de funcția de eficiență luminoasă fotică CIE (Commission Internationale de l'Éclairage), $V(\lambda)$, iar apoi însumată pentru a se calcula densitatea de putere radiantă efectivă fotică E_v . Aceasta este exprimată în $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$, iar apoi este înmulțită cu un factor standard al eficacității luminoase de $683 \text{ lm}\cdot\text{W}^{-1}$, rezultând intensitatea luminoasă (în lux). Luminanța este egală cu iluminarea, împărțită la ω .

Totuși, trebuie remarcat că nu este obligatorie efectuarea de măsurători spectrale pentru a se afla iluminarea unui

corp de iluminat – orice luxmetru de calitate și bine calibrat trebuie să poată determina această valoare. Astfel, evaluarea preliminară devine rapidă și ușor de aplicat.

Date necesare

În general, trebuie găsite datele care acoperă domeniul spectral complet al tuturor limitelor de expunere aplicabile. În scenariul cel mai nefavorabil, pot fi necesare datele cuprinse între 180 nm și 1 400 nm.

Domeniul spectral în care sunt necesare date poate fi restrâns. Acest lucru este evident atunci când o anumită limită de expunere nu se aplică; dacă o sursă nu emite UVR, atunci sunt necesare numai datele cuprinse între 400 și 1 400 nm.

De asemenea, este posibil ca o sursă să prezinte emisii zero într-o anumită zonă a domeniului spectral. De exemplu,

- LED-urile emit adesea într-un interval destul de îngust de lungimi de undă. Dacă un LED verde urmează a fi evaluat, poate fi suficientă doar o măsurare între 400 și aproximativ 600 nm, presupunându-se că datele din afara acestui interval sunt zero;
- sursele care emit sub 254 nm sunt foarte rare, existând puține șanse să fie întâlnite în cele mai multe locuri de muncă;
- multe corpuri de iluminat sunt acoperite cu sticlă, care previne emisiile sub aproximativ 350 nm;
- cu excepția surselor incandescente, majoritatea surselor comune vor avea emisii IRR neglijabile.

În orice caz, după ce domeniul spectral al datelor a fost decis, acestea trebuie să fie obținute (prin măsurători sau alte mijloace). Cele mai utile date sunt reprezentate de densitatea de putere radiantă spectrală. Aceste date pot fi ponderate utilizând funcțiile $[S(\lambda), B(\lambda), R(\lambda)]$ și eventual $V(\lambda)$ corespunzătoare limitelor expunerii care sunt folosite. Ulterior, datele ponderate se însumează.

Ipoteze simplificatoare

Aceste ipoteze au fost utilizate pentru a simplifica procesul de măsurare și evaluare în domeniul spectral vizibil. Acestea nu sunt necesare dacă singurul pericol luat în considerare este cel provenit de la radiațiile UVR.

Orice măsurări ale densității de putere radiante spectrale trebuie efectuate cu un instrument adecvat: în cazul

limitelor de expunere ale retinei, instrumentul trebuie să aibă un câmp vizual limitat la valorile specifice ale lui γ , în funcție de durata prevăzută a expunerii. În cazul limitei de expunere d , această durată va fi de 8 ore. În cazul limitei de expunere g , durata maximă a expunerii care trebuie să fie luată în considerare este de 10 secunde, limita fiind constantă peste această durată.

Tabelul 2.5 al directivei prezintă valorile adecvate ale lui γ :

- $\gamma = 110$ mrad pentru limite ale expunerii la pericol de leziune fotochimică a retinei (de exemplu, limita d pentru expuneri de 10 000 s).
- $\gamma = 11$ mrad pentru limite ale expunerii la pericol de leziune termică a retinei (de exemplu, limita g pentru expuneri de 10 s).

Aceste cerințe privind câmpul vizual pot părea să necesite seturi multiple de măsurători. Cu toate acestea, dacă sursa reală subîntinde un unghi care este mai mare decât γ , măsurarea cu un câmp vizual nerestricționat va colecta o parte mai mare din iluminarea energetică, în vederea asigurării unui caracter prudent al evaluării de risc. Aceasta va permite efectuarea tuturor calculelor pe baza unui singur set de date de măsurare, obținute cu un câmp vizual nerestricționat.

Pentru a calcula luminanța pe baza datelor privind densitatea de putere radiantă, aceasta din urmă se împarte la un unghi solid. Acest unghi solid trebuie să reprezinte fie valoarea reală a lui ω , fie o valoare bazată pe γ , fiind selectată valoarea cea mai mare.

- În cazul limitei de expunere d , câmpul vizual ar fi trebuit să fie $\gamma = 110$ mrad, ceea ce corespunde unui unghi solid = 0,01 sr.
- În cazul limitei de expunere g , câmpul vizual ar fi trebuit să fie $\gamma = 11$ mrad, ceea ce corespunde unui unghi solid = 0,0001 sr.

În exemplele de mai jos, aceste valori vor fi menționate ca:

$\omega =$ unghiul solid real subîntins de sursă

$\omega_B = 0,01$ sr sau ω , oricare este mai mare

$\omega_R = 0,0001$ sr sau ω , oricare este mai mare

Aceste ipoteze simplificatoare pot conduce la rezultate mărite artificial în ceea ce privește sursele neomogene mai mari decât γ . Dacă o astfel de sursă este evaluată și limita de expunere pare a fi fost depășită, poate fi necesară repetarea măsurătorilor, cu câmpul vizual limitat la o valoare adecvată a lui γ .

Comparația cu limitele de expunere

Limita a
Limita de expunere este $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$
Dacă densitatea de putere radiantă efectivă E_{eff} este exprimată în $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$, atunci timpul expunerii maxime permise (EMP), în secunde, este de $30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}/E_{\text{eff}}$
Dacă aceasta depășește 8 ore, nu există riscul ca limita de expunere să fie depășită la distanța r.
Limita b
Limita de expunere este $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$
Dacă densitatea de putere radiantă efectivă E_{UVA} este exprimată în $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$, atunci timpul expunerii maxime permise (EMP), în secunde, este de $10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}/E_{\text{UVA}}$
Dacă aceasta depășește 8 ore, nu există riscul ca limita de expunere să fie depășită la distanța r.
Limita d
Limita de expunere este $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$
Dacă luminanța efectivă L_b este mai mică decât limita de expunere, nu există riscul ca limita de expunere să fie depășită. Aceasta se aplică tuturor distanțelor, atâ timp cât θ rămâne identic.
Limita g
Limita de expunere este $2,8 \times 10^7/C_a$. În acest caz, C_a depinde de α . Limita de expunere cea mai restrictivă apare când $\alpha \geq 100 \text{ mrad}$. În acest caz $C_a = 100 \text{ mrad}$, iar limita de expunere este de $280\,000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.
Dacă luminanța energetică efectivă L_R este mai mică decât limita de expunere, nu există riscul ca limita de expunere să fie depășită. Aceasta se aplică tuturor distanțelor, atâ timp cât θ rămâne identic.

Dacă limitele de expunere sunt depășite

Limita luminanței energetice stabilite de ICNIRP
Dacă luminanța sursei depășește $10^4 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$, evaluarea trebuie să fie repetată cu date suficiente, pentru a permite compararea cu limitele de expunere d și g.
Limita a
Dacă perioada EMP este mai mică de 8 ore, este necesar să se demonstreze că ocuparea personală reală la r este mai mică decât perioada EMP.
Limita b
Dacă perioada EMP este mai mică de 8 ore, este necesar să se demonstreze că ocuparea personală reală la r este mai mică decât perioada EMP. În acest caz, ocuparea poate exclude orice perioadă petrecută cu fața neorientată spre sursă.
Dacă sursa este foarte puternică, se poate presupune că reacția de respingere va limita episoadele de expunere la 0,25 secunde.
Limita d
Dacă L_b este mai mare decât limita de expunere, trebuie să se calculeze un timp EMP. Acesta are la bază limita de expunere c.
Limita de expunere c este $L_b \leq 10^6/t$. Prin urmare, timpul EMP (în secunde) $t_{\text{max}} \leq 10^6/L_b$. Va fi apoi necesar să se demonstreze că ocuparea reală personală de-a lungul câmpului vizual θ este mai mică decât t_{max} . În acest caz, ocuparea poate exclude orice perioadă petrecută cu fața neorientată spre sursă.
Dacă sursa este foarte puternică, se poate presupune că reacția de respingere va limita episoadele de expunere la 0,25 secunde.
Poate fi folosită și limita de expunere e: relațiile $\alpha = Z/r$ și $L_b = E_b/\omega$ trebuie să fie utilizate pentru a se calcula o distanță la care $\alpha = 11 \text{ mrad}$. Dacă la această distanță sau o distanță mai mare $E_b \leq 10 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$, limitele de expunere nu sunt depășite dincolo de acest punct.
Limita g
Dacă L_R este mai mare decât limita de expunere, este posibil ca aceasta să fi fost prea restrictivă. Dacă sursa subîntinsă α este mai mică de 100 mrad , se recalculează limita de expunere.
Dacă L_R continuă să fie mai mare decât limita de expunere, trebuie să se calculeze un timp EMP. Acesta are la bază limita de expunere h.
Limita de expunere h este $L_R \leq 5 \times 10^7/c_a t^{0.25}$. Prin urmare, timpul EMP (în secunde) $t_{\text{max}} \leq (5 \times 10^7/c_a L_R)^4$. Se utilizează $c_a = \alpha$. Va fi apoi necesar să se demonstreze că ocuparea reală personală de-a lungul câmpului vizual θ este mai mică decât t_{max} . În acest caz, ocuparea poate exclude orice perioadă petrecută cu fața neorientată spre sursă.
Dacă sursa este foarte puternică, se poate presupune că reacția de respingere va limita episoadele de expunere la 0,25 secunde.

D.1.2. Formatul exemplilor

Exemplele detaliate din continuare au fost descrise într-o serie de etape similare celor utilizate mai sus. În cazurile în care a fost propusă o ipoteză simplificatoare, exemplul a fost detaliat complet, dar etapele care nu sunt necesare atunci când ipotezele sunt acceptate au fost prezentate pe un fond de culoare gri, permițând astfel demonstrarea aplicabilității oricăreia dintre ipotezele inițiale.

Un rezumat al rezultatelor acestor exemple este prezentat la sfârșitul prezentului apendice.

D.1.3. Lămpi fluorescente de plafon, montate în spatele unui difuzor



Se montează un set de lămpi fluorescente de iluminat general, cu puterea de 3×36 W, într-un corp de iluminat de plafon care măsoară $57,5 \text{ cm} \times 117,5 \text{ cm}$. Corpul de iluminat are un difuzor de plastic care acoperă lămpile în întregime. Astfel, sursa este relativ omogenă.

Alegerea limitelor de expunere

Acest tip de lampă nu emite cantități semnificative de radiații infraroșii. Orice eventual pericol va apărea ca urmare a expunerii la lungimi de undă vizibile sau ultraviolete. De asemenea, lungimile de undă ultraviolete vor fi atenuate de difuzorul de plastic. Se aplică numai limita **d**.

Factori geometrici

Densitatea de putere radiantă spectrală se va măsura la o distanță de 100 cm de lampă, în direcție perpendiculară pe aceasta.

Comparația cu limitele de expunere

Limita a		
Limita de expunere este $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → Timpul EMP este > 8 ore
Limita b		
Limita de expunere este $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 17 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ → Timpul EMP este > 8 ore
Limita d		
Limita de expunere este $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_{\text{B}} = 0,5 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Limita de expunere nu este depășită
Limita g		
Limita de expunere este $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_{\text{R}} = 8 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Limita de expunere nu este depășită

Sursa are o dimensiune medie de 87,5 cm.

Prin urmare, $\alpha = 0,875$ rad.

Sursa are o suprafață de $6\,756 \text{ cm}^2$.

Prin urmare, $\omega = 0,68$ sr.

Prin urmare, $\omega_{\text{b}} = 0,68$ sr și $\omega_{\text{r}} = 0,68$ sr.

Evaluare preliminară

Densitatea de putere radiantă efectivă fotică măsurată este de $1\,477 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$. Aceasta este echivalentă cu o iluminare de 1 009 lux.

Prin urmare, luminanța acestei surse este de $1\,009/0,68 = 1\,484 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$.

Nu este necesară o evaluare suplimentară.

Date radiometrice

Valorile densității de putere radiantă efectivă măsurate sunt:

Densitate de putere radiantă efectivă $E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă UVA, $E_{\text{UVA}} = 17 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (lumină albastră), $E_{\text{B}} = 338 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (leziune termică), $E_{\text{R}} = 5\,424 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ipoteze simplificatoare

Luminanță energetică efectivă (lumină albastră), $L_{\text{B}} = 338 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,68 \text{ sr} = 0,5 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Luminanță energetică efectivă (leziune termică), $L_{\text{R}} = 5\,424 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,68 \text{ sr} = 8 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

D.1.4. Lampă unică de plafon fluorescentă, fără difuzor

Se montează o singură lampă fluorescentă de iluminat general, cu dimensiunea de 153 cm × 2 cm și puterea de 58 W, într-un corp de iluminat de plafon care măsoară 153 × 13 cm, care include reflectoare în spatele lămpii și se deschide frontal. Sursa nu este omogenă, iar lampa reprezintă cea mai puternică sursă de lumină a acesteia.



A se vedea și exemplul D.1.5.

Alegerea limitelor de expunere

Acest tip de lampă nu emite cantități semnificative de radiații infraroșii. Orice eventual pericol va apărea ca urmare a expunerii la lungimi de undă vizibile sau ultraviolete. Se aplică limitele **a**, **b** și **d**.

Factori geometrici

Densitatea de putere radiantă spectrală se va măsura la o distanță de 100 cm de lampă, în direcție perpendiculară pe aceasta.

Lampa are o dimensiune medie de 77,5 cm.
Prin urmare, $\alpha = 0,775$ rad.

Lampa are o suprafață de 306 cm².
Prin urmare, $\omega = 0,03$ sr.
 $\omega_b = 0,03$ sr și $\omega_r = 0,03$ sr.

Evaluare preliminară

Densitatea de putere radiantă efectivă fotopică măsurată este de 1 640 mW·m⁻². Aceasta este echivalentă cu o iluminare de 1 120 lux.

Prin urmare, luminanța acestei surse este de 1 120/0,03 = 37 333 cd·m⁻².

Pare a fi necesară o evaluare suplimentară a pericolului de leziune a retinei. Trebuie evaluate, de asemenea, datele UVR.

Date radiometrice

Valorile densității de putere radiantă efectivă măsurate sunt:

Densitate de putere radiantă efectivă $E_{\text{eff}} = 600 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă UVA, $E_{\text{UVA}} = 120 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (lumină albastră),
 $E_b = 561 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (leziune termică),
 $E_r = 7 843 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ipoteze simplificatoare

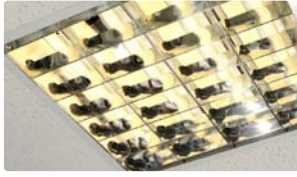
Luminanță energetică efectivă (lumină albastră),
 $L_b = 561 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,03 \text{ sr} = 19 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Luminanță energetică efectivă (leziune termică),
 $L_r = 7843 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,03 \text{ sr} = 261 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Comparația cu limitele de expunere

Limita a		
Limita de expunere este $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 600 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → Timpul EMP este > 8 ore
Limita b		
Limita de expunere este $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 120 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ → Timpul EMP este > 8 ore
Limita d		
Limita de expunere este $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 19 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Limita de expunere nu este depășită
Limita g		
Limita de expunere este $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_r = 261 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Limita de expunere nu este depășită

D.1.5. Grup de lămpi de plafon fluorescente, fără difuzor



Se montează patru lămpi fluorescente de iluminat general, cu dimensiunea de 57 cm × 2 cm și puterea de 18 W, într-un corp de iluminat de plafon măsurând 57 × 57 cm, care include reflectoare în spatele fiecărei lămpi și se deschide frontal. Acesta este foarte asemănător corpului de iluminat din exemplul D.1.4, cu excepția faptului că lămpile sunt fabricate de un producător diferit. Sursa nu este omogenă, cele patru lămpi reprezentând cele mai puternice surse de lumină.

Alegerea limitelor de expunere

Acest tip de lampă nu emite cantități semnificative de radiații infraroșii. Orice eventual pericol va apărea ca urmare a expunerii la lungimi de undă vizibile sau ultraviolete. Se aplică limitele **a**, **b** și **d**.

Factori geometrici

Densitatea de putere radiantă spectrală se va măsura la o distanță de 100 cm de lampă, în direcție perpendiculară pe aceasta.

Fiecare lampă are o dimensiune medie de 29,5 cm.

Prin urmare, $\alpha = 0,295$ rad.

Fiecare lampă are o suprafață de 114 cm².

Prin urmare, $\omega = 0,011$ sr.

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

Evaluare preliminară

Densitatea de putere radiantă efectivă fotică măsurată este de 1 788 mW·m⁻². Aceasta provine de la patru lămpi: deoarece sunt surse vizuale separate, fiecare lampă contribuie cu 447 mW·m⁻² la total. Aceasta este echivalentă cu o iluminare de 305 lux per lampă.

Prin urmare, luminanța fiecărei lămpi este de $305/0,011 = 28\ 000$ cd·m⁻².

Este necesară o evaluare suplimentară a pericolului de leziune a retinei. Trebuie evaluate, de asemenea, datele UVR.

Date radiometrice

Valorile densității de putere radiantă efectivă măsurate sunt:

Densitate de putere radiantă efectivă $E_{\text{eff}} = 1,04$ mW·m⁻²

Densitate de putere radiantă UVA, $E_{\text{UVA}} = 115$ mW·m⁻²

Densitate de putere radiantă efectivă (lumină albastră), $E_b = 555$ mW·m⁻² = 139 mW·m⁻² per lampă.

Densitate de putere radiantă efectivă (leziune termică), $E_r = 8\ 035$ mW·m⁻² = 2 009 mW·m⁻² per lampă.

Ipoteze simplificatoare

Luminanță energetică efectivă (lumină albastră), $L_b = 139$ mW·m⁻²/0,011 sr = 13 W·m⁻²·sr⁻¹.

Luminanță energetică efectivă (leziune termică), $L_r = 2\ 009$ mW·m⁻²/0,011 sr = 183 W·m⁻²·sr⁻¹.

Comparația cu limitele de expunere

Limita a

Limita de expunere este $H_{\text{eff}} = 30$ J·m⁻² → $E_{\text{eff}} = 1,04$ mW·m⁻² → Timpul EMP este 8 ore. Există riscul depășirii limitei de expunere

Chiar dacă expunerea continuă la 100 cm este improbabilă în practică, trebuie să fie luată în considerare dacă în mediu sunt prezente alte surse UVR.

Limita b

Limita de expunere este $H_{\text{UVA}} = 10^4$ J·m⁻² → $E_{\text{UVA}} = 115$ mW·m⁻² → Timpul EMP este > 8 ore

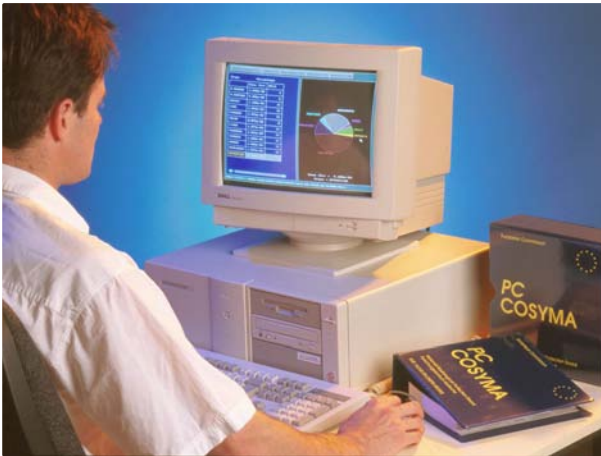
Limita d

Limita de expunere este 100 W·m⁻²·sr⁻¹ → $L_b = 13$ W·m⁻²·sr⁻¹ → Limita de expunere nu este depășită

Limita g

Limita de expunere este 280 kW·m⁻²·sr⁻¹ → $L_r = 183$ W·m⁻²·sr⁻¹ → Limita de expunere nu este depășită

D.1.6. Ecran de afișaj cu tub catodic



Un calculator personal este dotat cu un monitor cu tub catodic.

Alegerea limitelor de expunere

Tuburile catodice nu emit cantități semnificative de radiații ultraviolete sau infraroșii. Orice eventual pericol va apărea ca urmare a expunerii la lungimi de undă vizibile. Se aplică limita **d**.

Factori geometrici

Pentru a produce imagini color, ecranul combină trei culori primare. Scenariul cel mai nefavorabil este atunci când sunt prezente toate cele trei culori primare – rezultă o imagine albă. Densitatea de putere radiantă spectrală se va măsura la o distanță de 10 cm de un dreptunghi alb omogen, în direcție perpendiculară pe acesta.

Sursa are o dimensiune medie de 17 cm.
Prin urmare, $\alpha = 1,7$ rad.

Sursa are o suprafață de 250 cm².
Prin urmare, $\omega = 2,5$ sr.
Prin urmare, $\omega_b = 2,5$ sr și $\omega_r = 2,5$ sr.

Evaluare preliminară

Densitatea de putere radiantă efectivă fotică măsurată este de 64 mW·m⁻². Aceasta este echivalentă cu o iluminare de 43 lux.
Prin urmare, luminanța acestei surse este de 43/2,5 = 17 cd·m⁻².

Nu este necesară o evaluare suplimentară.

Date radiometrice

Valorile densității de putere radiantă efectivă măsurate sunt:

Densitate de putere radiantă efectivă $E_{\text{eff}} = 130 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă UVA, $E_{\text{UVA}} = 8 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (lumină albastră), $E_b = 61 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (leziune termică), $E_r = 716 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ipoteze simplificatoare

Luminanță energetică efectivă (lumină albastră), $L_b = 61 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/2,5 \text{ sr} = 24 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Luminanță energetică efectivă (leziune termică), $L_r = 716 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/2,5 \text{ sr} = 286 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Comparația cu limitele de expunere

Limita a		
Limita de expunere este $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 130 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → Timpul EMP este > 8 ore
Limita b		
Limita de expunere este $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 8 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ → Timpul EMP este > 8 ore
Limita d		
Limita de expunere este $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 24 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Limita de expunere nu este depășită
Limita g		
Limita de expunere este $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_r = 286 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Limita de expunere nu este depășită

D.1.7. Ecran de laptop



Un laptop este dotat cu un ecran LCD (cu cristale lichide).

Alegerea limitelor de expunere

Ecranele LCD nu emit cantități semnificative de radiații ultraviolete sau infraroșii. Orice eventual pericol va apărea ca urmare a expunerii la lungimi de undă vizibile. Se aplică limita **d**.

Factori geometrici

Pentru a produce imagini color, ecranul LCD combină trei culori primare. Scenariul cel mai nefavorabil este atunci când sunt prezente toate cele trei culori primare – rezultă o imagine albă. Densitatea de putere radiantă spectrală se va măsura la o distanță de 10 cm de un dreptunghi alb omogen, în direcție perpendiculară pe acesta.

Sursa are o dimensiune medie de 13 cm.

Prin urmare, $\alpha = 1,3$ rad.

Sursa are o suprafață de 173 cm^2 .

Prin urmare, $\omega = 1,7$ sr.

Prin urmare, $\omega_b = 1,7$ sr și $\omega_R = 1,7$ sr.

Evaluare preliminară

Densitatea de putere radiantă efectivă fotică măsurată este de $134 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$. Aceasta este echivalentă cu o iluminare de 92 lux.

Prin urmare, luminanța acestei surse este de $92/1,7 = 54 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$.

Nu este necesară o evaluare suplimentară.

Date radiometrice

Valorile densității de putere radiantă efectivă măsurate sunt:

Densitate de putere radiantă efectivă $E_{\text{eff}} = 70 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă UVA, $E_{\text{UVA}} = 4 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (lumină albastră), $E_b = 62 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (leziune termică), $E_R = 794 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ipoteze simplificatoare

Luminanță efectivă (lumină albastră), $L_b = 62 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/1,7 \text{ sr} = 36 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Luminanță efectivă (leziune termică), $L_R = 794 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/1,7 \text{ sr} = 467 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Comparația cu limitele de expunere

Limita a			
Limita de expunere este $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 70 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Timpul EMP este > 8 ore
Limita b			
Limita de expunere este $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 4 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Timpul EMP este > 8 ore
Limita d			
Limita de expunere este $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 36 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Limita de expunere nu este depășită
Limita g			
Limita de expunere este $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 467 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Limita de expunere nu este depășită

D.1.8. Proiector pentru utilizare exterioară conținând o lampă cu halogenuri metalice



Se introduce o lampă cu halogenură metalică de 70 W într-un corp de iluminat care mai conține un retroreflector, cu dimensiunea de 18 × 18 cm, și un capac transparent. Ansamblul este destinat

montării pe parapete aflate în construcție și iluminării zonei de la bază. Sursa nu este omogenă – zona cea mai puternică este arcul, considerat a fi aproximativ sferic și cu un diametru de aproximativ 5 mm.

Alegerea limitelor de expunere

Orice eventual pericol va apărea ca urmare a expunerii la lungimi de undă vizibile sau ultraviolete. Lămpile cu halogenuri metalice produc o mare cantitate de ultraviolete; lampa din acest exemplu este dotată cu o carcasă exterioară care poate reduce emisiile, iar corpul de iluminat este dotat cu un capac prevăzut în același scop, dar acestea nu previn emisiile de UVA într-o măsură suficientă pentru a nu fi periculoase. Se aplică limitele **b**, **d** și **g**.

Factori geometrici

Densitatea de putere radiantă spectrală se va măsura la o distanță de 100 cm de lampă, în direcție perpendiculară pe aceasta.

Arcul are o dimensiune medie de 0,5 cm.

Prin urmare, $\alpha = 0,005$ rad. Aceasta reprezintă mai puțin de 11 mrad, ceea ce înseamnă că limita **d** poate fi înlocuită de limita **f** dacă se dorește vizualizarea fixă a sursei. Nu este

cazul aici, ceea ce înseamnă că pentru evaluare va fi utilizată limita **d**. A se vedea nota 2 la tabelul 1.1 din directivă.

Sursa are o suprafață de 0,2 cm².

Prin urmare, $\omega = 0,00002$ sr.

Prin urmare, $\omega_b = 0,01$ sr și $\omega_r = 0,0001$ sr.

Evaluare preliminară

Densitatea de putere radiantă efectivă fotică măsurată este de 4 369 mW·m⁻². Aceasta este echivalentă cu o iluminare de 2 984 lux.

Prin urmare, luminanța acestei surse este de

$$2\,984/0,00002 = 149\,000\,000 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}.$$

Este necesară o evaluare suplimentară a pericolului de leziune a retinei, rămânând a fi evaluat eventualul pericol presupus de radiațiile UVR.

Date radiometrice

Valorile densității de putere radiantă efectivă măsurate sunt:

$$\text{Densitate de putere radiantă efectivă } E_{\text{eff}} = 110 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$$

$$\text{Densitate de putere radiantă UVA, } E_{\text{UVA}} = 915 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$$

$$\text{Densitate de putere radiantă efectivă (lumină albastră), } E_b = 2\,329 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$$

$$\text{Densitate de putere radiantă efectivă (leziune termică), } E_r = 30\,172 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$$

Ipoteze simplificatoare

$$\text{Luminanță efectivă (lumină albastră), } L_b = 2\,329 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 233 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}.$$

$$\text{Luminanță efectivă (leziune termică), } L_r = 30\,172 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,0001 \text{ sr} = 302 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}.$$

Comparația cu limitele de expunere

Limita a		
Limita de expunere este $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 110 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → Timpul EMP este > 8 ore
Limita b		
Limita de expunere este $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 915 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ → Timpul EMP este 3 ore.
Totuși, strălucirea intensă a lămpii poate limita fiecare episod de expunere la aproximativ 0,25 s.		
Limita d		
Limita de expunere este $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 233 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Limita de expunere este depășită
Prin urmare, pentru calcularea timpului EMP se utilizează limita c.		
Limita c		
Limita de expunere este $L_b < 10^6/t \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$t_{\text{max}} = 10^6/L_b$ → Timpul EMP pentru această sursă este de aproximativ 70 de minute
Totuși, strălucirea intensă a lămpii poate limita fiecare episod de expunere la aproximativ 0,25 s.		
Rețineți că dacă se dorește vizualizarea fixă, t_{max} bazat pe limita e = $100/E_b$ sau aproximativ 40 de secunde.		
Limita g		
Limita de expunere este $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_r = 302 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Limita de expunere este depășită ca urmare a ipotezei simplificatoare conform căreia $\alpha > 0,1$ rad.

Dacă limita de expunere se recalculează pe baza α real (= 5 mrad), o limită de expunere mai realistă poate fi 5 600 kW·m⁻²·sr⁻¹. În acest caz, limita de expunere nu este depășită

D.1.9. Proiector pentru utilizare exterioară conținând o lampă fluorescentă compactă



Se introduce o lampă compactă fluorescentă, cu dimensiuni de 3×13 cm și o putere de 26 W, într-un corp de iluminat care mai conține un retroreflector simplu și un capac transparent. Ansamblul este destinat montării pe parapete aflate în construcție și iluminării zonei de la bază. Lampa este cea mai puternică sursă de radiații a acestei surse neomogene.

Alegerea limitelor de expunere

Acest tip de lampă nu emite cantități semnificative de radiații infraroșii. Orice eventual pericol va apărea ca urmare a expunerii la lungimi de undă vizibile sau ultraviolete. De asemenea, lungimile de undă ultraviolete vor fi atenuate de difuzorul de plastic. Se aplică limita **d**.

Factori geometrici

Densitatea de putere radiantă spectrală se va măsura la o distanță de 100 cm de lampă, în direcție perpendiculară pe aceasta.

Comparația cu limitele de expunere

Limita a			
Limita de expunere este $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Timpul EMP este > 8 ore
Limita b			
Limita de expunere este $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 2 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Timpul EMP este > 8 ore
Limita d			
Limita de expunere este $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 15 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Limita de expunere nu este depășită
Limita g			
Limita de expunere este $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_r = 503 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Limita de expunere nu este depășită

Sursa are o dimensiune medie de 8 cm.

Prin urmare, $\alpha = 0,08$ rad.

Sursa are o suprafață de 39 cm^2 .

Prin urmare, $\omega = 0,0039$ sr.

Prin urmare, $\omega_b = 0,01$ sr și $\omega_r = 0,0039$ sr.

Evaluare preliminară

Densitatea de putere radiantă efectivă fotică măsurată este de $366 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$. Aceasta este echivalentă cu o iluminare de 250 lux.

Prin urmare, luminanța acestei surse este de $250/0,0039 = 64\,000 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$.

Este necesară o evaluare suplimentară a pericolului de leziune a retinei.

Date radiometrice

Valorile densității de putere radiantă efectivă măsurate sunt:

Densitate de putere radiantă efectivă $E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă UVA, $E_{\text{UVA}} = 2 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (lumină albastră), $E_b = 149 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (leziune termică), $E_r = 1\,962 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ipoteze simplificatoare

Luminanță efectivă (lumină albastră), $L_b = 149 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 15 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Luminanță efectivă (leziune termică), $L_r = 1962 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,0039 \text{ sr} = 503 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

D.1.10. Capcană electronică pentru insecte



Capcanele electronice pentru insecte (CEI) utilizează adesea lămpi cu descărcare în mercur de joasă presiune, care emit UVA și în domeniul de lumină albastră a spectrului, pentru a atrage insectele către un filament sub înaltă tensiune. Capcana din exemplu consumă 25 W și conține două lămpi, fiecare cu dimensiuni de 26×1 cm, montate pe un plan orizontal, la o distanță de 10 cm.

Alegerea limitelor de expunere

CEI trebuie să fie conforme cu standardul de produs EN 60335-2-59, care specifică că densitatea de putere radiantă UVR_{eff} la 1 m trebuie să fie $\leq 1 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$. Prin urmare, nu este necesară luarea în considerare a limitei **a**. Limita **b** se aplică în continuare. Deoarece aceasta nu este o sursă de lumină albă, luminanța nu poate fi utilizată ca măsură de control. Cu toate acestea, CEI produc de obicei un stimul vizual redus, nefiind necesară luarea în considerare a pericolului de leziune a retinei.

Comparația cu limitele de expunere

Limita a		
Limita de expunere este $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → Timpul EMP este > 8 ore
Limita b		
Limita de expunere este $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 34 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ → Timpul EMP este > 8 ore
Limita d		
Limita de expunere este $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_{\text{b}} = 0,85 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Limita de expunere nu este depășită
Limita g		
Limita de expunere este $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_{\text{r}} = 33 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Limita de expunere nu este depășită

Factori geometrici

Densitatea de putere radiantă spectrală se va măsura la o distanță de 100 cm de CEI. Deoarece CEI este destinat montării pe perete, se va măsura de la înălțimea aproximativă a capului. Astfel, detectorul va fi orientat către CEI, la un unghi de aproximativ 30° de orizontală. Deoarece lămpile din interiorul CEI au o secțiune transversală circulară, se poate presupune în continuare că acestea sunt privite la un unghi de 90° .

Fiecare lampă are o dimensiune medie de 13,5 cm.

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

Fiecare lampă are o suprafață aparentă de 26 cm^2 .

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

Prin urmare, $\omega_{\text{b}} = 0,01 \text{ sr}$ și $\omega_{\text{r}} = 0,0026 \text{ sr}$.

Date radiometrice

Valorile densității de putere radiantă efectivă măsurate sunt:

Densitate de putere radiantă efectivă $E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă UVA, $E_{\text{UVA}} = 34 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (lumină albastră), $E_{\text{b}} = 17 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} = 8,5 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ per lampă.

Densitate de putere radiantă efectivă (leziune termică), $E_{\text{r}} = 172 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} = 86 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ per lampă.

Ipoteze simplificatoare

Luminanță efectivă (lumină albastră), $L_{\text{b}} = 8,5 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 0,85 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Luminanță efectivă (leziune termică), $L_{\text{r}} = 86 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,0026 \text{ sr} = 33 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

D.1.11. Lampă de plafon



Un proiector de plafon conține o lampă de halogen cu tungsten, cu o putere de 50 W, închisă într-un corp de iluminat dotat cu un reflector dicroic și un capac frontal din sticlă. Corpul de iluminat închis are un diametru de 4 cm. Când este aprinsă, sursa pare a fi omogenă.

Alegerea limitelor de expunere

Orice eventual pericol va apărea ca urmare a expunerii la lungimi de undă vizibile (lămpile halogen cu tungsten produc o anumită cantitate de ultraviolete, dar corpul din acest exemplu are un capac frontal care va reduce emisiile). Se aplică limitele **d** și **g**.

Factori geometrici

Densitatea de putere radiantă spectrală se va măsura la o distanță de 100 cm de lampă, în direcție perpendiculară pe aceasta.

Sursa are o dimensiune medie de 4 cm.

Prin urmare, $\alpha = 0,04$ rad.

Sursa are o suprafață de 13 cm².

Prin urmare, $\omega = 0,001$ sr.

Prin urmare, $\omega_b = 0,01$ sr și $\omega_r = 0,001$ sr.

Evaluare preliminară

Densitatea de putere radiantă efectivă fotică măsurată este de 484 mW·m⁻². Aceasta este echivalentă cu o iluminare de 331 lux.

Prin urmare, luminanța acestei surse este de $331/0,001 = 331\ 000$ cd·m⁻².

Este necesară o evaluare suplimentară a pericolului de leziune a retinei.

Date radiometrice

Valorile densității de putere radiantă efectivă măsurate sunt:

Densitate de putere radiantă efectivă $E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă UVA, $E_{\text{UVA}} = 12 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (lumină albastră), $E_b = 129 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (leziune termică), $E_r = 2\ 998 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ipoteze simplificatoare

Luminanță efectivă (lumină albastră), $L_b = 129 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 12,9 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Luminanță efectivă (leziune termică), $L_r = 2\ 998 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,001 \text{ sr} = 2\ 998 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}$

Comparația cu limitele de expunere

Limita a			
Limita de expunere este $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Timpul EMP este > 8 ore
Limita b			
Limita de expunere este $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 12 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Timpul EMP este > 8 ore
Limita d			
Limita de expunere este $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 12,9 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Limita de expunere nu este depășită
Limita g			
Limita de expunere este $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_r = 2\ 998 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Limita de expunere nu este depășită

D.1.12. Lampă de birou



Este o lampă de birou care conține o lampă standard cu tungsten, introdusă într-un corp de iluminat cu deschidere frontală. Corpul de iluminat are un diametru de 17 cm. Lampa de 60 W, cu un strat difuz, are un diametru de 5,5 cm. Sursa nu este omogenă, lampa fiind un emițător mai puternic decât reflectorul.

Alegerea limitelor de expunere

Orice eventual pericol va apărea ca urmare a expunerii la lungimi de undă vizibile (filamentele cu tungsten produc unele emisii de ultraviolete, dar învelișul de sticlă va avea rol de filtru). Se aplică limitele **d** și **g**.

Factori geometrici

Densitatea de putere radiantă spectrală se va măsura la o distanță de 50 cm de lampă, în direcție perpendiculară pe aceasta.

Sursa are o dimensiune medie de 5,5 cm.
Prin urmare, $\alpha = 0,11$ rad.

Sursa are o suprafață de 24 cm².

Prin urmare, $\omega = 0,0096$ sr.

Prin urmare, $\omega_b = 0,01$ sr și $\omega_r = 0,0096$ sr.

Evaluare preliminară

Densitatea de putere radiantă efectivă fotică măsurată este de 522 mW·m⁻². Aceasta este echivalentă cu o iluminare de 357 lux.

Prin urmare, luminanța acestei surse este de $357/0,006 = 37\ 188$ cd·m⁻².

Este necesară o evaluare suplimentară a pericolului de leziune a retinei.

Date radiometrice

Valorile densității de putere radiantă efectivă măsurate sunt:

Densitate de putere radiantă efectivă $E_{\text{eff}} = 50 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă UVA, $E_{\text{UVA}} = 18 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (lumină albastră),
 $E_b = 92 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (leziune termică),
 $E_r = 4\ 815 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ipoteze simplificatoare

Luminanță efectivă (lumină albastră),
 $L_b = 92 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,1 \text{ sr} = 0,92 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Luminanță efectivă (leziune termică),
 $L_r = 4\ 815 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,0096 \text{ sr} = 501 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Comparația cu limitele de expunere

Limita a		
Limita de expunere este $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 50 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → Timpul EMP este > 8 ore
Limita b		
Limita de expunere este $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 18 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ → Timpul EMP este > 8 ore
Limita d		
Limita de expunere este $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 0,92 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Limita de expunere nu este depășită
Limita g		
Limita de expunere este $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_r = 501 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Limita de expunere nu este depășită

D.1.13. Lampă de birou cu „spectru diurn”



Este o lampă de birou care conține o lampă cu tungsten de 60 W, introdusă într-un corp de iluminat cu deschidere frontală. Lampa este acoperită cu un strat de vopsea pentru a oferi o lumină similară celei diurne, dar nu are capacitatea de a transmite lumina în mod difuz. Corpul de iluminat are un diametru

de 14 cm. Sursa nu este omogenă. Atunci când lampa este aprinsă, filamentul se distinge cu claritate. Dimensiunile filamentului sunt dificil de descris, dar sunt de aproximativ 3 cm în lungime și de 0,5 mm în diametru.

Alegerea limitelor de expunere

Orice eventual pericol va apărea ca urmare a expunerii la lungimi de undă vizibile (filamentele cu tungsten produc unele emisii de ultraviolete, dar învelișul de sticlă va avea rol de filtru). Se aplică limitele **d** și **g**.

Factori geometrici

Densitatea de putere radiantă spectrală se va măsura la o distanță de 50 cm de lampă, în direcție perpendiculară pe aceasta.

Filamentul are o dimensiune medie de 1,5 cm.
Prin urmare, $\alpha = 0,03$ rad.

Filamentul are o suprafață de 0,15 cm².

Prin urmare, $\omega = 0,00006$ sr.

Prin urmare, $\omega_b = 0,01$ sr și $\omega_r = 0,0001$ sr.

Evaluare preliminară

Densitatea de putere radiantă efectivă fotică măsurată este de 559 mW·m⁻². Aceasta este echivalentă cu o iluminare de 383 lux.

Prin urmare, luminanța acestei surse este de $382/0,00006 = 6\,000\,000$ cd·m⁻².

Este necesară o evaluare suplimentară a pericolului de leziune a retinei.

Date radiometrice

Valorile densității de putere radiantă efectivă măsurate sunt:

Densitate de putere radiantă efectivă $E_{\text{eff}} = 110 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă UVA, $E_{\text{UVA}} = 26 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (lumină albastră), $E_b = 138 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (leziune termică), $E_r = 5\,172 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ipoteze simplificatoare

Luminanță efectivă (lumină albastră), $L_b = 138 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 14 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Luminanță efectivă (leziune termică), $L_r = 5\,172 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,0001 \text{ sr} = 52 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Comparația cu limitele de expunere

Limita a			
Limita de expunere este $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 110 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Timpul EMP este > 8 ore
Limita b			
Limita de expunere este $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 26 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Timpul EMP este > 8 ore
Limita d			
Limita de expunere este $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 14 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Limita de expunere nu este depășită
Limita g			
Limita de expunere este $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_r = 52 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Limita de expunere nu este depășită

D.1.14. Fotocopiator



Fotocopiatorul conține o sursă de lumină de scanare sub forma a două benzi luminoase. Aceste benzi au o lungime de 21 cm și sunt amplasate la o distanță de 1,5 cm. Sunt vizibile în partea stângă a capacului de sticlă al fotocopiatorului din figura de mai sus. Fiecare bandă luminoasă are o lățime de aproximativ 3 mm.

Alegerea limitelor de expunere

Orice eventual pericol va apărea ca urmare a expunerii la lungimi de undă vizibile (capacul din sticlă ar trebui să reducă emisiile ultraviolete). Se aplică limitele **d** și **g**.

Factori geometrici

Densitatea de putere radiantă spectrală se va măsura la o distanță de 30 cm de capacul din sticlă. Distanța dintre capacul din sticlă și sursa de radiații optice este neglijabilă. Măsurătorile se efectuează cu fața direct la sursă; această metodă nu este realistă, deoarece expunerea umană tinde să aibă loc la un anumit unghi.

Fiecare sursă are o dimensiune medie de 10,7 cm.

Prin urmare, $\alpha = 0,36$ rad.

Fiecare sursă are o suprafață de $6,3 \text{ cm}^2$.

Prin urmare, $\omega = 0,007$ sr.

Prin urmare, $\omega_b = 0,01$ sr și $\omega_r = 0,007$ sr.

Evaluare preliminară

Densitatea de putere radiantă efectivă fotopică măsurată este de $197 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$. Aceasta provine de la două benzi: deoarece sunt surse vizuale separate, fiecare bandă contribuie cu $98,5 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ la total. Aceasta este echivalentă cu o iluminare de 67 lux per lampă.

Prin urmare, luminanța acestei surse este de $67/0,007 = 9\,643 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$.

Nu este necesară o evaluare suplimentară.

Date radiometrice

Valorile densității de putere radiantă efectivă măsurate sunt:

Densitate de putere radiantă efectivă $E_{\text{eff}} = 10 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă UVA, $E_{\text{UVA}} = 22 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (lumină albastră), $E_b = 124 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} = 62 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ per bandă.

Densitate de putere radiantă efectivă (leziune termică), $E_r = 1\,606 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} = 803 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ per bandă.

Ipoteze simplificatoare

Luminanță efectivă (lumină albastră), $L_b = 62 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 6,2 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Luminanță efectivă (leziune termică), $L_r = 803 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,007 \text{ sr} = 115 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Comparația cu limitele de expunere

Limita a		
Limita de expunere este $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → Timpul EMP este > 8 ore
Limita b		
Limita de expunere este $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 22 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ → Timpul EMP este > 8 ore
Limita d		
Limita de expunere este $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 6,2 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Limita de expunere nu este depășită
Limita g		
Limita de expunere este $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_r = 115 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Limita de expunere nu este depășită

D.1.15. Proiector digital de birou



Un proiector de 150 W este dotat cu o lentilă frontală de proiecție cu un diametru de 4,7 cm.

A se vedea și exemplul D.1.16.

Proiectorul creează imagini prin combinarea celor trei culori. Scenariul cel mai nefavorabil este atunci când sunt prezente toate cele trei culori, conducând la proiectarea unei imagini albe. Pentru crearea unei imagini albe poate fi utilizat un program de prelucrare grafică. Densitatea de putere radiantă spectrală se va măsura la o distanță de 200 cm de proiector, acesta fiind focalizat pentru a produce cea mai mică imagine clară posibilă la acea distanță. Lentila proiectorului are un diametru aparent de 4,7 cm. Cu toate acestea, atunci când este utilizată, lentila nu pare a fi iluminată omogen. Principala zonă iluminată are o lățime de aproximativ 3 cm.

Alegerea limitelor de expunere

Acest tip de sursă nu emite cantități măsurabile de ultraviolete sau infraroșii, iar orice eventual pericol va apărea ca urmare a expunerii la lungimi de undă vizibile. Se aplică limitele de expunere **d** și **g**.

Factori geometrici

Imaginile color sunt produse prin combinarea celor trei culori primare. Scenariul cel mai nefavorabil este atunci

când sunt prezente toate cele trei culori primare – rezultă o imagine albă. Densitatea de putere radiantă spectrală se va măsura la o distanță de 200 cm de lampă, în direcție perpendiculară pe aceasta.

Sursa are o dimensiune medie de 3 cm.

Prin urmare, $\alpha = 0,02$ rad.

Sursa are o suprafață de 7 cm^2 .

Prin urmare, $\omega = 0,0001$ sr.

Prin urmare, $\omega_b = 0,01$ sr și $\omega_r = 0,0001$ sr.

Evaluare preliminară

Densitatea de putere radiantă efectivă fotică măsurată este de $2\,984 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$. Aceasta este echivalentă cu o iluminare de 2 038 lux.

Prin urmare, luminanța acestei surse este de $2\,038/0,0001 = 20\,000\,000 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$.

Este necesară o evaluare suplimentară a pericolului de leziune a retinei.

Date radiometrice

Valorile densității de putere radiantă efectivă măsurate sunt:

Densitate de putere radiantă efectivă $E_{\text{eff}} = 30 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă UVA, $E_{\text{UVA}} = 1,0 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (lumină albastră), $E_b = 2\,237 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (leziune termică), $E_r = 24\,988 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ipoteze simplificatoare

Luminanță efectivă (lumină albastră), $L_b = 2\,237 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 224 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Luminanță efectivă (leziune termică), $L_r = 24\,988 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,0001 \text{ sr} = 250 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Comparația cu limitele de expunere

Limita a			
Limita de expunere este $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Timpul EMP este > 8 ore
Limita b			
Limita de expunere este $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 1 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Timpul EMP este > 8 ore
Limita d			
Limita de expunere este $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 224 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Limita de expunere este depășită
Prin urmare, pentru calcularea timpului EMP se utilizează limita c			
Limita c			
Limita de expunere este $L_b < 10^6/t \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$t_{\text{max}} = 10^6/L_b$	→ Timpul EMP pentru această sursă este de aproximativ 70 de minute
Totuși, strălucirea intensă a acestei surse poate limita fiecare episod de expunere la aproximativ 0,25 s.			
Limita g			
Limita de expunere este $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_r = 250 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Limita de expunere nu este depășită

D.1.16. Proiector digital portabil



Un proiector digital portabil de 180 W are o lentilă de proiecție frontală cu un diametru de 3,5 cm. A se vedea și exemplul D.1.15.

Proiectorul creează imagini prin combinarea celor trei culori. Scenariul cel mai nefavorabil este atunci când sunt prezente toate cele trei culori, conducând la proiectarea unei imagini albe. Pentru crearea unei imagini albe poate fi utilizat un program de prelucrare grafică. Densitatea de putere radiantă spectrală se va măsura la o distanță de 200 cm de proiector, acesta fiind focalizat pentru a produce cea mai mică imagine clară posibilă la acea distanță. Lentila proiectorului are un diametru de 3,5 cm și pare a produce un flux omogen în timpul utilizării.

Alegerea limitelor de expunere

Acest tip de sursă nu emite cantități măsurabile de ultraviolete sau infraroșii, iar orice eventual pericol va apărea ca urmare a expunerii la lungimi de undă vizibile. Se aplică limitele de expunere **d** și **g**.

Factori geometrici

Imaginile color sunt produse prin combinarea celor trei culori primare. Scenariul cel mai nefavorabil este atunci când sunt prezente toate cele trei culori primare – rezultă

o imagine albă. Densitatea de putere radiantă spectrală se va măsura la o distanță de 200 cm de lampă, în direcție perpendiculară pe aceasta.

Sursa are o dimensiune medie de 3,5 cm.

Prin urmare, $\alpha = 0,02$ rad.

Sursa are o suprafață de 9,6 cm².

Prin urmare, $\omega = 0,0002$ sr.

Prin urmare, $\omega_B = 0,01$ sr și $\omega_R = 0,0002$ sr.

Evaluare preliminară

Densitatea de putere radiantă efectivă fotică măsurată este de 681 mW·m⁻². Aceasta este echivalentă cu o iluminare de 465 lux.

Prin urmare, lumananța acestei surse este de 465/0,0002 = 2 325 000 cd·m⁻².

Este necesară o evaluare suplimentară a pericolului de leziune a retinei.

Date radiometrice

Valorile densității de putere radiantă efectivă măsurate sunt:

Densitate de putere radiantă efectivă $E_{\text{eff}} = > 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă UVA, $E_{\text{UVA}} = 0,5 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (lumină albastră), $E_B = 440 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (leziune termică), $E_R = 5 333 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ipoteze simplificatoare

Luminanță efectivă (lumină albastră), $L_B = 440 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 44 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Luminanță efectivă (leziune termică), $L_R = 5 333 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,0002 \text{ sr} = 27 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Comparația cu limitele de expunere

Limita a		
Limita de expunere este $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → Timpul EMP este > 8 ore
Limita b		
Limita de expunere este $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 1 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ → Timpul EMP este > 8 ore
Limita d		
Limita de expunere este $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_B = 44 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Limita de expunere nu este depășită
Limita g		
Limita de expunere este $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 27 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Limita de expunere nu este depășită

D.1.17. Tablă albă digitală interactivă pentru conferințe



O tablă digitală interactivă de perete are dimensiuni de 113×65 cm.

Alegerea limitelor de expunere

Acest tip de sursă nu emite cantități măsurabile de ultraviolete sau infraroșii, iar orice eventual pericol va apărea ca urmare a expunerii la lungimi de undă vizibile. Se aplică numai limita de expunere **d**.

Factori geometrici

Pentru a produce imagini color, tabla combină trei culori primare. Scenariul cel mai nefavorabil este atunci când sunt prezente toate cele trei culori primare – rezultă o imagine albă. Densitatea de putere radiantă spectrală se va măsura la o distanță de 200 cm de sursă, în direcție perpendiculară pe aceasta.

Sursa are o dimensiune medie de 89 cm.

Prin urmare, $\alpha = 0,45$ rad.

Sursa are o suprafață de $7\,345$ cm².

Prin urmare, $\omega = 0,18$ sr.

Prin urmare, $\omega_b = 0,18$ sr și $\omega_r = 0,18$ sr.

Evaluare preliminară

Densitatea de putere radiantă efectivă fotică măsurată este de 11 mW·m⁻². Aceasta este echivalentă cu o iluminare energetică de 8 lux.

Prin urmare, luminanța acestei surse este de $8/0,18 = 44$ cd·m⁻².

Nu este necesară o evaluare suplimentară.

Date radiometrice

Valorile densității de putere radiantă efectivă măsurate sunt:

Densitate de putere radiantă efectivă $E_{\text{eff}} < 10$ μW·m⁻²

Densitate de putere radiantă UVA, $E_{\text{UVA}} = 250$ μW·m⁻²

Densitate de putere radiantă efectivă (lumină albastră), $E_b = 10$ mW·m⁻²

Densitate de putere radiantă efectivă (leziune termică), $E_r = 112$ mW·m⁻²

Ipoteze simplificatoare

Luminanță efectivă (lumină albastră), $L_b = 10$ mW·m⁻²/0,18 sr = 56 mW·m⁻²·sr⁻¹.

Luminanță efectivă (leziune termică), $L_r = 112$ mW·m⁻²/0,18 sr = $0,6$ W·m⁻²·sr⁻¹.

Comparația cu limitele de expunere

Limita a		
Limita de expunere este $H_{\text{eff}} = 30$ J·m ⁻²	→	$E_{\text{eff}} < 10$ μW·m ⁻² → Timpul EMP este > 8 ore
Limita b		
Limita de expunere este $H_{\text{UVA}} = 10^4$ J·m ⁻²	→	$E_{\text{UVA}} = 250$ μW·m ⁻² → Timpul EMP este > 8 ore
Limita d		
Limita de expunere este 100 W·m ⁻² ·sr ⁻¹	→	$L_b = 56$ mW·m ⁻² ·sr ⁻¹ → Limita de expunere nu este depășită
Limita g		
Limita de expunere este 280 kW·m ⁻² ·sr ⁻¹	→	$L_r = 0,6$ W·m ⁻² ·sr ⁻¹ → Limita de expunere nu este depășită

D.1.18. Lampă fluorescentă compactă montată în plafon



Se montează o pereche de lămpi fluorescente compacte, cu dimensiuni de 2 cm × 13 cm și putere de 26 W, într-un corp de iluminat cu deschidere frontală, încastat în plafon. Corpul de

iluminat conține un retroreflector și are un diametru de 17 cm. Retroreflectorul este de înaltă calitate, iar sursa pare a fi aproape omogenă. Din motive de prudență, va fi evaluat pornind de la premisa că nu este omogen.

Alegerea limitelor de expunere

Acest tip de lampă nu emite cantități semnificative de radiații infraroșii. Orice eventual pericol va apărea ca urmare a expunerii la lungimi de undă vizibile sau ultraviolete. Se aplică limitele **a**, **b** și **d**.

Factori geometrici

Densitatea de putere radiantă spectrală se va măsura la o distanță de 100 cm de lampă, în direcție perpendiculară pe aceasta.

Fiecare lampă are o dimensiune medie de 7,5 cm.

Prin urmare, $\alpha = 0,075$ rad.

Fiecare lampă are o suprafață de 26 cm².

Prin urmare, $\omega = 0,0026$ sr.

Prin urmare, $\omega_b = 0,01$ sr și $\omega_r = 0,0026$ sr.

Evaluare preliminară

Densitatea de putere radiantă efectivă fotică măsurată este de 1 558 mW·m⁻². Aceasta provine de la două lămpi: deoarece sunt surse vizuale separate, fiecare lampă contribuie cu 779 mW·m⁻² la total. Aceasta este echivalentă cu o iluminare de 532 lux per lampă.

Prin urmare, lumananța fiecărei lămpi este de 532/0,0026 = 204 615 cd·m⁻².

Este necesară o evaluare suplimentară a pericolului de leziune a retinei. UVR trebuie în continuare să fie evaluate.

Date radiometrice

Valorile densității de putere radiantă efectivă măsurate sunt:

Densitate de putere radiantă efectivă $E_{\text{eff}} = 40 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă UVA, $E_{\text{UVA}} = 55 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (lumină albastră), $E_b = 321 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} = 161 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ per lampă

Densitate de putere radiantă efectivă (leziune termică), $E_R = 5 580 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} = 2 790 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ per lampă.

Ipoteze simplificatoare

Luminanță efectivă (lumină albastră), $L_b = 161 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 16 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Luminanță efectivă (leziune termică), $L_R = 2 790 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,0026 \text{ sr} = 1 073 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Comparația cu limitele de expunere

Limita a		
Limita de expunere este $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 40 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → Timpul EMP este > 8 ore
Limita b		
Limita de expunere este $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 55 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ → Timpul EMP este > 8 ore
Limita d		
Limita de expunere este $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 16 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Limita de expunere nu este depășită
Limita g		
Limita de expunere este $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 1 073 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Limita de expunere nu este depășită

D.1.19. Indicator LED

O tastatură de calculator conține LED-uri verzi, utilizate ca indicatoare de avertizare. Fiecare LED este o sursă separată, cu dimensiuni de 1×4 mm.



Alegerea limitelor de expunere

LED-urile emit numai într-o bandă îngustă de lungimi de undă. Deoarece acesta este verde, nu vor exista emisii de ultraviolete sau infraroșii. Se aplică numai limita **d**.

Factori geometrici

Densitatea de putere radiantă spectrală se va măsura la o distanță de 5 mm de LED, în direcție perpendiculară pe acesta.

Corpul de iluminat are o dimensiune medie de 2,5 mm.
Prin urmare, $\alpha = 0,5$ rad.

Corpul de iluminat are o suprafață de 4 mm^2 .

Prin urmare, $\omega = 0,16$ sr.

Prin urmare, $\omega_b = 0,16$ sr și $\omega_r = 0,16$ sr.

Evaluare preliminară

Densitatea de putere radiantă efectivă foticică măsurată este de $30 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$. Aceasta este echivalentă cu o iluminare de 20 lux.

Prin urmare, lumananța acestei surse este de $20/0,16 = 125 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$.

Nu este necesară o evaluare suplimentară.

Date necesare

Valorile densității de putere radiantă efectivă măsurate sunt:

Densitate de putere radiantă efectivă $E_{\text{eff}} < 10 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă UVA, $E_{\text{UVA}} = 40 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (lumină albastră), $E_b = 190 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (leziune termică), $E_r = 35 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ipoteze simplificatoare

Luminanță energetică efectivă (lumină albastră), $L_b = 190 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}/0,16 \text{ sr} = 1,2 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Luminanță energetică efectivă (leziune termică), $L_r = 35 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,16 \text{ sr} = 0,22 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Comparația cu limitele de expunere

Limita a		
Limita de expunere este $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} < 10 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → Timpul EMP este > 8 ore
Limita b		
Limita de expunere este $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 40 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → Timpul EMP este > 8 ore
Limita d		
Limita de expunere este $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 1,2 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Limita de expunere nu este depășită
Limita g		
Limita de expunere este $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_r = 0,22 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Limita de expunere nu este depășită

D.1.20. PDA

Un asistent digital personal (PDA) are un ecran care măsoară 5 cm × 3,5 cm.



Alegerea limitelor de expunere

PDA-urile nu emit cantități semnificative de radiații ultraviolete sau infraroșii. Orice eventual pericol va apărea ca urmare a expunerii la lungimi de undă vizibile. Se aplică limita **d**.

Factori geometrici

Pentru a produce imagini color, ecranul combină trei culori primare. Scenariul cel mai nefavorabil este atunci când sunt prezente toate cele trei culori primare – rezultă o imagine albă. Densitatea de putere radiantă spectrală se va măsura la o distanță de 2 cm de un ecran cât mai alb posibil, în direcție perpendiculară pe acesta.

Sursa are o dimensiune medie de 4,25 cm.

Prin urmare, $\alpha = 2,1$ rad.

Sursa are o suprafață de 17,5 cm².

Prin urmare, $\omega = 4,4$ sr.

Prin urmare, $\omega_b = 4,4$ sr și $\omega_r = 4,4$ sr.

Evaluare preliminară

Densitatea de putere radiantă efectivă fotică măsurată este de 47 mW·m⁻². Aceasta este echivalentă cu o iluminare de 32 lux.

Prin urmare, luminanța acestei surse este de 32/4,4 = 7,3 cd·m⁻².

Nu este necesară o evaluare suplimentară.

Date necesare

Valorile densității de putere radiantă efectivă măsurate sunt:

Densitate de putere radiantă efectivă $E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă UVA, $E_{\text{UVA}} = 30 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (lumină albastră), $E_b = 27 \text{mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (leziune termică), $E_r = 330 \text{mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ipoteze simplificatoare

Luminanță efectivă (lumină albastră), $L_b = 27 \text{mW}\cdot\text{m}^{-2}/4,4 \text{sr} = 6 \text{mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

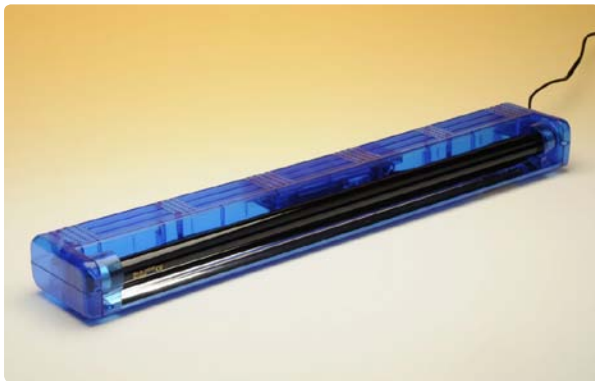
Luminanță efectivă (leziune termică), $L_r = 330 \text{mW}\cdot\text{m}^{-2}/4,4 \text{sr} = 75 \text{mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Comparația cu limitele de expunere

Limita a				
Limita de expunere este $H_{\text{eff}} = 30 \text{J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→	Timpul EMP este > 8 ore
Limita b				
Limita de expunere este $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 30 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→	Timpul EMP este > 8 ore
Limita d				
Limita de expunere este $100 \text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 6 \text{mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	Limita de expunere nu este depășită
Limita g				
Limita de expunere este $280 \text{kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_r = 75 \text{mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	Limita de expunere nu este depășită

D.1.21. Sursă de lumină neagră UVA

Luminile ultraviolete UVA sunt adesea reprezentate de lămpi cu descărcare în mercur, care emit în spectrul UVA cu emisii vizibile foarte reduse. Acestea sunt utilizate pentru a induce fluorescență într-un număr de scopuri (testare nedestructivă, detectarea falsurilor, inscripționare, efecte de scenă). Sursa din exemplu conține o lampă de 20 W care măsoară $55 \times 2,5$ cm. Lampa este montată pe un soclu deschis (fără capac din sticlă/plastic așezat peste lampă).



Alegerea limitelor de expunere

Această sursă este similară cu o lampă fluorescentă, dar cu emisiile vizibile suprimate în favoarea UVA. Prin urmare, nu este necesară analizarea pericolelor de leziune a retinei, și se aplică limitele **a** și **b**. Nu se impune evaluarea luminanței, aceasta nefiind o sursă de lumină albă.

Factori geometrici

Densitatea de putere radiantă spectrală se va măsura la o distanță de 50 cm de lampă.

Lampa are o dimensiune medie de 29 cm.

Prin urmare, $\alpha = 0,575$ rad.

Fiecare lampă are o suprafață aparentă de 138 cm^2 .

Prin urmare, $\omega = 0,055$ sr.

Prin urmare, $\omega_b = 0,055$ sr și $\omega_r = 0,055$ sr.

Date radiometrice

Valorile densității de putere radiantă efectivă măsurate sunt:

Densitate de putere radiantă efectivă $E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă UVA, $E_{\text{UVA}} = 176 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (lumină albastră), $E_b = 3 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$.

Densitate de putere radiantă efectivă (leziune termică), $E_r = 14 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$.

Ipoteze simplificatoare

Luminanță efectivă (lumină albastră), $L_b = 3 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,055 \text{ sr} = 55 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Luminanță efectivă (leziune termică), $L_r = 14 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,055 \text{ sr} = 255 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Comparația cu limitele de expunere

Limita a				
Limita de expunere este $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→	Timpul EMP este > 8 ore
Limita b				
Limita de expunere este $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 176 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→	Timpul EMP este > 8 ore
Limita d				
Limita de expunere este $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 55 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	Limita de expunere nu este depășită
Limita g				
Limita de expunere este $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_r = 255 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	Limita de expunere nu este depășită

D.1.22. Corp de iluminat stradal care conține o lampă cu halogenuri metalice



Un corp de iluminat stradal conține o lampă cu halogenură metalică de 150 W, montată într-o carcasă înconjurată de fante din metal argintat. Fantele sunt direcționate în jos și sunt amplasate la o distanță de 2,5 cm.

Lampa are aproximativ 1×2 cm și este montată în interiorul unei carcase secundare de 8×5 cm. Întregul corp de iluminat este introdus într-un cadru din plastic rezistent la intemperii. Sursa nu este omogenă – zona cea mai strălucitoare este becul lămpii interioare. Lampa poate fi privită direct, prin fante, la un unghi adecvat.

Alegerea limitelor de expunere

Orice eventual pericol va apărea ca urmare a expunerii la lungimi de undă vizibile sau ultraviolete. Lămpile cu halogenuri metalice produc o mare cantitate de ultraviolete; lampa din acest exemplu este dotată cu o carcasă exterioară care poate reduce emisiile, iar corpul de iluminat este dotat cu un capac prevăzut în același scop, dar acestea nu previn emisiile de UVA într-o măsură suficientă pentru a nu fi periculoase. Se aplică limitele **b**, **d** și **g**.

Factori geometrici

Deoarece carcasa lămpii este destinată utilizării pe un stâlp de iluminat, scenariul de expunere cel mai nefavorabil (privirea directă prin fante) este posibil numai la distanțe de aproximativ 7 m. Cu toate acestea, datele de

densitate de putere radiantă spectrală vor fi măsurate la o distanță de 100 cm de lampă, privind prin fante.

Arcul are o dimensiune medie de 1,5 cm.

Prin urmare, $\alpha = 0,015$ rad.

Sursa are o suprafață de 2 cm^2 .

Prin urmare, $\omega = 0,0002$ sr.

Prin urmare, $\omega_b = 0,01$ sr și $\omega_r = 0,0002$ sr.

Evaluare preliminară

Densitatea de putere radiantă efectivă fotică măsurată este de $327 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$. Aceasta este echivalentă cu o iluminare de 223 lux.

Prin urmare, luminanța acestei surse este de $223/0,0002 = 1\,115\,000 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$.

Este necesară o evaluare suplimentară a pericolului de leziune a retinei, rămânând a fi evaluat eventualul pericol presupus de radiațiile UVR.

Date radiometrice

Valorile densității de putere radiantă efectivă măsurate sunt:

Densitate de putere radiantă efectivă $E_{\text{eff}} = 7 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă UVA, $E_{\text{UVA}} = 29 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (lumină albastră), $E_b = 86 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Densitate de putere radiantă efectivă (leziune termică), $E_r = 1\,323 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ipoteze simplificatoare

Luminanță efectivă (lumină albastră), $L_b = 86 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 8,6 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Luminanță efectivă (leziune termică), $L_r = 1\,323 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,0002 \text{ sr} = 6,7 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.

Comparația cu limitele de expunere

Limita a			
Limita de expunere este $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 7 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Timpul EMP este > 8 ore
Limita b			
Limita de expunere este $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 29 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Timpul EMP este > 8 ore
Limita d			
Limita de expunere este $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 8,6 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Limita de expunere nu este depășită
Limita g			
Limita de expunere este $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_r = 6,7 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Limita de expunere nu este depășită

D.1.23. Rezumat al datelor utilizate în exemple

Datele prezentate anterior în cele 18 exemple pot fi comparate cu limitele de expunere prin împărțirea luminanței energetice efective sau a expunerii energetice pe o perioadă de

8 ore cu limita corespunzătoare de expunere. Aceste valori sunt prezentate mai jos: valorile care au reprezentat mai puțin de 1 % din limitele de expunere nu sunt prezentate. Valorile mai mari de 1 sunt prezentate cu culoarea roșie.

Sursă	Distanță	Coeficientul de pericol (Raportul dintre emisii și limita de expunere)				
		Luminanță	UVR efectiv (limita a)	UVA (limita b)	Pericol de lumină albastră (limita d)	Pericol de leziune termică a retinei (limita g)
Lămpi fluorescente (cu difuzor)	100 cm	0,15	< 0,01	0,05	0,01	< 0,01
Lămpi fluorescente (fără difuzor)	100 cm	3,7	0,58	0,35	0,19	< 0,01
Patru lămpi fluorescente (fără difuzor)	100 cm	2,8	1,0	0,33	0,13	< 0,01
Monitor cu tub catodic	10 cm	< 0,01	0,12	0,02	< 0,01	< 0,1
Ecran de laptop	10 cm	< 0,01	0,07	0,01	< 0,01	< 0,01
Reflector cu halogenură metalică	100 cm	15 000	0,1	2,6	2,3	1,08
Reflector fluorescent compact	100 cm	6,4	0,01	< 0,01	0,15	< 0,01
Capcană pentru insecte	100 cm	n/a	0,01	0,10	< 0,01	< 0,1
Proiector cu halogen -- tungsten	100 cm	33,1	0,03	0,04	0,13	0,01
Lumină de lucru	50 cm	3,7	0,05	0,05	< 0,01	< 0,01
Lumină de lucru (spectru diurn)	50 cm	600	0,11	0,08	0,14	0,19
Fotocopiator	30 cm	0,96	0,01	0,06	0,06	< 0,01
Proiector de birou	200 cm	2 000	0,03	< 0,01	2,2	0,89
Proiector portabil	200 cm	233	< 0,01	< 0,01	0,44	0,10
Tablă interactivă	200 cm	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Lămpi compacte fluorescente	100 cm	20	0,04	0,16	0,16	< 0,01
Indicator LED	0,5 cm	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PDA	2 cm	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ultraviolete UVA	50 cm	n/a	0,03	0,51	< 0,01	< 0,01
Iluminat stradal	100 cm	112	< 0,01	0,08	0,09	0,02

Tabelul arată că în toate cazurile în care luminanța sursei a fost mai mică de 10^4 cd·m⁻², niciuna dintre limitele de expunere retinală (**d** și **g**) nu este depășită. Chiar și atunci când luminanța sursei depășește 10^4 cd·m⁻², s-a demonstrat ulterior că majoritatea surselor nu prezentau pericol pentru retină.

Din sursele examinate aici, numai lumina provenită de la halogenura metalică și proiectorul de birou puteau provoca depășirea limitelor de expunere. În majoritatea cazurilor, acestea erau limite de expunere stabilite pentru a proteja retina; calculele ulterioare (a se vedea exemplele individuale) sugerează că limitele de expunere nu pot fi depășite, ca urmare a reacțiilor de respingere și a condițiilor excesiv de restrictive ale primei evaluări. Aceasta nu presupune că sursele respective nu trebuie să fie utilizate cu prudență, fiind posibil ca reacțiile de respingere să nu se producă. Dacă o sursă se află în

câmpul vizual periferic, este posibil ca reacțiile de răspuns să nu aibă loc. Aceasta poate avea ca rezultat depășirea limitelor de expunere.

Au fost examinate aici două corpuri de iluminat foarte similare, cu deschidere frontală și lămpi fluorescente. Trebuie observat că, la niveluri de iluminare de aproximativ 1 100-1 200 lux, unul dintre corpuri s-a apropiat de limita efectivă UVR, dar nu și celălalt. Această diferență apare ca urmare a existenței mai multor producători de lămpi fluorescente, și demonstrează că lămpi aparent similare pot prezenta niveluri foarte diferite ale emisiilor accidentale.

De asemenea, diferitele niveluri de emisii provenite de la surse similare sunt prezentate prin compararea celor două proiectoare analizate. Chiar dacă este mai puțin puternic, proiectorul de birou pare a fi mai periculos decât proiectorul portabil.

D.2. Spectacole laser



Laserele au fost utilizate în industria divertismentului încă din anii '70, în cadrul concertelor și înregistrărilor muzicale. Principala preocupare a vizat expunerea publicului la radiații laser care depășesc valorile-limită de expunere. Cu toate acestea, directiva acordă atenție exclusiv expunerii lucrătorilor. Prezentul exemplu se referă la instalarea și funcționarea unui spectacol laser la un eveniment ocazional. Principiile sunt aplicabile însă tuturor spectacolelor laser.

D.2.1. Pericole și persoane supuse riscului

Singurul pericol analizat aici este cel generat de fasciculul laser. Alte pericole pot prezenta un risc mai mare de rănire sau chiar deces.

Mai multe dintre spectacolele laser utilizează lasere de clasa 4. Prin definiție, puterea radiantă va depăși 500 mW. Presupunând că are loc o singură expunere oculară accidentală la fasciculul laser, valoarea limitei de expunere (VLE) poate fi stabilită cu ajutorul tabelului 2.2 din anexa II la directivă.

VLE este $18 t^{0,75} J \cdot m^{-2}$ în cazul lungimilor de undă între 400 și 700 nm. Dacă se înlocuiește cu $t = 0,25 s$, VLE este de $6,36 J \cdot m^{-2}$. Deoarece fasciculul laser poate fi emis sub formă de un singur fascicul, este util să se transforme această energie a radiației în iluminare energetică, prin împărțirea la durata expunerii (0,25 s). Rezultă VLE din punctul de vedere al iluminării energetice, cu valoarea de $25,4 W \cdot m^{-2}$.

Diafragma de limitare a expunerii oculare la fasciculele de laser vizibile este de 7 mm. Prin urmare, este posibilă determinarea puterii maxime permise în această diafragmă de 7 mm, pentru a preveni depășirea VLE. Aceasta este calculată prin înmulțirea VLE cu suprafața diafragmei de 7 mm. Se presupune că diafragma este circulară, astfel încât suprafața este $3,85 \times 10^{-5} m^2$. Înmulțirea a $25,4 W \cdot m^{-2}$ cu $3,85 \times 10^{-5} m^2$ are ca rezultat aproximativ 0,001 W, sau 1 mW.



VLE va fi depășită cu un factor de cel puțin 500, adică numărul de mW care depășește 1 mW, dacă fasciculul laser are un diametru de maximum 7 mm.

Această evaluare arată că fasciculul nu trebuie să fie direcționat către ochii lucrătorilor, cu excepția cazului când acesta are o divergență suficient de mare pentru a reduce densitatea de putere radiantă la o valoare sub $25,4 W \cdot m^{-2}$.

În continuare este prezentată o listă de lucrători care pot fi expuși riscurilor pe durata ciclului de viață al unei instalații laser. Sunt luate în considerare numai acele etape din ciclul de viață în care este emis fasciculul laser.

Alinierea fasciculului
Inginer instalații laser
Operator laser
Alți ingineri de instalații
Personal de securitate
Personal de scenă
Spectacol laser
Operator laser
Ingineri de lumini și sunet
Interpreți
Personal de securitate
Personal de scenă
Vânzători

Spectacolele laser cuprind rareori numai fascicule laser statice. Modelele de scanare sunt generate prin deplasarea fasciculului laser, în general cu ajutorul unor oglinzi ortogonale montate pe un galvanometru și controlate computerizat. Cu toate acestea, mai multe modele de scanare impun scanarea repetată a aceleiași locații, ceea ce înseamnă că ochiul unei persoane poate recepționa o cantitate masivă de pulsuri laser pe măsură ce modelul le atinge fața.

Dacă este utilizat un laser pulsant, evaluarea trebuie să ia în considerare dacă VLE poate fi depășită în cazul unei expunerii la un singur puls de radiații laser în locații accesibile, precum și la un set de pulsuri.

D.2.2. Evaluarea și prioritizarea riscurilor

Evaluarea potențialei expunerii la VLE demonstrează că cea din urmă riscă să fie depășită. De asemenea, în cazul unui laser de 500 mW, este posibil să se determine timpul necesar pentru ca o măsură de control să devină efectivă.

IEC TR 60825-3 sugerează că trebuie luată în considerare perioada dintre apariția unei stări de avarie și momentul în care o măsură de control devine efectivă.

Presupunând că fasciculul conține 500 mW, densitatea de putere radiantă va fi de $0,5 \text{ W}/3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$, sau aproximativ $13\,000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Deoarece VLE sunt exprimate în funcție de fluxul de energie radiantă ($\text{J}\cdot\text{m}^{-2}$) în cazul duratelor de expunere mai mici de 10 s, densitatea de putere radiantă poate fi transformată în energie a radiației prin înmulțirea duratei de expunere: $13\,000 \times t \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$.

Valoarea t este determinată prin rezolvarea fiecărei VLE ca funcție de timp, până când t intră în domeniul de validitate al VLE. Acesta este determinat ca $3,8 \times 10^{-7} \text{ s}$, utilizând VLE de $5 \times 10^{-3} \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$ în intervalul de timp cuprins între 10^{-9} și $1,8 \times 10^{-5} \text{ s}$.



În cazul unui laser EC de 500 mW, orice măsură de control prin care se previne depășirea VLE pentru ochi trebuie să fie eficientă în limita a $0,38 \mu\text{s}$.

Această concluzie arată că trebuie depuse toate eforturile pentru a fi evitate expunerile la fasciculul laser.

D.2.3. Stabilirea și adoptarea măsurilor preventive

Deoarece fasciculul laser prezintă un risc important de rănire, este important ca riscul de expunere a ochiului să fie redus la minimum. Cu toate acestea, pentru a produce efectele artistice dorite, fasciculul laser trebuie să fie vizibil fie în atmosferă, fie ca reflexie provenită de la un ecran. Prin urmare, riscul trebuie să fie gestionat prin împiedicarea accesului lucrătorilor pe traseele fasciculului. Câteva metode de gestionare a riscurilor sunt prezentate în continuare.

Operatorii laser și personalul de asistență trebuie să fie instruiți corespunzător.

În timpul alinierii trebuie să fie prezent numărul minim de persoane.

Toate fasciculele trebuie să fie direcționate către zone neocupate.

Laserele și echipamentul aferent, inclusiv oglinzile de ricoșare, trebuie să fie atașate și fixate în mod corespunzător, pentru a se preveni mișcările accidentale pe durata spectacolului.

Traseele fasciculului trebuie să fie blocate de obstacole fizice, astfel încât să nu ajungă în zone ocupate. Blocarea prin mijloace software poate fi utilizată numai atunci când corespunde standardelor critice de securitate.

Operatorii trebuie să monitorizeze toate traseele fasciculului și să aibă posibilitatea de a întrerupe emisiile în caz de necesitate.

În cazul în care spectacolul se desfășoară în aer liber, se va acorda atenție securității traficului aerian. Pot fi aplicabile cerințe naționale.

D.2.4. Monitorizare și revizuire

Personalul trebuie să monitorizeze continuu traseele laserelor în timpul alinierii și al spectacolului și să fie pregătit pentru a lua măsuri corective prompte în caz de necesitate. Dacă laserul se prezintă sub formă de instalație permanentă, va fi necesară revizuirea periodică a evaluării și, probabil, întocmirea unor liste de control înaintea începerii spectacolului.

D.2.5. Concluzie

Conceperea spectacolului într-o manieră prin care este prevenită expunerea lucrătorilor la fasciculul laser nu presupune evaluări detaliate, complexe și îndelungi ale VLE. Combinația între pregătirea operatorilor și măsurile de control direct trebuie să fie suficiente pentru a preveni depășirea VLE în cazul lucrătorilor.

D.3. Aplicații medicale ale radiațiilor optice

Sursele de radiații optice artificiale sunt utilizate într-o gamă largă de aplicații din domeniul medical. Unele surse, precum cele utilizate la iluminarea de suprafață, la afișaje (a se vedea imaginea), la luminile de avertizare, în domeniul fotografiilor, la analize de laborator și la luminile pentru vehicule sunt întâlnite adeseori în alte medii și sunt examinate în prezentul ghid. Dacă nu au fost modificate și utilizate într-o manieră substanțial diferită, aceste surse nu trebuie să prezinte emisii semnificativ diferite de cele produse în alte medii generale.



Utilizarea afișajelor în radiologie

Cu toate acestea, există un număr important de surse specializate, dezvoltate în scopul utilizării în aplicații medicale. Între acestea se numără:

Iluminarea locului de muncă	Surse pentru utilizări terapeutice
Lumini pentru săli de operație	Surse pentru fototerapie prin ultraviolete
Lumini obstetrice	Surse pentru fototerapie cu lumină albastră
Proiectoare	Surse pentru terapie fotodinamică
Panouri pentru vizualizarea radiografiilor	Lasere pentru fizioterapie
Lumini de diagnosticare	Lasere chirurgicale
Transiluminatoare fetale	Lasere oftalmice
Lămpi cu fantă și alte instrumente oftalmice	Surse de lumină intensă pulsată
Dispozitive de diagnostic cu laser, precum scanere retinale	Surse specializate de testare
Lampa lui Wood	Simulatoare solare

D.3.1. Iluminarea locului de muncă

În mod normal, cele mai puternice lumini din categoria de iluminare de lucru sunt luminile pentru săli de operație. Tabelul D.3.1. oferă exemple de evaluări privind mai multe tipuri de lumini pentru săli de operație și se poate constata că una dintre unitățile evaluate poate prezenta un pericol generat de expunerea la lumină albastră în cazul privirii directe a sursei.



Exemple de lumini pentru săli de operație

Tabelul D.3.1. Evaluarea iluminării pentru săli de operație, presupunând că sursa este privită direct (*)

Sursă	Pericol de radiații UV actinice	Pericol UVA	Pericol de lumină albastră	Alte pericole generate de radiații optice
Hanalux 3210	Inexistent	Inexistent	Poate fi depășit în ~ 30 min. de privire directă	Inexistent
Hanalux Oslo	Inexistent	Sub limita de expunere la o expunere de 8 ore	Poate fi depășit în ~ 30 min. de privire directă	Inexistent
Hanalux 3004	Inexistent	Inexistent	< 20 % din ELV	Inexistent
Martin ML702HX	Inexistent	Inexistent	< 20 % din ELV	Inexistent
Martin ML502HX	Inexistent	Inexistent	< 20 % din ELV	Inexistent
Martin ML 1001	Inexistent	Inexistent	< 20 % din ELV	Inexistent
(*) Datele au fost furnizate prin amabilitatea departamentului de fizică medicală al Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, Londra				

Trebuie remarcat că luminile sunt utilizate pentru a furniza lumină de sus în jos, fiind puțin probabil ca o persoană să privească sursa direct, de la mică distanță. În plus, luminile sunt strălucitoare și sunt incomod de privit pentru

perioade lungi. Astfel, în practică, expunerile vor fi mult mai reduse decât cele din tabelul D.3.1 și este improbabil să fie periculoase.

Alte tipuri de iluminare de lucru specifice sectorului medical includ proiectoarele pentru iluminare locală în timpul examinărilor și luminile pentru naștere. În ceea ce privește scenariile posibile de expunere, cele două tipuri de iluminare sunt asemănătoare cu luminile pentru săli de operație. Ambele sunt surse direcționale de iluminare locală, fiind puțin probabil ca o persoană să privească sursa direct pentru perioade lungi de timp. În general, atât proiectoarele, cât și luminile obstetrice pot avea o capacitate de iluminare mai redusă decât luminile din sălile de operații, nefiind considerate de obicei drept un pericol.



Exemple de lumini obstetrice

Lupele cu sursă de lumină sunt utilizate pe larg în domeniul medical, oferind o sursă de iluminare localizată împreună cu o lentilă de mari dimensiuni, conform imaginii de mai jos.



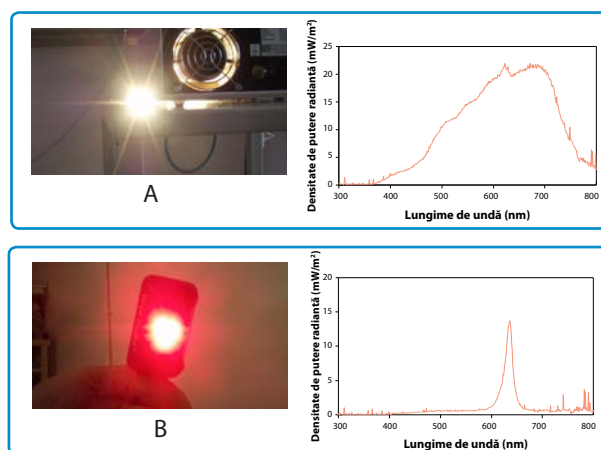
Exemplu de lupă cu sursă de lumină (marca Luxo Wave Plus)

O evaluare a departamentului de fizică medicală al Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust a arătat că sursa de lumină Luxo Wave Plus prezenta emisii în domeniile ultra-violet și vizibil ale spectrului. Cu toate acestea, expunerea continuă în imediata apropiere nu va depăși VLE pentru UV actinice. Deși au existat emisii semnificative de lumină albastră, acestea nu depășesc 1 % din VLE relevantă. Nu au existat pericole generate de UVA sau pericole termice semnificative. Este posibil ca unele dispozitive similare să prezinte un risc la fel de redus.

Panourile pentru vizualizarea radiografiilor asigură o iluminare difuză cu o intensitate relativ scăzută. Evaluările realizate de departamentul de fizică medicală al Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust sugerează că privirea directă a sursei de la apropiere, posibilă având în vedere modul de utilizare a acestora, va avea ca rezultat o expunere la lumină albastră care constituie mai puțin de 5 % din valoarea-limită de expunere. Nu au fost constatate pericole semnificative provenite de la UV actinice, UVA sau mecanisme termice.

D.3.2. Lumină de diagnosticare

Transiluminatoarele fetale sunt utilizate de obicei în secțiile materno-fetale, putând fi utilizate pentru vizualizarea structurilor interne, dar și ca instrument de diagnostic sau de identificare a vaselor de sânge. Prin urmare, aceste surse trebuie să ilumineze suprafețe mici, dar trebuie să fie suficient de intense pentru a penetra țesuturile și a fi vizibile pe partea de ieșire.



Imagini de transiluminatoare fetale, împreună cu spectrele de iluminare măsurate (A) Neonate 100, (B) Wee Sight™

Spectrul de iluminare al transiluminatorului Neonate 100 prezintă emisii importante în întreg domeniul vizibil, unele emisii apărând atât în domeniul UVA, cât și IRA. Conform evaluării, nici măcar expunerea în imediata apropiere a emisiilor UV nu constituie un pericol. Există totuși emisii semnificative de lumină albastră, care pot fi periculoase atunci când expunerea depășește 10 minute. Conform fotografiei de mai sus, sursa este extrem de strălucitoare, iar reacția normală de respingere ar trebui să limiteze expunerea la 0,25 secunde. Expunerile sunt cumulate în timpul unei zile de lucru, dar utilizarea totală a dispozitivului este relativ redusă, astfel încât, chiar și în condiții nefavorabile, expunerile cumulate ar trebuie să fie mai mici de 5 % din

VLE. Deoarece există emisii puternice în domeniul vizibil și în cel de infraroșu apropiat, se impune și evaluarea pericolului de leziune termică a retinei. Acesta este totuși limitat de reacția de respingere și nu va depăși 2 % din VLE, chiar

și în cazul privirii prelungite a sursei, care va fi extrem de inconfortabilă. Dispozitivul Wee Sight™ produce emisii într-un domeniu îngust, caracteristice surselor LED și, cum era de așteptat, nu prezintă pericol optic.

Tabelul D.3.2. Evaluare a transiluminatoarelor fetale (*)

Sursă	Pericol de radiații UV actinice	Pericol UVA	Pericol de lumină albastră	Pericole de leziuni termice
Neonate 100	Inexistent	Inexistent	< 5 % din ELV	~2 % din ELV
Wee Sight™	Inexistent	Inexistent	Inexistent	Inexistent

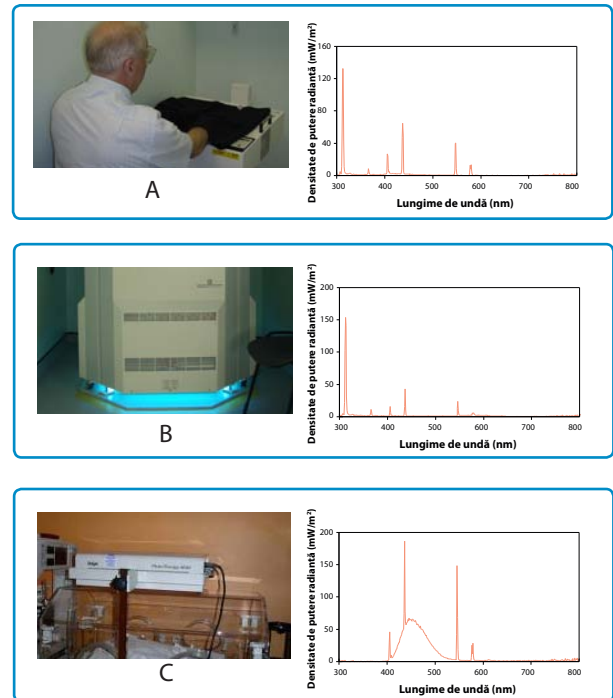
(*) Măsurătorile au fost facilitate prin amabilitatea departamentului de protecție împotriva radiațiilor al Royal Berkshire NHS Foundation Trust, Reading

Lămpile cu fantă și alte instrumente oftalmologice care conțin lămpi cu fantă sunt destinate utilizării pentru examinări oculare și, prin urmare, trebuie să prezinte un pericol minim. În plus, acestea sunt ușor direcționabile, astfel încât riscul de a provoca expuneri profesionale accidentale este foarte redus. De asemenea, instrumentele recente de diagnosticare oftalmologică, precum scanele retinale, pot include surse laser, dar au fost evaluate în ceea ce privește expunerile deliberate și, în general, sunt reprezentate de aparate de clasa 1. Astfel, riscul de expunere periculoasă a personalului trebuie să fie minim.

Lămpile Wood pot fi utilizate în scopuri de diagnosticare, fiind în principal lămpi cu mercur care conțin filtru de sticlă de tip Wood, care elimină atât lungimile de undă UV scurte, cât și emisiile vizibile. Prin urmare, acestea pot prezenta un pericol UVA și, în funcție de eficiența filtrării, pot presupune și un pericol de UV actinice. Un studiu efectuat de departamentul de fizică medicală al Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust a arătat că expunerea directă, timp de 50 minute, la radiații provenite de la o lampă Wood are ca rezultat depășirea VLE pentru UVA. Același studiu a arătat că sunt necesare peste 7,5 ore pentru a depăși VLE pentru UV actinice, în timp ce alte pericole de radiații optice erau nesemnificative. Lămpile Wood sunt utilizate pentru examinări și pentru o combinație de instruire a operatorilor, iar ochelarii individuali de protecție trebuie să limiteze atât expunerea directă la sursă, cât și la UVA difuze. Având în vedere că VLE pentru UV actinice vor fi depășite numai după o expunere prelungită la emisii directe, este puțin probabil ca emisiile UV actinice difuze să prezinte un pericol semnificativ.

D.3.3. Surse pentru scopuri terapeutice

Există mai multe tipuri de surse utilizate în scopuri fototerapeutice. Sursele de fototerapie cu ultraviolete sunt utilizate în tratarea bolilor de piele, în timp ce sursele de fototerapie cu lumină albastră sunt utilizate de obicei pentru tratarea hiperbilirubinemiei.



Imagini de dispozitive pentru fototerapie, împreună cu spectrele de iluminare măsurate. (A) Waldmann UV 7001 UVB, (B) Waldmann UV 181 BL, (C) Dräger PhotoTherapy 4000.

Spectrele prezentate mai sus demonstrează că sursele pentru scopuri fototerapeutice cu ultraviolete (exemplele

A și B) prezintă în general emisii puternice în domeniul UV al spectrelor și pot emite, de asemenea, în spectrul vizibil, în special în domeniul de culoare albastră. După cum era de așteptat, evaluarea pericolului (tabelul D.3.3) sugerează că principalele pericole generate de aceste unități

sunt legate de UV sau UVA actinice. Exemplul C prezintă spectrul unei surse de fototerapie cu lumină albastră care, după cum era de așteptat, emite puternic în domeniul albastru al spectrului vizibil, dar are emisii reduse sau inexistente în domeniile ultraviolet sau infraroșu apropiat.

TABELUL D.3.3. Evaluarea surselor pentru scopuri fototerapeutice

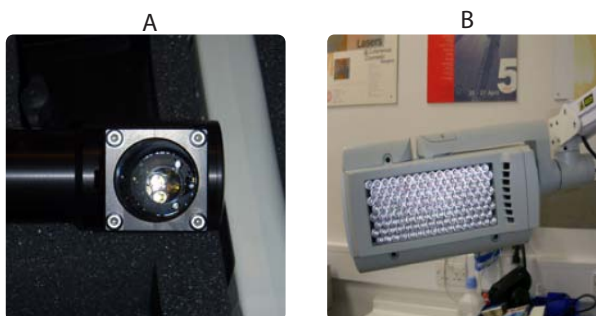
Sursă	Pericol de radiații UV actinice	Pericol UVA	Pericol de lumină albastră	Alte pericole generate de radiații optice
Waldmann UV 7001 UVB (*)	Poate fi depășit în ~ 5 h	Sub limita de expunere	Sub limita de expunere	Inexistent
Waldmann TL01 UV5000 (+)	Poate fi depășit în ~ 7,5 h	Sub limita de expunere	Inexistent	Inexistent
Waldmann UV6 UV5001BL (+)	Poate fi depășit în ~ 4 h	Sub limita de expunere	Inexistent	Inexistent
Waldmann UV 181 BL (*)	Sub limita de expunere	Sub limita de expunere	Sub limita de expunere	Inexistent
Waldmann UV 7001 UVA (+)	Inexistent	Poate fi depășit în ~ 5 h	Sub limita de expunere	Inexistent
Sellamed UVA1 24000 (+)	Inexistent	Poate fi depășit în ~ 45 min	Sub limita de expunere	Inexistent
Draeger 4000 (*) (+)	Inexistent	Sub limita de expunere	Sub limita de expunere	Inexistent
(*) Măsurătorile au fost facilitate prin amabilitatea departamentului de protecție împotriva radiațiilor al Royal Berkshire NHS Foundation Trust, Reading				
(+) Datele au fost furnizate prin amabilitatea departamentului de fizică medicală al Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, Londra				

Cele mai multe cabine de fototerapie cu ultraviolete nu permit accesul la emisii directe în timpul funcționării echipamentului. Cu toate acestea, pot apărea scurgeri (a se vedea exemplul A de mai sus) care pot reprezenta o sursă de preocupare pentru personal. În special, nevoia de ventilație și de reducere a impresiei de claustrofobie a spațiului pentru pacient presupun că vârful cabinei este adeseori deschis. Aceasta poate avea ca rezultat un grad ridicat de împrăștiere a razelor UV provenite din plafon. Pericolul este în general relativ redus, deoarece este improbabil ca angajații să stea în apropierea cabinei în timpul funcționării. Cu toate acestea, există riscuri generate de efectele pe termen lung ale expunerii cumulate la UV, care pot fi reduse prin utilizarea unor soluții tehnice directe, cum ar fi: crearea unor spații separate de tratament, instalarea de perdele în jurul cabinei sau controlul de la distanță al stațiilor de monitorizare. În cazul exemplului A de mai sus, instalarea unei perdele în jurul cabinei a crescut perioada necesară pentru atingerea VLE pentru UV actinice de la 5 ore la aproximativ 13 ore. Alte dispozitive pentru fototerapie, cum ar fi unitatea de expunere pentru mâini și picioare prezentată la exemplul B, necesită un nivel ridicat de control al procedurilor,

în vederea limitării expunerii personalului. În acest caz, unitatea aflată în stare de funcționare este acoperită cu prosoape negre, pentru a reduce împrăștierea UV. Din nou, această metodă poate fi completată prin simpla introducere a unității într-un compartiment protejat de o perdea. Ocazional, personalul spitalicesc poate solicita accesul în apropierea echipamentului în stare de funcționare, în vederea efectuării de controale de calitate. Măsurile de control prevăd că aceștia trebuie să poarte o mască de protecție împotriva radiațiilor UV, mănuși și îmbrăcăminte adecvată. Atunci când există o strânsă dependență de măsurile procedurale, acestea se precizează în termeni clari.

Unitățile de fototerapie cu lumină albastră sunt poziționate deasupra leagănelor copiilor nou-născuți, de obicei la o înălțime de aproximativ 0,3 m. În general, aceasta amplasare va împiedica angajații să privească direct în sursă și, în orice caz, întrucât personalul monitorizează copiii timp de aproximativ 10 minute la fiecare oră, se limitează astfel și mai mult expunerile. Chiar și în cazul unităților în care se lucrează în schimburi de 12 ore, expunerea se va situa sub 1 % din VLE.

Terapiile fotodinamice presupun utilizarea radiațiilor optice pentru producerea de reacții fotochimice și necesită adesea tratarea prealabilă cu un fotosensibilizator chimic. În general, lungimile de undă ultraviolete sunt adeseori foarte eficiente în stimularea fotosensibilizatorilor, dar din cauza capacității slabe de penetrare prin țesut, nu sunt utilizate frecvent. Se estimează că expunerea ar trebui să aibă efecte mult mai reduse asupra personalului, care în mod normal nu a fost expus fotosensibilizatorului, dar acest fapt trebuie să fie verificat în mod corespunzător.



Imagini de surse pentru terapie fotodinamică, (A) UV-X, (B) Aktilite CL128

Tabelul D.3.4. Evaluarea surselor pentru terapie fotodinamică

Sursă	Pericol de radiații UV actinice	Pericol UVA	Pericol de lumină albastră	Pericole de leziuni termice
UV-X	Sub limita de expunere	Sub limita de expunere	Inexistent	Inexistent
Lampă Aktilite CL128 (*)	Inexistent	Inexistent	< 3 % din ELV	Inexistent
(*) Datele au fost furnizate prin amabilitatea departamentului de fizică medicală al Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, Londra				

Evaluările prezentate în tabelul D.3.4 arată că, după cum era de așteptat, sursele pentru terapie fotodinamică par a prezenta un pericol redus în absența agentului fotosensibilizator.

Laserele de clasa 3B pot fi utilizate în fizioterapie, pentru a transmite energia direct către țesuturile afectate. Aceste lasere prezintă pericole pentru ochi (de obicei, de leziune termică), dar sunt în general foarte divergente și, în consecință, periculoase pe distanțe scurte. În mod normal, riscul este gestionat prin metode procedurale (utilizarea de compartimente protejate de o perdea, semnalizare și instruirea personalului) și utilizarea de ochelari de protecție împotriva laserului.

Laserele chirurgicale sunt larg utilizate într-un număr de proceduri și aparțin de obicei dispozitivelor de clasa 4, care prezintă pericole majore pentru ochi și piele. Încă o dată, riscurile sunt gestionate prin măsuri procedurale și utilizarea echipamentului individual de protecție. În unele cazuri, fasciculul poate fi transmis printr-un cablu de endoscop introdus în corp. În aceste cazuri, riscul este redus semnificativ, cu condiția ca fibra să nu se rupă. Laserele mai sunt utilizate pe larg în oftalmologie și sunt în general de clasa 3B sau 4. În ceea ce privește alte utilizări medicale ale laserelor, riscurile pentru ochi și, după caz, piele sunt controlate prin măsuri procedurale și utilizarea echipamentului individual de protecție.

Ca urmare a riscului de reflexii către cablul de vizualizare al endoscopului, trebuie să existe filtre adecvate și/sau endoscopul trebuie să fie vizualizat prin intermediul camerei de luat vederi.

Pentru tratarea pielii se utilizează pe larg surse de lumină pulsată intensă. În general, aceste dispozitive au la bază o lampă cu xenon, dotată cu filtre suplimentare pentru eliminarea lungimilor de undă scurte aflate în domeniul de ultraviolete al spectrului. Ca o consecință a puterilor înalte, aceste dispozitive pot provoca leziuni termice ochilor și pielii. În mod normal, acest risc este gestionat prin utilizarea de metode procedurale, pentru a se evita expunerea personalului la radiațiile directe, și a echipamentului individual de protecție. În funcție de calitatea filtrării, aceste dispozitive mai pot genera și pericol de expunere la lumină albastră.

D.3.4. Surse pentru încercări speciale



Imagine a unui simulator solar

În unele discipline medicale pot fi utilizate mai multe tipuri de surse specializate pentru diagnostic și cercetare. În general, este posibil ca acestea să trebuiască să fie evaluate de la caz la caz. Exemplul prezentat în tabelul D.3.5 arată că, în ceea ce privește sursele în bandă largă, cum ar fi un simulator solar, poate fi necesară realizarea de evaluări pentru un număr de posibile pericole legate de radiații optice.

Tabelul D.3.5. Evaluare a unui simulator solar (*)

Sursă	Pericol de radiații UV actinice	Pericol UVA	Pericol de lumină albastră	Alte pericole generate de radiații optice
Simulator solar Oriel 81292: expunere directă	Poate fi depășit în ~ 6 min	Poate fi depășit în ~ 3 min	Sub limita de expunere	Inexistent
Simulator solar Oriel 81292: reflectare din corp	Sub limita de expunere	Sub limita de expunere	Sub limita de expunere	Inexistent

(*) Datele au fost furnizate prin amabilitatea departamentului de fizică medicală al Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, Londra

În general, iluminarea de lucru și de diagnostic utilizate în domeniul medical nu ar trebui să prezinte un pericol semnificativ la o utilizare normală.

Sursele pentru scopuri terapeutice pot fi periculoase în anumite cazuri. Multe dintre aceste surse pot genera expuneri în domeniile de pericol ale luminii ultraviolete și albastre în cazul în care expunerile se cumulează în timpul zilei de lucru, și pot avea efecte negative asupra sănătății pe termen lung. Prin urmare, este important ca stabilirea expunerilor totale să aibă loc prin evaluarea unor scenarii realiste de expunere împreună cu o analiză a modelelor de lucru. Dacă sunt identificate riscuri semnificative, acestea trebuie să fie controlate, atunci când este posibil, prin limitarea accesului la emisii. Dacă este necesară utilizarea unor mijloace procedurale de control, acestea trebuie să fie eficiente și să fie înregistrate în scris.

D.4. Conducerea vehiculelor la locul de muncă

Lucrătorii pot fi expuși radiațiilor optice provenite de la autovehicule atunci când:

- Conduc
- Lucrează pe șosele (de exemplu, polițiștii rutieri sau lucrătorii din sectorul drumurilor publice)
- Execută operațiuni de service și reparații ale autoturismelor în ateliere



După cum se va arăta în continuare, primele două exemple reprezintă un nivel neglijabil de expunere; nu este necesară compromiterea vizibilității și a siguranței rutiere pentru a se reduce expunerea. Expunerea potențială la radiații optice peste limitele de expunere pe durata întreținerii și reparației autovehiculelor poate fi gestionată prin proceduri de lucru adecvate și aplicarea de norme locale.

A fost evaluat nivelul de expunere la radiații optice pentru patru autovehicule:



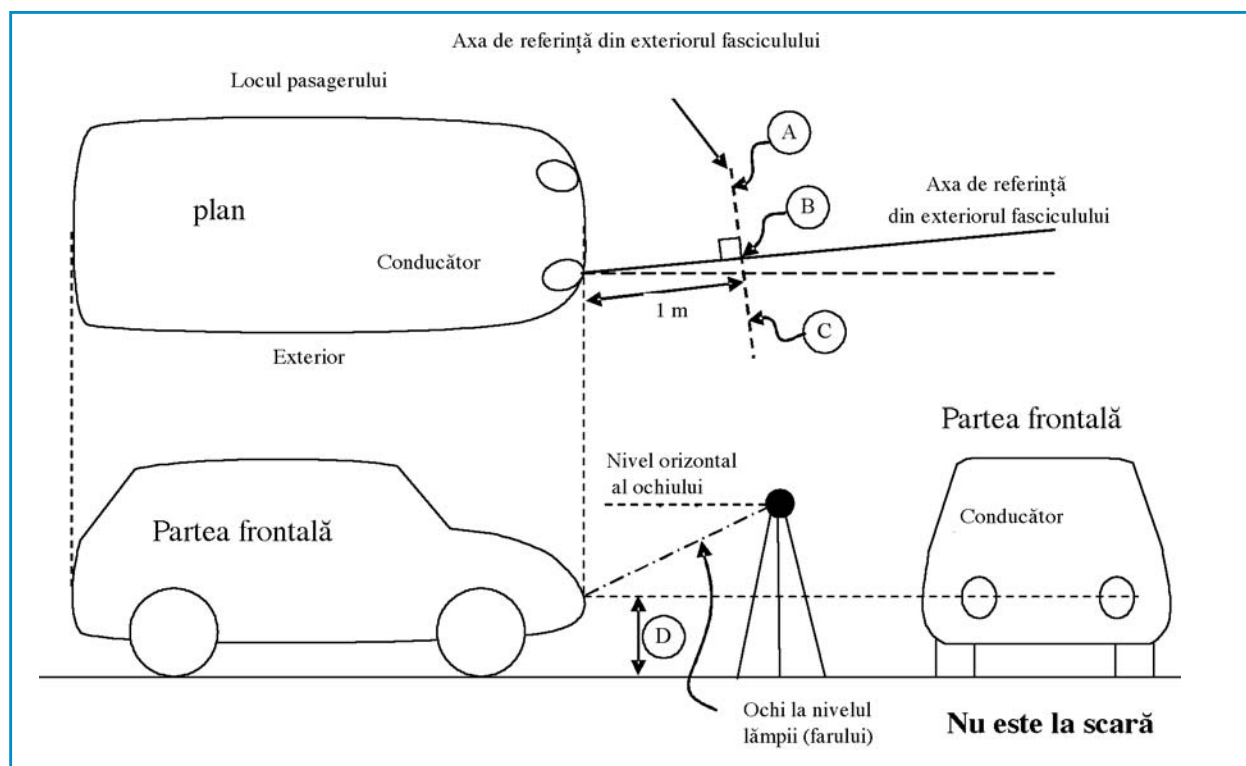
- Mazda RX8 cu faruri cu xenon (autoturism sport)
- Mercedes A180 (autoturism familial de dimensiuni medii)
- Fiat 500 (autoturism de dimensiuni compacte)
- Un minibus marca LDV

Condițiile de expunere au fost selectate astfel încât să reprezinte scenariul cel mai nefavorabil de expunere previzibilă la locul de muncă; a se vedea tabelul D.4.6 și figura D.4.1.

Tabelul D.4.6. Condiții de evaluare a iluminării autovehiculelor

	Poziție față de lampă	Distanță	Situații în care persoanele pot fi expuse
Far: fază de întâlnire și de drum	Nivelul lămpii: privire directă în fascicul	0,5 m, 1 m, 2 m și 3 m	Întreținere și reparații: autovehicul ridicat pe platformă Conducere
	Nivelul ochilor	Privire la lampă Privire pe orizontală	1 m
Semnalizare, frână, lumini de mers înapoi și de ceață	Nivelul lămpii: privire directă în fascicul	0,5 m	Conducere Întreținere și reparații lucrători din sectorul drumurilor publice, poliția rutieră

Figura D.4.1. Diagramă schematică a măsurătorilor privind luminile autovehiculelor



Pentru evaluarea pericolelor de radiații optice au fost utilizate măsurători ale densității de putere radiantă spectrală și configurații specifice ale lămpilor autovehiculului, care apoi au fost comparate cu valorile-limită de expunere (VLE).

Tabelul D.4.7. Rezumat al pericolelor de radiații optice provenite de la farurile autovehiculelor

Pericol	RX8	A180	F500	LDV
UV actinice	Inexistent	Inexistent	Inexistent	Inexistent
UVA	Inexistent	Inexistent	Inexistent	Inexistent
Lumină albastră	Pot fi depășite: pentru detalii, a se vedea tabelul D.4.8	Pot fi depășite: pentru detalii, a se vedea tabelele D.4.8 și D.4.9	Pot fi depășite: pentru detalii, a se vedea tabelul D.4.8	Pot fi depășite: pentru detalii, a se vedea tabelul D.4.8
Arsuri ale retinei	< 30 % din ELV	< 10 % din ELV	< 3 % din ELV	< 2 % din ELV

Tabelul D.4.8. Pericol legat de lumina albastră provenită de la farurile autovehiculelor

Perioada necesară pentru depășirea VLE pentru lumină albastră	RX8	A180	F500	LDV
Nivelul lămpii: privire directă în fascicul	~ 3 min	~ 5 min	~ 30 min	~ 1 h
Nivelul ochilor: privire la fascicul	~ 2 h	~ 8 h	> 8h	> 8h
Nivelul ochilor: privire pe orizontală	> 8h	> 8h	> 8h	> 8h

Tabelul D.4.9. Niveluri ale pericolului legat de lumina albastră provenită de la farurile autoturismului Mercedes A180

Faruri	Perioada necesară pentru depășirea limitelor de expunere pentru lumină albastră		Risc de supraexpunere
Far, nivelul lămpii la 1 m, privire directă în fascicul – poziția B în figura D.4.1	fază de întâlnire	~ 45 min	Improbabil, privirea directă în fascicul este prevenită în mod normal prin reacția de respingere la lumina foarte puternică. Trebuie adoptate proceduri de lucru pentru a minimiza expunerea inutilă
	fază de drum	~ 15 min	
Far, nivelul lămpii la 1 m, privire directă în fascicul – pozițiile A și C = 0,5 m în figura D.4.1	fază de întâlnire	> 8h	Inexistent
	fază de drum	> 8h	
Far, nivelul ochilor la 1 m, privire la lampă	fază de întâlnire	> 8h	Inexistent
	fază de drum	> 8h	
Far, nivelul ochilor la 1 m, privire pe orizontală	fază de întâlnire	> 8h	Inexistent
	fază de drum	> 8h	
Lumină de ceață	> 8h		Inexistent
Lumină de frână	> 8h		Inexistent
Lumină de semnalizare	> 8h		Inexistent
Lumină pentru mersul înapoi	> 8h		Inexistent

Privirea directă în fascicul la nivelul lămpii poate constitui un pericol legat de lumina albastră și prezintă risc de supraexpunere. Cu toate acestea, supraexpunerea este improbabilă deoarece:

- privirea prelungită în fascicul este prevenită în mod normal prin reacția de respingere la lumina foarte puternică;
- nivelul de pericol scade rapid odată cu îndepărtarea de centrul fasciculului;
- nivelul de pericol scade substanțial la nivelul ochiului.

Important

Farurile autovehiculelor nu ar trebui să prezinte pericol de radiații UV atunci când geamul frontal al lămpii sau filtrele sunt intacte. Cu toate acestea, funcționarea farurilor cu geamul frontal absent sau avariat poate crește riscul de expunere la UV. Este necesară adoptarea de proceduri de lucru prin care să se evite expunerea la farurile autovehiculelor cu geam sau filtre frontale avariate

Modificarea farului sau a opticii acestuia pot conduce la modificarea nivelurilor de pericol

Chiar dacă riscul de supraexpunere ca urmare a privirii directe în fasciculul farurilor este redus, este necesară adoptarea, atunci când este posibil, a unor proceduri de lucru prin care să fie redusă expunerea inutilă.

Se consideră că farurile autovehiculelor nu prezintă risc de supraexpunere la radiații optice a participanților la trafic, inclusiv a conducătorilor auto, poliției rutiere și lucrătorilor din sectorul drumurilor publice. Cu toate acestea, anumite operațiuni care necesită privirea directă prelungită a farurilor la nivelul lămpii pot constitui un risc redus de expunere la pericolul legat de lumina albastră.

D.5. Aplicații militare

Sursele de radiații optice artificiale sunt folosite pe scară largă în sectorul militar. În timpul operațiunilor de luptă, comandanții pot fi în situația de a lua decizii în funcție de raportul costuri/beneficii, pentru a compara riscul redus de rănire reală când limitele de expunere sunt depășite cu riscul de rănire gravă sau deces presupuse de alte pericole. Prin urmare, această secțiune va conține numai recomandări pentru activități non-combative, inclusiv de instrucție.

Utilizările în scop militar ale radiațiilor optice artificiale pot include:

Lumini de căutare
Iluminarea aeroporturilor militare
Sisteme de comunicații cu infraroșii
Iluminarea țintelor cu raze infraroșii
Indicatoare de țintă cu laser
Sisteme de simulare a armamentului
Contramăsuri pe bază de infraroșii
Rachete de semnalizare cu magneziu
Radiații optice provenite de la explozii



Majoritatea acestor aplicații se bazează pe ipoteza că radiațiile optice artificiale sunt produse la exterior, în mediu deschis. Aceasta înseamnă că procedura standard de încapsulare a radiațiilor optice, ca principală măsură de control, nu este adecvată. Se insistă foarte mult asupra instrucției; militarii sunt instruiți să respecte instrucțiunile și comenzile.

Când se efectuează evaluarea de risc prevăzută la articolul 4 din directivă, trebuie să se acorde atenție lucrătorilor din sectorul militar sau din alte domenii. Este posibil ca nivelurile potențiale de expunere să nu fie întotdeauna sub valorile-limită. Prin urmare, una din metodele utilizate în acest sector este evaluarea probabilistică a riscurilor (EPR). Aceasta poate fi utilizată pentru cuantificarea riscurilor posibile, în conformitate cu articolul 4. În cadrul EPR pot fi adoptate diverse valori. Cu toate acestea, un eveniment cu o probabilitate de 10^{-8} este considerat acceptabil, chiar și în cazul în care este negativ și, dacă a avut loc, ar putea avea consecințe extrem de grave.

Un eveniment cu o probabilitate de sub 10^{-8} nu este considerat „probabil”.

Utilizarea EPR este complexă și necesită expertiză de specialitate. Cu toate acestea, beneficiile pentru domeniul militar constau în faptul că este permisă utilizarea radiațiilor optice artificiale în situații care, în cazul unei evaluări mai puțin riguroase, nu pot fi considerate acceptabile.

D.6. Radiatoare de plafon cu gaze

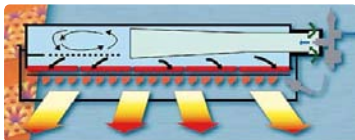
Aceste evaluări sunt oferite prin amabilitatea Asociației europene ELVHIS.



Unele persoane pot fi expuse la radiații optice provenite de la radiatoare de plafon cu gaze, utilizate în diferite condiții pentru a încălzi:

- clădiri industriale
- clădiri publice
- clădiri administrative
- unități de pompieri
- săli de expoziție
- săli de sporturi
- terase din restaurante și baruri etc.

Conform specificațiilor producătorului, aceste radiatoare sunt instalate la o înălțime minimă deasupra lucrătorilor, astfel încât să nu se afle în câmpul vizual direct.



Radiator de plafon cu gaze (de tip luminos)

Intervalul de temperaturi ale suprafeței radiatoarelor alimentate cu gaze se situează între 700 °C și 1 000 °C, corespunzând unei lungimi de undă λ_{\max} între 2 275 nm și 2 980 nm, conform legii lui Wien:

$$\lambda_{\max} = \frac{hc}{4,965 \cdot kT} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{T} \text{ [m} \cdot \text{°K]}$$

Conform recomandărilor AICVF, rezultă emisii de $E_{\text{IR}} [\text{W} \cdot \text{m}^{-2}] = 0,71 \times \alpha_k \times f_p \times \eta_r \times P_u / d^2$

unde :

α_k – factorul de absorbție umană

f_p – factorul de direcție

η_r – factorul de eficiență a radiațiilor

P_u – capacitatea încălzitorului

d – distanța între corpul omenesc și încălzitor

Valorile cele mai ridicate (scenariul cel mai nefavorabil în cazul producătorului SBM):

$a_k = 0,97$

$f_p = 0,10$

$\eta_r = 0,65$

$P_u = 27\,000 \text{ W}$

Cazul cel mai pesimist în ceea ce privește distanța d între corpul omenesc și încălzitor, în cazul unei capacități a încălzitorului P și a unui unghi de înclinație maximă I de 35°, a fost calculat prin

$$d = h_i - 1, \text{ unde } h_i = \left[\left(\sqrt{\frac{P_u}{540}} - 0,5 \right) \times \cos I \right] + 2$$

și egal cu $d = 6,4 \text{ m}$

În acest caz, expunerea cea mai mare corespunde la

$$E_{\text{IR max}} = 29,1 \approx 30 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

Valoarea-limită de expunere în domeniul de lungimi de undă 780-3 000 nm la o durată a expunerii $t > 1\,000 \text{ s}$ este:

$$E_{\text{IR}} = 100 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

Se consideră că radiatoarele luminoase cu gaz nu prezintă risc de supraexpunere la radiații optice și pot fi considerate surse neglijabile; expunerea previzibilă cea mai mare provenită de la astfel de radiatoare este semnificativ mai mică decât valorile-limită de expunere aplicabile.

Informații suplimentare

AICVF : Association des Ingénieurs en Climatique, Ventilation et Froid – Franța

ELVHIS: Association Européenne Principale des Fabricants de Panneaux Radiants Lumineux à Gaz

Recomandarea 01-2006; „CHAUFFAGE: déperditions de base”, pe baza EN 12831 – martie 2004: Sisteme de încălzire a clădirilor; Metode de calcul a capacității proiectate de încălzire

SBM International – 3 Cottages de la Norge – 21490 Clenay – Franța

D.7. Laser de prelucrare a materialelor

Laserele sunt utilizate într-o gamă largă de aplicații cu nume generic de prelucrare a materialelor. Exemplul din acest caz se referă la un laser utilizat pentru tăierea metalului, dar principiile sunt similare în cazul sudurii, perforării și marcării cu laser.

Se presupune că puterea radiantă sau energia per puls de laser este astfel încât laserul se încadrează în clasa 4. Prin urmare, orice expunere accidentală la fasciculul laser – a ochilor sau a pielii – poate avea ca rezultat rănirea gravă.



În Europa sunt utilizate permanent mii de astfel de lasere. Această evaluare se referă numai la fasciculul laser. Alte pericole pot prezenta un risc mai mare de rănire sau deces.

D.7.1. Identificarea pericolelor și a persoanelor supuse riscului

Există câteva părți ale ciclului de viață al laserului de prelucrare a materialelor în care lucrătorii pot fi expuși la radiații laser:

Punerea în exploatare
Utilizare normală
Întreținere
Operațiuni de service

În unele etape ale ciclului de viață, operarea poate fi realizată de lucrători ai unor angajatori diferiți, cum ar fi furnizorul sau o companie de servicii de întreținere. Cu toate acestea, este necesar să se determine riscurile la adresa lucrătorilor de pe șantier generate de aceste operațiuni.

Ca urmare a caracteristicilor laserului folosit, fasciculul direct va depăși întotdeauna VLE în imediata apropiere. Cu toate acestea, poate fi necesară evaluarea fasciculului difuzat.

Dacă piesa prelucrată are dimensiuni foarte mari, cum poate fi cazul în industria navală, distanța nominală de pericol ocular poate fi mai mică decât dimensiunea piesei.

D.7.2. Evaluarea și prioritizarea riscurilor

Cea mai simplă evaluare constă în presupunerea că fasciculul laser va depăși întotdeauna VLE și, prin urmare, accesul la fascicul trebuie să fie limitat. Și alte pericole asociate procesului pot indica faptul că acesta trebuie să fie limitat. Unele dintre aceste pericole pot prezenta un risc mai mare pentru lucrători decât fasciculul laser.

Poate fi necesară o evaluare a densității de putere radiantă sau a expunerii energetice a fasciculului laser, în vederea determinării măsurilor de protecție. În scenariul cel mai pesimist, se poate presupune că un fascicul colimat provenit de la laser este incident pe poziția în cauză.

D.7.3. Stabilirea măsurilor preventive

Deciziile privind măsurile preventive trebuie să țină seama de gradul de protecție necesar și de cerințele lucrătorilor pentru a-și îndeplini activitățile de lucru specifice. Măsurile de protecție care obstrucționează activitatea de lucru se vor dovedi ineficiente.

De asemenea, trebuie remarcat că ridicarea unei incinte de protecție în jurul instalației de prelucrare a materialelor nu este o cerință obligatorie. O astfel de incintă poate fi necesară doar în cazul unității de prelucrare.

Obiectivul trebuie să fie realizarea tuturor activităților de lucru, inclusiv a operațiunilor de întreținere și service, fără a fi necesară utilizarea echipamentului individual de protecție. Dacă procesul trebuie să fie vizualizat, pot fi adăugate ferestre de vizionare filtrate adecvat sau dispozitive de supraveghere video la distanță, cum ar fi camere de luat vederi.

Stabilirea măsurilor preventive poate necesita, în prealabil, evaluarea radiațiilor optice generate în cadrul unui proces. Acestea pot fi situate într-o parte a spectrului optic diferită de cea a fasciculului laser incident, fiind probabil incoerente.

D.8. Industrii de prelucrare la cald

Mulțumim dlui M. Brose, de la Fachbereich Elektrotechnik, Referat Optische Strahlung, Berufsgenossenschaft Elektro Textil Feinmechanik, Germania, pentru sprijinul acordat în realizarea acestor evaluări.

D.8.1. Prelucrarea oțelului



(Saarstahl AG, Völklingen, Germania)

Saarstahl AG este specializată în producția de sârmă de oțel, bare de oțel și produse semifinisate de diferite calități. Între facilitățile de la Völklingen se află uzine siderurgice, laminoare și forje pentru lingouri de până la 200 de tone.

Protecția împotriva radiațiilor optice reprezintă o componentă esențială a politicii de siguranță a companiei.



Chiar dacă emisiile periculoase de radiații optice (în principal infraroșii) sunt inerente producției și prelucrării oțelului, măsurile de control aplicate reduc accesul persoanelor la radiații optice dăunătoare și asigură securitatea la locul de muncă. Aceste măsuri includ:

- manevrare de la distanță și monitorizare a procesului de fabricație, în vederea minimalizării expunerii umane la niveluri periculoase de radiații optice;
- proceduri de lucru prin care activitatea în condiții de temperatură excesivă este restricționată la 15 minute și schimbată în mod obligatoriu;
- sunt planificate măsuri de monitorizare de la distanță a temperaturii corporale a lucrătorilor pentru a se evita șocul termic;
- asigurarea unei largi formări profesionale și de securitate a personalului;

- echipament individual de protecție complet atunci când procesul de fabricație necesită intervenție umană;
- introducerea datelor de supraveghere medicală în evaluarea de risc;
- implicarea reprezentanților angajaților în gestionarea sănătății și securității.

D.8.2. Prelucrarea sticlei

În procesul de prelucrare și turnare a sticlei sunt emise niveluri periculoase de radiații optice, în special în domeniile ultraviolet și infraroșu. Manipularea manuală necesită accesul persoanelor în imediata apropiere a unei surse de emisii periculoase (de exemplu, un arzător).



Deoarece se estimează că nivelurile emisiilor accesibile pentru lucrători vor depăși limitele de expunere, evaluarea de risc trebuie să prevadă un control adecvat al pericolului de radiații optice. În acest caz, limitele de expunere pot fi depășite în ceea ce privește mai multe tipuri de pericole de radiații optice, fiind necesară aplicarea condițiilor cele mai restrictive.

Evaluarea de risc trebuie să țină seama de:

- emisiile echipamentului, inclusiv arzătoarele suplimentare, care afectează lucrătorul (de exemplu, mâinile și fața acestuia);
- durata de expunere previzibilă pe durata unui schimb – limitele UV sunt cumulative pentru o durată de 8 ore;
- atenuarea asigurată de ecrane și echipamentul individual de protecție.

Limitele de expunere la UV sunt cumulative. În cazul în care sunt depășite, personalul trebuie să fie protejat fie prin scăderea nivelului de emisii (cu ajutorul măștilor, ochelarilor de protecție, a mănușilor), fie a duratei expunerii (perioada maximă permisă).

Dacă echipamentul este furnizat împreună cu mijloace de protecție a ochilor, adecvarea acestuia trebuie să fie reevaluată în cazurile în care sunt utilizate arzătoare noi sau se introduc noi proceduri de lucru.

Dacă echipamentul emite radiații optice în domeniul de pericol al UV actinice (180-400 nm) și limitele de expunere se aplică pielii și ochilor, se evaluează și expunerea mâinilor. Dacă mănușile de protecție sunt greu de utilizat sau pot ridica probleme secundare de siguranță, perioada de expunere trebuie să fie limitată.

D.9. Fotografiera cu bliț

Sursele de radiații optice artificiale reprezintă o componentă esențială a fotografiei profesionale de studio. Acestea sunt utilizate pentru iluminarea de suprafețe sau zone delimitate, ca lumină de fond sau sub formă de bliț fotografic.

În acest caz, există două categorii de persoane supuse expunerii profesionale:

- Fotografii
- Persoanele fotografiate (de exemplu modele)



D.8.3. Informații suplimentare

BGFE • Informationen für die Glasbearbeitung mit Brennern – SD 53

Un studio fotografic profesional poate conține:



- Sursă de iluminare difuză
- Proiector
- Bliț de cameră foto profesională
- Bliț de cameră foto convențională

Tabelul D.9.1. Scenariu pesimist de expunere simultană la fascicul direct

	Sursă de iluminare difuză	Bliț profesional	Bliț de cameră foto profesională	Bliț de cameră foto convențională
fotograf	√	√	-	-
model	√	√	√	√

Pentru a evalua nivelul cel mai ridicat de expunere și a-l compara cu valorile-limită aplicabile, au fost utilizate densitatea de putere radiantă spectrală și caracteristicile de timp (durata de aprindere a blițului) ale fiecărei surse la distanțele date.

În cazul limitelor privind UV și lumina albastră, expunerile cele mai grave sunt cumulative pe durata unei expuneri de 8 ore și pot fi produse de mai multe surse; expunerile sunt exprimate în termeni de fotografii (cu bliț sau lumină) care depășesc limita de expunere aplicabilă.

Pericolul de leziune termică a retinei nu se modifică în cazul unor durate ale expunerii mai lungi de 10 secunde, și este limitat de un câmp vizual de 100 mrad; pentru evaluarea acestui pericol este luată în considerare numai o singură expunere, dintr-o singură sursă.

S-a constatat că nivelurile de pericol ale limitelor UV, UVA și IR ale tuturor surselor supuse încercării erau ne semnificative.

Tabelul D.9.2. Cele mai mari niveluri de pericol ca urmare a expunerii la surse de lumină cu bliț fotografic

	Sursă de iluminare difuză	Bliț profesional	Bliț de cameră foto profesională	Bliț de cameră foto convențională
Număr de expuneri care depășesc VLE pentru lumină albastră	> 10 ⁷	> 10 ⁶	> 20 000	> 13 000
% din VLE pentru leziune termică a retinei la o singură expunere	< 0,03 %	< 1 %	< 1 %	< 1 %

Se consideră că fotografierea nu prezintă un risc real de supraexpunere a unui fotograf sau a unei persoane fotografiate la radiații optice; numărul de expuneri la bliț care să depășească VLE pentru lumină albastră trebuie să fie de câteva mii de ori mai mare decât cazul cel mai pesimist de expunere simultană la fascicul direct provenit din mai multe surse.

Apendicele E. Cerințe ale altor directive europene

O directivă europeană este rezultatul unei decizii colective cu caracter obligatoriu adoptată de statele membre, reprezentate de miniștrii guvernamentali (din Consiliul Uniunii Europene) și membrii Parlamentului European. Ambele organisme trebuie să aprobe același text al directivei. O directivă fixează obiectivele care urmează a fi realizate de statele membre, dar permite flexibilitatea modului în care acestea sunt îndeplinite. Modul în care fiecare stat membru aplică directiva va depinde de structura sa juridică și poate varia de la caz la caz. În practică, Uniunea adresează directive tuturor statelor membre și stabilește un termen până când acestea trebuie să pună în aplicare directiva.

În 1989 a fost publicată Directiva 89/391/CEE „privind punerea în aplicare de măsuri pentru promovarea îmbunătățirii securității și sănătății lucrătorilor la locul de muncă”. Această directivă făcea referire la gestionarea sănătății și securității la locul de muncă, prevederile sale luând forma unor principii aplicabile unei astfel de gestiuni. Domeniul de aplicare al acestei directive este atât de larg încât nu poate fi rezumat în doar câteva cuvinte; unica soluție constă în citirea întregii directive sau a regulamentelor corespunzătoare de transpunere a acesteia în legislația statelor membre în care își desfășoară activitatea angajatorul în cauză. În general, directiva stabilește obligația realizării unor evaluări de risc, în conformitate cu un ansamblu de principii generale.

Directiva 89/391/CEE este denumită frecvent „directivă-cadru”, deoarece unul dintre articolele sale prevede adoptarea unui număr de directive individuale care să reglementeze gestionarea sănătății și securității în ceea ce privește domeniul sau pericole specifice; aceste directive individuale trebuie să fie aplicate într-o manieră consecventă cu principiile directivei-cadru.

Directiva 2006/25/CE, denumită și „directiva privind radiațiile optice artificiale”, este una dintre directivele emise în cadrul Directivei 89/391/CEE. Alte directive relevante sunt Directiva 89/654/CEE privind cerințele minime

de securitate și sănătate la locul de muncă („directiva privind locul de muncă”) și Directiva 89/655/CEE privind cerințele minime de securitate și de sănătate pentru utilizarea echipamentului tehnic de către lucrători la locul de muncă („directiva privind utilizarea echipamentului tehnic”).

Directiva privind utilizarea echipamentului tehnic a fost modificată prin Directiva 95/63/CE (de asemenea „privind cerințele minime de securitate și de sănătate pentru utilizarea echipamentului tehnic de către lucrători la locul de muncă”).

Pentru a îndeplini obligațiile legale privind radiațiile optice artificiale care le revin, angajatorii trebuie să respecte cel puțin cerințele celor patru directive menționate mai sus. Cu toate acestea, legislația internă a oricărui stat membru poate impune obligații suplimentare celor prevăzute de directive.

În consecință, atunci când un angajator se conformează cerințelor directivei privind radiațiile optice artificiale, ar trebui să rețină că există și alte obligații privind gestionarea securității și sănătății în materie de radiații optice:

Directiva-cadru	Directiva privind locul de muncă	Directiva privind echipamentul tehnic (modificată)
<p>Dacă este posibil, riscurile trebuie să fie evitate.</p> <p>Riscurile care nu pot fi evitate trebuie să fie evaluate.</p> <p>Riscurile se combat la sursă.</p> <p>Procedurile de lucru se adaptează în funcție de persoană.</p> <p>Procedurile de lucru se adaptează la progresul tehnic.</p> <p>Aspectele periculoase se înlocuiesc prin alternative nepericuloase sau mai puțin periculoase.</p> <p>Trebuie să fie dezvoltată o politică de prevenire cuprinzătoare și coerentă privind tehnologia, organizarea, condițiile de muncă și relațiile sociale.</p> <p>Se acordă prioritate măsurilor de protecție colectivă față de cele de protecție individuală.</p> <p>Lucrătorii trebuie să fie instruiți corespunzător.</p>	<p>Se efectuează întreținerea tehnică a echipamentelor, iar erorile se corectează cât mai rapid posibil.</p> <p>Echipamentul de siguranță trebuie să fie verificat și întreținut periodic.</p> <p>Lucrătorii (sau reprezentanții acestora) trebuie să fie informați cu privire la măsurile ce trebuie luate în domeniul securității și sănătății la locul de muncă.</p> <p>Locurile de muncă, indiferent dacă sunt în spații închise sau în aer liber, se iluminează adecvat, în vederea protejării securității și sănătății lucrătorilor. Dacă iluminarea naturală este insuficientă, se utilizează lumină artificială.</p>	<p>Folosirea echipamentului care presupune riscuri de sănătate specifice este rezervată numai persoanelor însărcinate să îl folosească.</p> <p>Reparațiile, modificările și întreținerea se efectuează numai de către lucrătorii cu atribuții în acest sens.</p> <p>Lucrătorii sunt instruiți corespunzător în utilizarea echipamentului.</p> <p>Dispozitivele de comandă critice pentru securitate trebuie să fie ușor vizibile.</p> <p>Dispozitivele de comandă trebuie amplasate în exteriorul zonelor periculoase.</p> <p>Operatorul trebuie să aibă posibilitatea de a se asigura că nicio persoană nu se găsește în zonele periculoase sau trebuie să emită un semnal de avertizare atunci când utilizarea echipamentului poate deveni periculoasă.</p> <p>O pană a sistemului de control nu trebuie să creeze o situație periculoasă.</p> <p>Pornirea echipamentului de lucru trebuie să fie posibilă numai prin acționarea intenționată a unei comenzi.</p> <p>Repornirea echipamentului de lucru trebuie să fie posibilă numai prin acționarea intenționată a unei comenzi.</p> <p>Echipamentul trebuie prevăzut cu un dispozitiv de comandă care să îl oprească complet și în condiții de siguranță.</p> <p>Zonele în care se execută intervenții asupra echipamentului trebuie iluminate corespunzător.</p> <p>Avertismentele trebuie să fie clare, ușor de perceput și de înțeles.</p> <p>Lucrările de întreținere trebuie efectuate în condiții de siguranță.</p> <p>Echipamentul trebuie prevăzut cu dispozitive de alarmă și semnalizare necesare pentru asigurarea securității lucrătorilor.</p> <p>Atunci când utilizarea în condiții de siguranță depinde de condițiile de instalare, echipamentul trebuie să fie inspectat după montare și înainte de prima utilizare.</p> <p>Echipamentul expus la condiții grele trebuie să fie inspectat periodic, iar rezultatele inspecției se înregistrează.</p>

Mai există încă cinci directive care conțin prevederi referitoare la securitatea lucrului cu radiații optice artificiale. Toate acestea se referă la furnizarea de echipamente care pot produce radiații optice sau sunt proiectate să atenueze efectele acestora. Prin urmare, acestea sunt de

interes pentru producătorii și furnizorii de echipamente, și mai puțin pentru angajatori. Cu toate acestea, angajatorul trebuie să cunoască existența acestor directive, precum și faptul că orice echipament industrial sau de producție sau orice echipament de protecție de pe piața europeană

trebuie să fie conform cu acestea. Două dintre aceste directive mai prevăd că furnizorul comunică utilizatorului informații detaliate privind natura radiațiilor, mijloacele de protecție a utilizatorului, mijloacele de evitare a utilizării necorespunzătoare și mijloacele de eliminare a riscurilor aferente instalării.

Aceste directive sunt:

- Directiva 2006/42/CE privind echipamentele tehnice („directiva privind echipamentele tehnice”).
- Directiva 2006/95/CE privind armonizarea legislațiilor statelor membre referitoare la echipamentele electrice destinate utilizării în cadrul unor anumite limite de tensiune („directiva în domeniul tensiunii joase”).
- Directiva 89/686/CE privind apropierea legislațiilor statelor membre referitoare la echipamentul individual de protecție („directiva privind EIP”).
- Directiva 93/42/CEE privind dispozitivele medicale („directiva privind MD”).
- Directiva 98/79/CE privind dispozitivele medicale pentru diagnostic *in vitro* („directiva *in vitro*”).

Unele dintre dispozițiile relevante ale acestor directive sunt prezentate pe scurt mai jos:

Directiva privind echipamentele tehnice	Directiva în domeniul tensiunii joase	Directiva EIP	Directivile privind DM și <i>in vitro</i>
<p>Echipamentul trebuie să fie dotat cu sistem de iluminat integral, suficient pentru a asigura o utilizare sigură.</p> <p>Emisiile de radiații nedorite trebuie eliminate sau reduse la niveluri care nu au efecte asupra persoanelor.</p> <p>Emisiile funcționale în timpul reglării, operării și curățării trebuie să fie limitate la niveluri care nu au efecte negative asupra persoanelor.</p> <p>Dacă echipamentele tehnice conțin lasere, acestea nu trebuie să producă emisii accidentale.</p> <p>Laserele trebuie să fie instalate astfel încât radiația produsă prin reflecție sau difuziune sau radiația secundară să nu dăuneze sănătății.</p> <p>Echipamentul optic pentru observarea și reglarea fasciculelor laser trebuie să fie proiectat astfel încât să nu producă riscuri pentru sănătate.</p> <p>Dacă au fost introduse funcții în vederea îndeplinirii cerințelor de mai sus, se indică standardele relevante.</p>	<p>Directiva în domeniul tensiunii joase se aplică echipamentelor tehnice proiectate să funcționeze la 50-100 V c.a., sau 75-1 500 V c.c. Se stipulează că echipamentele de acest tip nu trebuie să producă radiații periculoase.</p>	<p>EIP trebuie să protejeze utilizatorul fără a aduce atingere securității și sănătății altor persoane.</p> <p>Majoritatea radiațiilor posibil periculoase trebuie să fie absorbite sau reflectate fără a afecta vederea utilizatorului.</p> <p>EIP trebuie să fie selectat astfel încât ochii utilizatorului să nu fie expuși niciodată peste valoarea de expunere maximă admisibilă.</p> <p>Caracteristicile optice ale EIP nu trebuie să fie deteriorate ca urmare a expunerii la radiațiile pe care este proiectat să le respingă, în condiții de utilizare normală.</p>	<p>Dispozitivele trebuie să fie proiectate să reducă expunerea pacienților, utilizatorilor și altor persoane.</p> <p>Utilizatorul trebuie să aibă posibilitatea de a controla nivelul emisiilor.</p> <p>Dispozitivele trebuie să fie dotate cu indicatori de avertizare vizuală/sonoră.</p> <p>Instrucțiunile de utilizare trebuie să conțină informații detaliate asupra naturii radiațiilor emise, mijloacele de protecție a utilizatorului și a modurilor de evitare a manevrelor incorecte și de eliminare a riscurilor inerente instalării.</p>

Apendicele F. Reglementări naționale ale statelor membre de transpunere a Directivei 2006/25/CE (până la 10 decembrie 2010) și linii directoare

Stat membru	Legislație în vigoare	Linii directoare în vigoare
<p>Austria</p>	<p>Oö. Landes- und Gemeinde-Dienstrechtsänderungsgesetz 2007 [Landesgesetzblatt (LGBL), 25/07/2007, 56/2007] Verordnung der Landesregierung über den Schutz der Landes- und Gemeindebediensteten vor der Gefährdung durch künstliche optische Strahlung [Landesgesetzblatt (LGBL), 18/02/2010, 4/2010] Landesgesetz, mit dem das Oö. Gemeinde-Dienstrechts- und Gehaltsgesetz 2002, das Oö. Gemeindebedienstetengesetz 2001; das Oö. Statutargemeinden-Beamtengesetz 2002, das Oö. Gemeindebediensteten-Schutzgesetz 1999, das Oö. Gemeinde-Gehaltungsgesetz, das Oö. Landesbeamtengesetz 1993 und das Oö. Landes-Vertragsbedienstetengesetz geändert werden (Oö. Gemeinde- und Landes-Dienstrechtsänderungsgesetz 2008) [Landesgesetzblatt (LGBL), 29/08/2008, 73/2008]. Verordnung der Wiener Landesregierung, mit der die Verordnung der Wiener Landesregierung über den Schutz der in Dienststellen der Gemeinde Wien beschäftigten Bediensteten vor der Einwirkung durch optische Strahlung erlassen und die Verordnung der Wiener Landesregierung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz in Dienststellen der Gemeinde Wien geändert wird [Landesgesetzblatt (LGBL), 51/2010, 24/09/2010] Verordnung der Oö. Landesregierung, mit der die Verordnung über den Schutz der Dienstnehmerinnen und Dienstnehmer in der Land- und Forstwirtschaft vor der Einwirkung durch künstliche optische Strahlung (Oö. VOPST-LF) erlassen wird und mit der die Verordnung über die Gesundheitsüberwachung in der Land- und Forstwirtschaft und die Verordnung über Beschäftigungsverbote und -beschränkungen für Jugendliche in land- und forstwirtschaftlichen Betrieben geändert werden [Landesgesetzblatt (LGBL), 65/2010, 30/09/2010] Gesetz, mit dem die Dienstordnung 1994 (28. Novelle zur Dienstordnung 1994), die Besoldungsordnung 1994 (36. Novelle zur Besoldungsordnung 1994), die Vertragsbedienstetenordnung 1995 (32. Novelle zur Vertragsbedienstetenordnung 1995), die Pensionsordnung 1995 (20. Novelle zur Pensionsordnung 1995), das Ruhe- und Versorgungsgesetz 1995 (9. Novelle zum Ruhe- und Versorgungsgesetz 1995), das Unfallfürsorgegesetz 1967 (17. Novelle zum Unfall-fürsorgegesetz 1967), das Wiener Bedienstetenschutzgesetz 1998 (5. Novelle zum Wiener Bedienstetenschutzgesetz 1998), das Wiener Personalvertretungsgesetz (16. Novelle zum Wiener Personalvertretungsgesetz), das Wiener Bezügegesetz 1995 (10. Novelle zum Wiener Bezügegesetz 1995), das Wiener Verwaltungssenat-Dienstrechtsgesetz 1995 (11. Novelle zum Wiener Verwaltungssenat-Dienstrechtsgesetz 1995) und das Gesetz über den Unabhängigen Verwaltungssenat Wien (8. Novelle zum Gesetz über den Unabhängigen Verwaltungssenat Wien) geändert werden und das Wiener Eltern-Karenzurlaubsgesetz aufgehoben wird [Landesgesetzblatt (LGBL), 42/2010, 17/09/2010] Verordnung der Salzburger Landesregierung vom 1. Juli 2010 über Schutzvorschriften vor Gefährdung durch künstliche optische Strahlung (S.koS-V) [Landesgesetzblatt (LGBL), 55/2010, 06/08/2010] Verordnung des Bundesministers für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz, mit der die Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmer/innen vor der Einwirkung durch optische Strahlung (Verordnung optische Strahlung – VOPST) erlassen wird und mit der die Verordnung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz und die Verordnung über Beschäftigungsverbote und -beschränkungen für Jugendliche geändert werden [Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich (BGBl.), II Nr. 221/2010, 08/07/2010]</p>	<p>Sicherheitsinformation der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt: Sicherheit Kompakt: M 014 UV-Strahlenbelastung am Arbeitsplatz M 080 Grundlagen der Lasersicherheit</p>
<p>Belgia</p>	<p>FEDERALE OVERHEIDSDIENST WERKGELEGENHEID, ARBEID EN SOCIAAL OVERLEG - 22 APRIL 2010. - Koninklijk besluit betreffende de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de werknemers tegen de risico's van kunstmatige optische straling op het werk [Moniteur Belge, 06/05/2010, 25349-25386].</p>	

Stat membru	Legislație în vigoare	Linii directoare în vigoare
Bulgaria	<p>Наредба № 5 от 11 юни 2010 г. за минималните изисквания за осигуряване на здравето и безопасността на работещите при рискове, свързани с експозиция на изкуствени оптични лъчения [Държавен вестник, 49, 29/06/2010, 00035-00048]</p> <p>Кодекс на труда [Държавен вестник, 15, 23/02/2010]</p> <p>Закон за здравословни и безопасни условия на труд [Държавен вестник, 12, 12/02/2010]</p> <p>Наредба № 7 от 23.09.1999 г. за минималните изисквания за здравословни и безопасни условия на труд на работните места и при използване на работното оборудване [Държавен вестник, 40, 18/04/2008]</p>	
Cipru	<p>Οι Πρώτες Αρχές και Υπείκασ στνν Εργασία (Τεχνική Οπτική Ακτινοβολία) Κανονισμοί του 2010 [Cyprus Gazette, 4433, 11/06/2010, 01473-01493]</p>	
Republica Cehă	<p>Zákon č. 320/2002 Sb., o změně a zrušení některých zákonů v souvislosti s ukončením činnosti okresních úřadů [Sbirka zákonu CR, 18/07/2002].</p> <p>Zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu [Sbirka zákonu CR, 30/03/1966].</p> <p>Zákon č. 111/2007 Sb., kterým se mění zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, ve znění pozdějších předpisů a některé další zákony [Sbirka zákonu CR, 15/05/2007].</p> <p>Zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci) [Sbirka zákonu CR, 22/06/2006].</p> <p>Nařízení vlády č. 106/2010 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 1/2008 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením [Sbirka zákonu CR, 19/04/2010].</p> <p>Zákon č. 14/1997 Sb., kterým se mění a doplňuje zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, ve znění pozdějších předpisů, a zákon České národní rady č. 36/1975 Sb., o pokutách za porušování právních předpisů o vytváření a ochraně zdravotních podmínek, ve znění zákona České národní rady č. 137/1982 Sb. [Sbirka zákonu CR, 24/02/1997].</p> <p>Zákon České národní rady č. 548/1991 Sb., kterým se mění a doplňuje zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, ve znění zákona České národní rady č. 210/1990 Sb. a zákona České národní rady č. 425/1990 Sb. [Sbirka zákonu CR, 30/12/1991].</p> <p>Nařízení vlády č. 1/2008 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením [Sbirka zákonu CR, 09/01/2008].</p> <p>Zákon č. 392/2005 Sb., kterým se mění zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a některé další zákony [Sbirka zákonu CR, 27/09/2005].</p> <p>Zákon č. 274/2003 Sb., kterým se mění některé zákony na úseku ochrany veřejného zdraví [Sbirka zákonu CR, 27/08/2003].</p> <p>Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů [Sbirka zákonu CR, 11/08/2000].</p> <p>Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce [Sbirka zákonu CR, 07/06/2006].</p> <p>Zákon č. 48/1997 Sb., o veřejném zdravotním pojištění a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů [Sbirka zákonu CR, 07/03/1997].</p> <p>Zákon č. 362/2007, kterým se mění zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony [Sbirka zákonu CR, 28/12/2007].</p>	<p>Recomandarea nr. 61 privind operarea laserelor</p> <p>Posterul UV Zareni (avertizare privind pericolele de radiatii UV)</p> <p>Linii directoare ICNIRP</p>
Danemarca	<p>Bekendtgørelse om beskyttelse mod udsættelse for kunstig optisk stråling i forbindelse med arbejdet [Lovtidende A, 29/05/2010].</p> <p>Bekendtgørelse om beskyttelse mod risici ved udsættelse for kunstig optisk stråling på offshoreanlæg m.v. [Lovtidende A, 21/04/2010].</p>	<p>Legea daneză privind mediul de lucru prevede un „mediu de lucru în condiții de securitate și sănătate”. Pentru administrarea acestuia, recomandările ICNIRP privind radiațiile optice sunt utilizate ca linii directoare împreună cu normele europene relevante (de exemplu, EN 60825 și EN 207/208).</p>
Estonia	<p>TÖÖTERVISHOIU JA TÖÖOHUTUSE SEADUSE MUUTMISE SEADUS [Elektrooniline Riigi Teataja, RTI, 16.01.2007, 3, 11].</p> <p>Töötervishoiu ja tööohutuse nõuded tehnikust optilisest kiirgusest mõjutatud töökeskkonnas, tehniku optilise kiirguse piirnormid ja kiirguse mõõtmise kord [Elektrooniline Riigi Teataja, RTI, 22.04.2010, 16, 84].</p>	

Stat membru	Legislație în vigoare	Linii directoare în vigoare
Finlanda	Valtioneuoston asetus työntekijöiden suojelemiseksi optiselle säteilylle altistumisesta aiheutuvalta vaaralta / Statsrådets förordning om skydd av arbetstagare mot risker som uppstår vid exponering för optisk strålning [Suomen Saadoskokoelma (SK), 05/03/2010, 00703-00720, 146/2010]	
Franța	Décret no 2010-750 du 2 juillet 2010 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements optiques artificiels [Journal Officiel de la République Française (JORF), 04/07/2010]	
Germania	Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 2006/25/EG zum Schutz der Arbeitnehmer vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung und zur Änderung von Arbeitsschutzverordnungen vom 19. Juli 2010 [Bundesgesetzblatt Teil 1 (BGBl.), 38, 26/07/2010, 00960-00967]	<p>Informarea BGI 5006: „Valori ale limitei de expunere pentru radiații optice artificiale” Linii directoare privind radiațiile neionizante: „Radiații laser” Linii directoare privind radiațiile neionizante: „Radiații ultraviolete din surse artificiale” Linii directoare privind radiațiile neionizante: „Radiații vizibile și infraroșii” Metodele de evaluare a riscurilor privind radiațiile optice provenite din surse artificiale sunt descrise în următoarele documente: Regulamentul BGV B2 privind prevenirea accidentelor: „Radiații laser”. DIN EN 60825-1: 2008: „Securitatea în utilizare a produselor cu laser. Partea 1: Clasificarea echipamentului, cerințe și prescripții” DIN EN 14255-1: 2005: „Măsurarea și evaluarea expunerii persoanelor la radiația optică necoerentă - Partea 1: Radiația ultravioletă emisă de surse artificiale la locul de muncă” Radiația ultravioletă emisă de surse artificiale la locul de muncă IEC 62471: 2006: „Securitatea fotobiologică a lămpilor și a aparatelor care conțin lămpi” DIN EN 12198 - 1: 2000. Securitatea mașinilor. Aprecierea și reducerea riscurilor datorate radiațiilor emise de mașini. Partea 1: Principii generale. Linii directoare privind radiațiile neionizante: „Radiații ultraviolete din surse artificiale” BGR 107: Reglementări de securitate privind uscătoarele mașinilor de tipărit și de prelucrare a hârtiei Metodele de reducere a riscurilor privind radiațiile optice provenite din surse artificiale sunt descrise în următoarele documente: Regulamentul BGV B2 privind prevenirea accidentelor: „Radiații laser” Informarea BGI 5006: „Valori ale limitei de expunere pentru radiații optice artificiale” Informarea BGI 5007: Dispozitive laser pentru spectacole și proiectii DIN EN 12198 - 3: 2002. Securitatea mașinilor. Aprecierea și reducerea riscurilor datorate radiațiilor emise de mașini. Partea 3: Reducerea radiațiilor prin atenuare sau ecranare Linii directoare privind radiațiile neionizante: „Radiații laser” Linii directoare privind radiațiile neionizante: „Radiații ultraviolete din surse artificiale” Metodele de reducere a riscurilor la nivel de filială sunt descrise în următoarele documente: Regulamentul BGV D1 privind prevenirea accidentelor, Sudură, tăiere și metode similare” „Uscarea cu UV”, Asociația profesională de tipografie și recuperare a hârtiei Merkblatt über Betrachtungsplätze für die fluoreszierende Prüfung mit dem Magnetpulver- und Eindringverfahren – Ausrüstung und Schutzmaßnahmen bei Arbeiten mit UV-Strahlung Information BGI 5092 Auswahl von Laser-Schutzbrillen und Laser-Justierbrillen Information BGI 5031 Umgang mit Lichtwellenleiter-Kommunikations-Systemen (LWKS) Broșuri și pliante: Broșură a Institutului federal pentru securitate și sănătate în muncă: „Damit nichts ins Auge geht... – Schutz vor Laserstrahlung” Pliant al Institutului federal pentru securitate și sănătate în muncă: „Orbirea temporară. Protecție împotriva radiațiilor optice” Pliant al Institutului federal pentru securitate și sănătate în muncă: „Lasere de mână pentru prelucrarea materialelor”</p>
Grecia	Ελάχιστες προδιαγραφές υγείας και ασφάλειας όσον αφορά στην έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους προερχόμενους από φυσικούς παράγοντες (τεχνητή οπτική ακτινοβολία), σε συμμόρφωση με την οδηγία 2006/25/ΕΚ [Εφημερίδα της Κυβερνήσεως (ΦΕΚ) (Τεύχος Α), 145, 01/09/2010, 03075-03094]	

Stat membru	Legislație în vigoare	Linii directoare în vigoare
Ungaria	<p>1991. évi XI. törvény az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálatról [Magyar Közlöny, 00753-00759].</p> <p>2/1998. (I. 16.) MüM rendelet a munkahelyen alkalmazandó biztonsági és egészségvédelmi jelzésekről [Magyar Közlöny, 16/01/1998, 174-192, 2].</p> <p>A. Kormány 218/1999. (XII. 28.) Korm. rendelete az egyes szabálysértésekről [Magyar Közlöny, 28/12/1999, 08942-08968, 1999/125].</p> <p>Az egészségügyi miniszter 22/2010. (V. 7.) EüM rendelete a munkavállalókat érő mesterséges optikai sugárzás expozícióra vonatkozó minimális egészségi és biztonsági követelményekről [Magyar Közlöny, 14597-14614].</p> <p>1997. évi XLVII. Törvény az egészségügyi és a hozzájuk kapcsolódó személyes adatok kezeléséről és védelméről [Magyar Közlöny, 05/06/1997, 03518-03528, 1997/49].</p> <p>2009. évi CLIV. Törvény az egyes egészségügyi tárgyú törvények módosításáról [Magyar Közlöny, 47035-47090].</p> <p>1993. évi XCIII. tv. a munkavédelemről [Magyar Közlöny, 03/11/1993, 9942-9953, 160].</p> <p>33/1998. (VI. 24.) NM rendelet a munkaköri, szakmai, illetve személyi higiénés alkalmasság orvosi vizsgálatáról és véleményezéséről [Magyar Közlöny, 24/06/1998, 4489-4516, 54].</p>	<p>Standardle europene sunt aplicabile și în Ungaria, cum ar fi:</p> <p>IEC 60825 -1, -2, -4, -12,</p> <p>IEC 60335-2-27</p> <p>IEC 60601-2-22</p> <p>EN 12198-1</p> <p>EN 14255-1, -2, -4</p>
Irlanda	<p>SAFETY, HEALTH AND WELFARE AT WORK (GENERAL APPLICATION) (AMENDMENT) REGULATIONS 2010</p> <p>[Iris Oifigiúil, 04/05/2010, 00628-00629, 176 of 2010].</p>	<p>Linii directoare ICNIRP</p>
Italia	<p>Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro [Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, 30/04/2008, S.O. N.108/L – G.U.N. 10].</p>	
Letonia	<p>Ministru kabineta 2009.gada 30.jūnijā noteikumi Nr.731 «Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret maksīgā optiska starojuma radīto risku darba vidē» [Latvijas Vēstnesis, 07/07/2009, 105].</p>	<p>Standard leton: Măsurarea și evaluarea expunerii persoanelor la radiația optică necoerentă – Partea 2: Radiații vizibile și infraroșii emise de surse artificiale la locul de muncă</p>
Lituania	<p>LIETUVOS RESPUBLIKOS ADMINISTRACINIŲ TEISĖS PAŽEIDIMŲ KODEKSO 5, 41, 51(3), 51(12), 55, 58, 70, 76, 77, 77(1), 81, 82, 84(1), 87, 89(1), 91, 99(8), 183, 188(4), 188(9), 189(1), 214(3), 221, 224, 225, 232(1), 237, 242, 244, 246(2), 259(1), 262, 263, 268, 320 STRAIPSNIŲ PAKETIMO BEI PAPILDYMO IR KODEKSO PAPILDYMO 42(4), 51(18), 51(19), 51(20), 51(21), 51(22), 56(2), 58(1), 78(1), 89(2), 99(9), 99(10), 148, 173(20), 173(21) STRAIPSNIAIS ĮSTATYMAS Nr. X-691 [Nouvelles de l'Etat, 30/06/2006, 73].</p> <p>Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2007 m. spalio 5 d. įsakymas Nr. A1-277/V-785 «Del 2007 m. birželio 20 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 2007/30/EB, iš dalies keičiančios Tarybos direktyvą 89/391/EEB, jos atskiras direktyvas ir Tarybos direktyvas 83/477/EEB, 91/383/EEB, 92/29/EEB bei 94/33/EB, siekiant supaprastinti ir racionalizuoti praktinio įgyvendinimo a-taskaitas, įgyvendinimo» 2007 m. spalio 5 d. Nr. A1-277/V-785 [Nouvelles de l'Etat, 11/10/2007, 105].</p> <p>Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2007 m. gruodžio 14 d. įsakymas Nr. A1-366/V-1025 «Del darbuotojų apsaugos nuo dirbtinės optinės spinduliuotės ke-llamos rizikos nuostatų patvirtinimo» [Nouvelles de l'Etat, 22/12/2007, 136].</p> <p>Lietuvos Respublikos administracinių teisės pažeidimų kodekso pakeitimo ir papildymo įstatymas Nr. VIII-1543 [Nouvelles de l'Etat, 15/03/2000, 22].</p>	
Luxemburg	<p>Règlement grand-ducal du 26 juillet 2010 relatif aux prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des salariés aux risques dus aux agents physiques (rayonnement optiques artificiels et rayonnement solaire) 2. portant modification du règlement grand-ducal modifié du 17 juin 1997 concernant la périodicité des examens médicaux en matière de médecine du travail [Mémoires/Luxembourg A, 131, 12/08/2010, 02164-02182]</p>	

Stat membru	Legislație în vigoare	Linii directoare în vigoare
Malta	<p>L.N. 250 of 2010 OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY AUTHORITY ACT (Cap. 424) Work Place (Minimum Health and Safety Requirements for the Protection of Workers from Risks resulting from Exposure to Artificial Optical Radiation) Regulations, 2010 [The Malta government gazette, 30/04/2010, 02403-02450, 18586].</p>	
Țările de Jos	<p>Besluit van 1 februari 2010 tot wijziging van het Arbeidsomstandighedenbesluit, houdende regels met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van kunstmatige optische straling [Staatsblad (Bulletin des Lois et des Décrets royaux), 09/03/2010, 00001-00021, 5tb, 2010, 103].</p>	<p>Optische straling in arbeidsituaties</p>
Polonia	<p>Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 27 maja 2010 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z ekspozycją na promieniowanie optyczne [Dziennik Ustaw, 2010/100/643, 09/06/2010] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 lipca 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [Dziennik Ustaw, 2010/141/950, 06/08/2010]</p>	<p>Există câteva publicații disponibile referitoare la metode de evaluare a riscului profesional și linii directoare privind radiațiile optice. Acestea sunt: „Evaluarea riscului profesional. Partea 1: Bază metodologică”. ed. M.W Zawieska, CIOP-PIB, Varșovia 2004 „Evaluarea riscului profesional. Partea 2. STER – asistență prin calculator”. ed. M.W Zawieska, CIOP, Varșovia 2000 „Riscul profesional. Bază metodologică de evaluare” ed. M.W. Zawieska, CIOP-PIB Varșovia, 2007.</p>
Portugalia	<p>Assembleia da República – Estabelece as prescrições mínimas para protecção dos trabalhadores contra os riscos para a saúde e a segurança devidos à exposição, durante o trabalho, a radiações ópticas de fontes artificiais, transpondo a Directiva n.º 2006/25/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril [Diário da República, 168, 30/08/2010, 03770-03782] Assembleia da República – Rectifica a Lei n.º 25/2010, de 30 de Agosto, que estabelece as prescrições mínimas para protecção dos trabalhadores contra os riscos para a saúde e a segurança devidos à exposição, durante o trabalho, a radiações ópticas de fontes artificiais, transpondo a Directiva n.º 2006/25/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, publicada no Diário da República, 1.ª série, n.º 168, de 30 de Agosto de 2010 [Diário da República I, 209, 27/10/2010, 04849-04859]</p>	
România	<p>Hotărârea Guvernului privind cerințele minime de securitate și sănătate în muncă referitoare la expunerea lucrătorilor la riscuri generate de radiațiile optice artificiale [Monitorul Oficial al României, 427, 25/06/2010, 00002-00015]</p>	
Slovacia	<p>Zákon č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov [Zbierka zákonov SR, 31/07/2007, 154]. Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 410/2007 Z. z. o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou umelému optickému žiareniu [Zbierka zákonov SR, 01/09/2007, 178].</p>	
Slovenia	<p>Uredba o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti umetnim optičnim sevanjem [Uradni list RS, 34/2010, 30/04/2010, 04892-04909]</p>	

Stat membru	Legislație în vigoare	Linii directoare în vigoare
Spania	<p>Real Decreto 486/2010, de 23 de april, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales [Boletín Oficial del Estado (B.O.E), 24/04/2010, 36103-36120, 99/2010].</p> <p>Corrección de errores del Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales [Boletín Oficial del Estado (B.O.E), 06/05/2010, 40171-40171, 110/2010].</p>	<p>STANDARDE</p> <p>UNE-CR 13464: 1999 "Guía para la selección, utilización y mantenimiento de los protectores oculares y faciales de uso profesional"</p> <p>UNE EN 166: 2002 "Protección individual del ojo. Requisitos"</p> <p>UNE EN 169: 2003 "Protección individual de los ojos. Filtros para soldadura y técnicas relacionadas. Especificaciones del coeficiente de transmisión (transmitancia) y uso recomendado"</p> <p>UNE EN 170: 2003 "Protección individual de los ojos. Filtros para el ultravioleta. Especificaciones del coeficiente de transmisión (transmitancia) y uso recomendado"</p> <p>UNE EN 207 "Filtros y protectores de los ojos contra la radiación láser (gafas de protección láser)". (Esta norma tiene ampliaciones y modificaciones.)</p> <p>UNE EN 208 "Gafas de protección para los trabajos de ajuste de láser y sistemas láser (gafas de ajuste láser)". (Esta norma tiene ampliaciones y modificaciones.)</p> <p>UNE-EN 60825 "Seguridad de los productos láser" esta norma tiene varias partes y numerosas correcciones</p> <p>UNE-EN 14255 Medición y evaluación de la exposición de las personas a la radiación óptica incoherente. (Esta norma tiene varias partes.)</p> <p>POSTERE</p> <p>La Directiva 2006/25/CE sobre exposición laboral a radiaciones ópticas artificiales</p> <p>Metodologie de evaluare a expunerii profesionale la radiații optice</p> <p>Spectralimit: aplicație de evaluare a expunerii profesionale la UV și radiații vizibile</p> <p>ALTE DOCUMENTE ALE INSHT</p> <p>NTP 755: "Radiaciones ópticas: Metodología de evaluación de la exposición laboral"</p> <p>NTP 654: Láseres: nueva clasificación del riesgo (UNE EN 60825-1 /A2: 2002)</p> <p>NTP 261: Láseres: riesgos en su utilización</p> <p>FDN-17: Selección de pantallas faciales y gafas de protección</p> <p>FDN-23: Comercialización de las Pantallas de Protección para Soldadores</p> <p>Guías orientativas para la selección y utilización de EPI - Protectores oculares y faciales</p> <p>CD. R. Prevención de riesgos de salud. Curs avansat de instruire pentru efectuarea funcțiilor la nivel superior</p> <p>Versiunea 2</p> <p>Algunas cuestiones sobre seguridad Láser. (Cu privire la securitatea laserelor.)</p> <p>Evaluación de las Condiciones de Trabajo en la pequeña y mediana empresa</p> <p>Riesgos por radiaciones ópticas procedentes de fuentes luminosas</p> <p>La exposición laboral a radiaciones ópticas</p>
Suedia Regatul Unit	<p>Arbetsmiljöverkets föreskrifter om artificiell optisk strålning (AFS 2009:7). [Arbetsmiljöverkets författningssamling (AFS), 10/11/2009, 2009:7].</p> <p>The Control of Artificial Optical Radiation at Work Regulations 2010 [Her Majesty's Stationery Office (HMSO), 06/04/2010, GB SI 2010 No. 1140]</p> <p>The Control of Artificial Optical Radiation at Work Regulations (Northern Ireland) 2010 [Her Majesty's Stationery Office (HMSO), SF of NI 2010 No. 180]</p> <p>Factories (Protection of Workers from Physical Agents) (Artificial Optical Radiation) Regulations 2010 [Gibraltar Gazette, 3801, 29/07/2010]</p>	<p>MHRA DB2008(03) Linii directoare privind utilizarea în condiții de securitate a laserelor, sistemelor cu sursă de lumină intensă și LED-urilor în practicile medicale, chirurgicale, dentare și estetice</p> <p>HSG95 Securitatea radiațiilor laser utilizate în scopuri de afișare</p>

Apendicele G. Standarde europene și internaționale

Există mai multe standarde europene referitoare la produse care emit radiații optice, caracterizează emisiile și menționează măsurile de protecție. Există, de asemenea, un număr de standarde internaționale (cum ar fi ISO, IEC și CIE) care nu au fost publicate ca standarde europene. Al treilea grup este reprezentat de linii directe publicate la nivel internațional, dar care este posibil să nu fi fost adoptate în toate statele membre.

Includerea unui document în acest apendice nu înseamnă că un angajator trebuie să obțină și să consulte respectivul document. Unele documente pot fi totuși utile angajatorilor în efectuarea evaluărilor de risc și în gestionarea riscurilor.

G.1. Norme europene

EN 165: 2005 Protecție individuală a ochilor – Vocabular

EN 166: 2002 Protecție individuală a ochilor – Specificații

EN 167: 2002 Protecție individuală a ochilor – Metode de încercare optice

EN 168: 2002 Protecție individuală a ochilor – Metode de încercare, altele decât cele optice

EN 169: 2002 Protecție individuală a ochilor – Filtre pentru sudură și tehnici conexe – Cerințe referitoare la factorul de transmisie și utilizarea recomandată

EN 170: 2002 Protecție individuală a ochilor – Filtre pentru ultraviolet – Cerințe referitoare la factorul de transmisie și utilizarea recomandată

EN 171: 2002 Protecție individuală a ochilor – Filtre pentru infraroșu – Cerințe referitoare la factorul de transmisie și utilizarea recomandată

EN 175: 1997 Protecție individuală – Echipament de protecție a ochilor și a feței pentru sudare și tehnici conexe

EN 207: 1998 Filtre și protectori ai ochilor împotriva radiațiilor laser

EN 208: 1998 Protectori ai ochilor pentru lucrări de reglare pe lasere și sisteme laser

EN 349: 1993 Securitatea mașinilor. Distanțe minime pentru prevenirea strivirii părților corpului uman.

EN 379: 2003 Protecție individuală a ochilor – Filtre de sudură automate

EN 953: 1997 Securitatea mașinilor. Protectori. Cerințe generale pentru proiectarea și construcția protectorilor fiși și mobili

EN 1088: 1995 Securitatea mașinilor. Dispozitive de inter-blocare asociate cu protectori

EN 1598: 1997 Igienă și securitate la sudare și procedee conexe – Perdele, benzi și ecrane transparente pentru procedee de sudare cu arc electric

EN ISO 11145: 2001 Optică și instrumente optice. Laseri și echipament cu laseri. Vocabular și simboluri

EN ISO 11146-1: 2005 Laseri și echipamente cu laseri. Metode de verificare a lățimii fasciculului laser, unghiul de divergență și factorul de propagare al fasciculului. Fascicule stigmatice și astigmatice simple

EN ISO 11146-2: 2005 Laseri și echipamente cu laseri. Metode de verificare a lățimii fasciculului laser, unghiul de divergență și factorul de propagare al fasciculului. Fascicule astigmatice generale

EN ISO 11149: 1997 Optică și instrumente optice. Laseri și echipament cu laseri. Fibre optice conectoare pentru aplicații laser, altele decât telecomunicațiile

- EN ISO 11151-1: 2000 Laseri și echipamente cu laseri. Componente optice standard. Componente pentru domeniile spectrale UV, vizibil și infraroșu apropiat
- EN ISO 11151-2: 2000 Laseri și echipamente cu laseri. Componente optice standard. Componente pentru domeniul spectral infraroșu
- EN ISO 11252: 2004 Laseri și echipamente cu laser. Dispozitive cu laser. Cerințe minime pentru documentație
- EN ISO 11254-3: 2006 Laseri și echipamente cu laseri. Determinarea rezistenței la radiația laser a suprafețelor optice. Verificarea capacității de a suporta puterea (energia) laser
- EN ISO 11551: 2003 Optică și instrumente optice. Laseri și echipament cu laseri. Metoda de încercare a factorului de absorbție al componentelor optice pentru laser
- EN ISO 11553-1: 2005 Securitatea mașinilor. Mașini de prelucrat cu laser. Cerințe generale de securitate
- EN ISO 11553-2: 2007 Securitatea mașinilor. Mașini de prelucrat cu laser. Cerințe de securitate pentru dispozitivele portabile cu laser
- EN ISO 11554: 2006 Optică și fonică. Laseri și echipamente asociate laserilor. Metode de verificare a puterii, energiei și caracteristicilor temporale ale fasciculului laser
- EN ISO 11670: 2003 Laseri și echipamente asociate laserilor. Metode de verificare a parametrilor fasciculului laser. Stabilitatea poziției fasciculului
- EN ISO 11810-1: 2005 Laseri și echipamente cu laseri. Metode de verificare și clasificare a rezistenței la radiația laser a cearșafurilor chirurgicale și/sau a cuverturilor de protecție a pacienților. Aprindere primară și pătrundere
- EN ISO 11810-2: 2007 Laseri și echipamente cu laseri. Metode de verificare și clasificare a rezistenței la radiația laser a cearșafurilor chirurgicale și/sau a cuverturilor de protecție a pacienților. Aprindere secundară
- EN ISO 11990: 2003 Optică și instrumente optice. Laseri și echipament cu laseri. Determinarea rezistenței la laser a trunchiurilor tuburilor traheice
- EN ISO 12005: 2003 Laseri și echipamente asociate laserilor. Metode de verificare a parametrilor fasciculului laser. Polarizarea
- EN ISO 12100-1: 2003 Securitatea mașinilor – Concepte de bază, principii generale de proiectare – Partea 1: Terminologie de bază, metodologie
- EN ISO 12100-2: 2003 Securitatea mașinilor – Concepte de bază, principii generale de proiectare – Partea 2: Principii tehnice
- EN 12254: 1998 Ecrane pentru locuri de muncă cu laseri. Cerințe și încercări de securitate
- EN ISO 13694: 2001 Optică și instrumente optice. Laseri și echipamente cu laseri. Metode de verificare a distribuției densității de putere (energie) a fasciculului laser
- EN ISO 13695: 2004 Optică și fonică. Laseri și echipamente asociate laserilor. Metode de încercare pentru caracteristici spectrale ale laserilor
- EN ISO 13697: 2006 Optică și fonică. Laseri și echipamente asociate laserilor. Metode de încercare pentru factorul de reflexie luminoasă și pentru factorul de transitanță a componentelor optice laser.
- EN 13857: 2008 Securitatea mașinilor. Distanțe de securitate pentru a preveni atingerea zonelor periculoase cu membrele superioare și inferioare
- EN ISO 14121-1: 2007 Securitatea mașinilor – Aprecierea riscului. Partea 1: Principii
- DIN EN 14255-1: 2005 Măsurarea și evaluarea expunerii persoanelor la radiația optică incoerentă – Partea 1: Radiația ultravioletă emisă de surse artificiale la locul de muncă
- DIN EN 14255-2: 2005 Măsurarea și evaluarea expunerii persoanelor la radiația optică incoerentă – Partea 2: Radiația vizibilă și infraroșie emisă de surse artificiale la locul de muncă
- EN 14255-4: 2006 Măsurarea și evaluarea expunerii persoanelor la radiații optice incoerente – Partea 4: Terminologie și mărimi utilizate pentru măsurarea expunerii la radiație ultravioletă, vizibilă și infraroșu

EN ISO 14408: 2005 Tuburi traheale pentru chirurgie laser. Cerințe pentru marcaj și informații însoțitoare

EN ISO 15367-1: 2003 Laseri și echipamente asociate laserilor. Metode de încercare pentru determinarea formei frontului de undă al fasciculului laser. Terminologie și aspecte fundamentale

EN ISO 15367-2: 2005 Laseri și echipamente asociate laserilor. Metode de încercare pentru determinarea formei frontului de undă al fasciculului laser. Senzori Shack-Hartmann

EN ISO 17526: 2003 Optică și instrumente optice. Laseri și echipament cu laseri. Durata de viață a laserilor

EN ISO 22827-1: 2005 Inspecția de recepție pentru mașinile pentru sudarea cu fascicul laser Nd:YAG. Mașini cu transport de fascicul prin fibră optică. Ansamblu laser

EN ISO 22827-2: 2005 Inspecția de recepție pentru mașinile pentru sudarea cu fascicul laser Nd:YAG. Mașini cu transport de fascicul prin fibră optică. Mecanism de poziționare

EN 60601-2-22: 1996 Aparate electromedicale Partea 2. Cerințe specifice de securitate. Secțiunea 2.22. Specificații pentru aparate de diagnostic și de tratament cu laser

EN 60825-1: 2007 Securitatea în utilizare a produselor cu laser. Partea 1: Clasificarea echipamentului și prescripții

EN 60825-2: 2004 Securitatea în utilizare a produselor cu laser. Partea 2: Securitatea sistemelor de telecomunicații prin fibră optică

EN 60825-4: 2006 Securitatea în utilizare a produselor cu laser. Partea 4: Paravane de protecție împotriva radiației laser

EN 60825-12: 2004 Securitatea în utilizare a produselor cu laser. Partea 12: Securitatea sistemelor de comunicații optice în spațiu liber utilizate pentru transmisia informației

EN 61040: 1993 Detectoare, instrumente și echipamente pentru măsurarea puterii și energiei radiației laser

G.2. Linii directoare europene

CLC/TR 50488: 2005 Ghid privind nivelurile de competență pentru manipularea sigură a laserului

G.3. Documente ISO, IEC și CIE

EN ISO 11146-3: 2004 Laseri și echipamente cu laseri. Metode de verificare a lățimii fasciculului laser, unghiul de divergență și factorul de propagare al fasciculului. Clasificare de bază și geometrică a fasciculului laser, propagare și detalii privind metodele de încercare

ISO/TR 11991: 1995 Linii directoare privind managementul căilor respiratorii în timpul operației chirurgicale cu laser la căile respiratorii superioare

ISO/TR 22588: 2005 Optică și fonică. Laseri și echipamente asociate laserilor. Măsurarea și evaluarea efectelor induse de absorbție la componentele optice cu laser

IEC/TR 60825-3: 2008 Securitatea în utilizare a produselor cu laser. Partea 3: Recomandări pentru spectacole cu laser

IEC/TR 60825-5: 2003 Securitatea în utilizare a produselor cu laser. Partea 5: Lista de control a producătorului pentru IEC 60825-1

IEC/TR 60825-8: 2006 Securitatea în utilizare a produselor cu laser. Partea 8: Recomandări privind utilizarea sigură a laserelor pentru corpul omenesc

IEC/TR 60825-13: 2006 Securitatea în utilizare a produselor cu laser. Partea 13: Măsurarea în scopuri de clasificare a produselor cu laser

IEC TR 60825-14: 2004 Securitatea în utilizare a produselor cu laser. Partea 14: Ghid al utilizatorului

IEC 62471: 2006 Siguranța fotobiologică a lămpilor și a sistemelor de lămpi

CIE S 004-2001: Culorile semnalelor luminoase

ISO 16508/CIE S006.1/E-1999 : Standard comun ISO/CIE: Semafoare rutiere – Proprietăți fotometrice ale semnalelor luminoase cu diametru de 200 mm

ISO 17166/CIE S007/E-1999: Standard comun ISO/CIE:
Spectru de referință al expunerilor cauzatoare de eritem
și doza standard cauzatoare de eritem

ISO 8995-1: 2002(E)/CIE S 008/E: 2001: Standard comun
ISO/CIE: Iluminarea locurilor de muncă – Partea 1: Interior
[incl. Corrigendum tehnic ISO 8995:2002/Cor. 1:2005(E)]

CIE S 009/D: 2002: Photobiologische Sicherheit von
Lampen und Lampensystemen

ISO 23539: 2005(E)/CIE S 010/E: 2004: Standard comun
ISO/CIE: Fotometrie – Sistemul CIE de fotometrie fizică

ISO 23603: 2005(E)/CIE S 012/E: 2004: Standard comun
ISO/CIE: Metodă standard de estimare a calității spec-
trale a simulatoarelor de lumină diurnă pentru evaluarea
vizuală și măsurarea culorilor

CIE S 015: 2005: Iluminarea posturilor de lucru exterioare

ISO 8995-3: 2006(E)/CIE S 016/E: 2005: Standard comun
ISO/CIE: Iluminarea posturilor de lucru – Partea 3: Cerințe
de iluminare pentru siguranța și securitatea posturilor de
lucru exterioare

ISO 28077: 2006(E)/CIE S 019/E: 2006: Standard comun
ISO/CIE: Spectrul cu acțiune fotocarcinogenică (cancere
de piele de tip non-melanom)

ISO 30061: 2007(E)/CIE S 020/E: 2007: Iluminare de
urgență

Apendicele H. Fotosensibilitatea

H.1. Ce este fotosensibilitatea?

Reacțiile chimice declanșate de radiația vizibilă sau UV reprezintă procese naturale, esențiale pentru supraviețuirea organismelor vii. Acestea mai sunt numite reacții fotochimice: energia trebuie să fie mai întâi absorbită de o moleculă sau celulă vie, pentru a ajunge în starea excitată necesară pentru producerea reacției.

În circumstanțe normale, efectul net va fi pozitiv și nu va provoca leziuni corporale (pielii, în acest caz).

Cu toate acestea, absorbția, înghițirea sau inhalarea unor substanțe poate conduce la efecte severe de amplificare și poate provoca leziuni reale variate, similare arsurilor solare acute. Aceste substanțe sunt denumite de obicei „fotosensibilizatori”.

Uneori, efectele negative (cum ar fi arsuri solare, pustule, usturime) pot apărea aproape imediat.

Expunerea repetată pe termen lung, în condiții de contact cu agenți de fotosensibilizare, poate spori în unele cazuri riscul de evoluție către boli cronice (cum ar fi îmbătrânire accelerată a pielii sau cancer de piele).

Majoritatea fotosensibilizatorilor absorb radiații din domeniul UVA și, într-o măsură mai redusă, radiații din domeniul UVB sau vizibil. Aceștia există pretutindeni în mediul de viață uman:

în viața de zi cu zi: în anumite medicamente, precum regulatoarele de ritm cardiac sau antihipertensivele, în legume, substanțe de protecție a lemnului precum carbo-nileum, în plante de grădină, parfumuri și cosmetice;

în mediul profesional: substanțe colorante, pesticide, cerneluri de tipărit, aditivi alimentari pentru animale;

în mediul medical: terapie cu lumină, substanțe antibacteriene, tranchilizante, diuretice, tratamente antiinfecțioase.

Această listă nu este completă. În plus, fotosensibilizatoarele care sunt utilizate în viața de zi cu zi sau de origine medicală pot spori sensibilitatea la expunerea profesională.

Efectele negative depind de tipul și de cantitatea absorbită/înghițită/inhalată de substanță fotosensibilizantă, de intensitatea și durata expunerii și de profilul genetic (de exemplu, tipul de piele) al fiecărui individ.

H.2. Aspecte (ne)profesionale

După cum se poate constata, efectele negative datorate expunerii la radiație UV sau vizibilă, în condiții de prezență a agenților fotosensibilizatori, pot afecta orice persoană și pot apărea deopotrivă ca urmare a activităților profesionale și neprofesionale.

În plus, principala sursă este reprezentată de radiațiile naturale produse de soare.

Deoarece efectele negative datorate expunerii la radiații solare nu se încadrează în domeniul de aplicare al directivei, aceste date referitoare la radiațiile naturale au caracter strict informativ.

H.3. Care sunt îndatoririle angajatorului?

Directiva prevede că angajatorul trebuie să efectueze o evaluare a riscurilor, ținând seama de pericolele și riscurile generate de expunerea la radiații optice artificiale.

Între responsabilitățile angajatorului se află și obligația de a informa angajații în privința oricărui posibil risc.

Conștientizarea potențialelor pericole și riscuri datorate agenților de fotosensibilizare reprezintă un aspect esențial.

H.4. Ce trebuie să faceți dacă munca dumneavoastră presupune expunerea la surse de radiații optice artificiale în combinație cu substanțe fotosensibilizante?

Un angajator care efectuează o evaluare de risc nu cunoaște orice situație specifică, cum ar fi cazul unui lucrător care urmează un tratament cu medicamente „fotosensibilizatoare”, utilizează produse „fotosensibilizatoare” în timp ce își renovează locuința, sau substanțe chimice de acest tip atunci când folosește substanțe legate de un hobby (vopsele, cerneluri, clei etc.).

La începerea unui tratament cu medicamente „fotosensibilizatoare”, medicul ar trebui să vă avertizeze în privința posibilelor efecte negative ale expunerii la lumina solară. Uneori, expunerea la lumina solară va fi interzisă în mod explicit. În astfel de situații, este recomandat să se evite expunerea excesivă la surse artificiale (și naturale) de lumină sau UV la locul de muncă. Trebuie citite întotdeauna etichetele! Se recomandă cu insistență să vă informați angajatorul, direct sau prin canalele sau procedurile din țara dvs. Dacă observați afecțiuni ale pielii, consultați fără întârziere un medic. Informați medicul dacă suspectați că acestea sunt rezultatul unei expuneri la locul de muncă. Într-un astfel de caz, se recomandă insistent să vă informați angajatorul, în persoană sau prin canalele sau procedurile din țara dumneavoastră. Numai astfel, condițiile de muncă vor fi adaptate corespunzător.

Apendicele I. Resurse

I.1. Internet

Listele de mai jos nu au caracter exhaustiv; menționarea nu implică sprijinirea sau recomandarea conținutului site-urilor externe.

I.2. Organisme consultative/de reglementare

Uniunea Europeană

Stat membru	Organizație	Site internet
Austria	AUVA	www.auva.at
Belgia	Institut pour la Prévention, la Protection et le Bien-être au Travail	www.prevent.be/net/net01.nsf
Cipru	Ημερίδα με θέμα: Ασφαλής Πρόσδεση Φορτίων	www.cysha.org.cy
Republica Cehă	Institutul național de sănătate publică din R. Cehă	www.czu.cz
	Centrum bezpečnosti práce a požární ochrany	www.civop.cz
Danemarca	Danish Working Environment Authority (Autoritatea daneză pentru locuri de muncă)	www.at.dk
Estonia	TÖÖINSPEKTSIOON	www.ti.ee
Finlanda	Työterveyslaitos	www.occuphealth.fi
Franța	Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail	www.afsset.fr
Germania	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin	www.baua.de
	Berufsgenossenschaft Elektro Textil Feinmechanik	www.bgetf.de
Grecia	Hellenic Institute for Occupational Health and Safety (Institutul elen de sănătate și securitate în muncă)	www.elinyae.gr
Ungaria	Public Foundation for Research on Occupational Safety (Fundația publică pentru cercetare și sănătate în muncă)	www.mkk.org.hu
Irlanda	Health and Safety Authority (Autoritatea pentru sănătate și securitate)	www.HSA.ie
Italia	National Institute of Occupational Safety and Prevention (Institutul național de securitate și prevenire în muncă)	www.ispes.it
Letonia	Institute of Occupational and Environmental Health (Institutul de sănătate în muncă și protecția mediului)	home.parks.lv/ioeh
Luxemburg	Inspection du Travail et des Mines (Inspekția muncii și a minelor)	www.itm.lu/itm
Malta	Occupational Health and Safety Authority (Autoritatea pentru sănătate și securitate în muncă)	www.ohsa.org.mt
Țările de Jos	TNO Work and Employment (TNO - Muncă și ocuparea forței de muncă)	www.arbeid.tno.nl
Polonia	Central Institute for Labour Protection (Institutul central pentru protecția muncii)	http://www.ciop.pl
Portugalia	Autoridade para as Condições do Trabalho	www.act.gov.pt
România	Institute of Public Health (Institutul de sănătate publică)	www.pub-health-iasi.ro
Slovacia	Public Health Authority of the Slovak Republic (Autoritatea publică pentru sănătate din Republica Slovacă)	www.uvzsr.sk
Slovenia	Ministry of Labour, Family and Social Affairs (Ministerul Muncii, Familiei și Afacerilor Sociale)	www.mddsz.gov.si
Spania	National Institute of Safety and Hygiene at Work (Institutul național pentru securitate și igienă în muncă)	www.insht.es/portal/site/Insht
	Association for the Prevention of Accidents (Asociația pentru prevenirea accidentelor)	www.apa.es

Stat membru	Organizație	Site internet
Suedia	Swedish Radiation Protection Agency (Agenția suedeză de protecție împotriva radiațiilor)	www.ssi.se
Regatul Unit	Health Protection Agency (Agenția pentru protecția mediului)	www.hpa.org.uk
	Health and Safety Executive (Direcția de sănătate și securitate)	www.hse.gov.uk

La nivel internațional

Organizație	Site internet
Comisia internațională pentru protecția împotriva radiațiilor neionizante	www.icnirp.de
Comisia Internațională pentru iluminare	www.cie.co.at
Organizația Mondială a Sănătății	www.who.int
Conferința americană a igieniștilor guvernamentali din industrie	www.acgih.org
Confederația Europeană a Sindicatelor	www.etuc.org hesa.etui-rehs.org
Alianța europeană din domeniul sănătății publice	www.eph.org/r/64
Agencia Europeană pentru Securitate și Sănătate în Muncă	osha.europa.eu/
Comisia Internațională pentru Sănătate în Muncă	www.icohweb.org

Restul lumii

Țară	Organizație	Site internet
SUA	US Food and Drug Administration Center for Devices and Radiological Health (Centrul tehnic și pentru sănătate în radiologie al Administrației SUA pentru produse alimentare și medicinale)	www.fda.gov/cdrh/
SUA	US Food and Drug Administration Medical Accident Database (Baza de date a Administrației SUA pentru produse alimentare și medicinale privind accidentele medicale)	www.accessdata.fda.gov
SUA	United States Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, Laser/Optical Radiation Program (Centrul armatei SUA pentru sprijinirea sănătății și medicină preventivă, programul pentru radiații optice/laser)	chppm-www.apgea.army.mil/laser/laser.html
Australia	Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (Agenția australiană pentru protecția împotriva radiațiilor și securitate nucleară)	www.arpansa.gov.au

I.3. Standarde

Organizație	Site internet
Comisia electrotehnică internațională	www.iec.ch
Comitetul european de standardizare în electrotehnică	www.cenelec.eu
Comitetul European de Standardizare	www.cen.eu
Organizația Internațională pentru Standardizare	www.iso.org
Institutul american pentru standarde naționale	www.ansi.org
Standarde SUA pentru securitate laser	www.z136.org

I.4. Asociații/anuare pe internet

Organizație	Site internet
European Optical Society (Societatea optică europeană)	www.myeos.org
SPIE	www.spie.org
Optical Society of America (Societatea optică americană)	www.osa.org
Laser Institute of America (Institutul laser american)	www.laserinstitute.org
Association of Laser Users (Asociația utilizatorilor de laser)	www.ailu.org.uk
Institute of Physics (Institutul de fizică)	www.iop.org
Institute of Physics and Engineering in Medicine (Institutul de fizică și inginerie medicală)	www.ipem.org.uk
British Medical Laser Association (Asociația britanică a utilizatorilor de laser medical)	www.bmla.co.uk
European Leading Association of Luminous Radiant gas heaters Manufacturers (Asociația europeană a producătorilor de încălzitoare cu gaz cu radiații luminoase)	www.elvhis.com

I.5. Jurnale

www.optics.org

Opto & Laser Europe

www.health-physics.com

Jurnal de fizică medicală

www.oxfordjournals.org/our_journals/rpd/about.html

Căutare de rezumate privind dozimetria pentru protecție împotriva radiațiilor din publicații din domeniul laserului

lfw.pennnet.com/home.cfm

Magazin lunar de optică din SUA al Laser Focus World

www.photonics.com

Spectre de fotoni, EuroPhotonics și BioPhotonics

scitation.aip.org/jla/

Jurnalul de aplicații laser

www.springerlink.com/content/1435-604X/

Jurnalul *Lasers in Medical Science*

fibers.org/fibresystems/schedule/fse.cfm

Jurnalul *Fibre Systems Europe*

www.laserist.org/Laserist/

Jurnalul The Laserist al International Laser Display Association

www.ledsmagazine.com

Magazin electronic de aplicații LED

www.ils-digital.com

Magazin de soluții laser industriale

www.rp-photonics.com/encyclopedia.html

Enciclopedie online conținând o serie de subiecte din domeniile laser și optic

I.6. CD, DVD și alte resurse

Resursă	Furnizor	Observații
Limits CD	Austrian Research Centers	Sistem de instruire interactiv (în limbile engleză și germană) privind securitatea operării laserelor în industrie și cercetare. Acest CD include un film de 30 de minute care rezumă cele 9 capitole ale CD-ului. Capitolele pot fi consultate separat. Sunt incluse o secțiune de testare a cunoștințelor (tip grilă) și un glosar.
LIA – Mastering Light – Laser Safety DVD	LIA	Sunt prezentate aplicații, tipuri de laser, pericole legate de laser, măsuri de control, tipuri de indicatoare și etichete, modul de stocare a ochelarilor de protecție etc. Include detalii privind vechea clasificare a laserelor.
Laser Safety in Higher Education on DVD	Universitatea Southampton	Prezintă efectele radiației laser asupra corpului, măsuri de securitate, filtre de densitate neutră etc. Include detalii privind vechea clasificare a laserelor.
LIA – CLSOS' Best Practices in Laser Safety on CD	LIA	Carte + CD. CD-ul conține prezentări PowerPoint ale capitolelor 5.2.1.1 și 5.2.1.3. Cartea poate fi utilizată ca instrument în dezvoltarea de programe de protecție împotriva radiațiilor laser.
Prevention of Labour Risks on CD	INSHT	Curs avansat de formare în executarea funcțiilor de nivel superior. Versiunea 2.
Guide to Laser Safety	Laservision	Broșură în limbile engleză și germană. Sunt prezentate mijloace și filtre de protecție oculară împotriva laserului.
Laser-Augenschutz Filter-Select	BGETF	Bază de date interactivă ACCESS conținând mijloace de protecție oculară împotriva laserului.

Apendicele J. Glosar

Densitate de putere radiantă (într-un punct de pe o suprafață)

coeficient al fluxului energetic dF_v incident pe un element al suprafeței pe care se află punctul, împărțit la suprafața dA a acelui element, conform ecuației:

$$E = \frac{d\Phi}{dA}$$

Unitate SI: $W \cdot m^{-2}$

Distanță de pericol

distanța minimă de la sursă la care densitatea de putere radiantă sau luminanța energetică scade sub valoarea-limită de expunere (VLE) corespunzătoare

Distanță de risc pentru ochi (DRO)

distanța la care densitatea de putere radiantă de energie radiantă devine egală cu VLE oculare corespunzătoare

Distanță de risc pentru piele

distanță la care densitatea de putere radiantă depășește limita aplicabilă de expunere a pielii, în cazul unei expuneri de 8 ore

Unitate: m

Domeniu de pericol pentru retină

domeniu spectral cuprins între 380-1 400 nm (radiații vizibile plus IRA) în care mediile oculare normale transmit radiații optice către retină

Energie a radiației

coeficient al energiei radiante dQ incidentă pe un element al suprafeței pe care se află punctul în perioada dată, împărțit la suprafața dA a acelui element, conform ecuației:

$$H = \frac{dQ}{dA}$$

În mod echivalent, integrala densității de putere radiante E într-un punct dat, pe o durată dată Δt

$$H = \int_{\Delta t} E \cdot dt$$

Unitate SI: $J \cdot m^{-2}$

Funcție de ponderare a pericolului de leziune termică a retinei

funcție de ponderare spectrală care reflectă efectele termice ale radiațiilor vizibile și infraroșii asupra retinei

Simbol: $R(\lambda)$

Unitate SI: fără dimensiune

Funcție de ponderare a pericolului generat de ultraviolete

funcție de ponderare spectrală cu rol de protecție a sănătății, care reflectă efectele acute combinate ale radiației ultraviolete asupra ochilor și pielii

Funcție de ponderare a pericolului legat de lumina albastră

funcție de ponderare spectrală care reflectă efectele fotochimice ale radiațiilor ultraviolete și vizibile asupra retinei

Simbol: $B(\lambda)$

Unitate SI: fără dimensiune

Iluminare (E_v)

(într-un punct de pe o suprafață)

coeficient al fluxului luminos $d\Phi_v$ incident pe un element al suprafeței pe care se află punctul, împărțit la suprafața dA a celui element, conform ecuației:

$$E_v = \frac{d\Phi_v}{dA}$$

Unitate: lux (lx)

Luminanță

Cantitate definită de formula

$$L_v = \frac{d\Phi_v}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega}$$

unde:

$d\Phi_v$ este fluxul luminos transmis de un fascicul elementar care trece prin punctul dat și care se propagă în unghiul solid $d\Omega$ conținând direcția dată;

dA este suprafața unei secțiuni a fasciculului care conține punctul dat;

θ este unghiul dintre perpendiculara la acea secțiune și direcția fasciculului

Simbol: L_v

Unitate: $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$

Luminanță energetică

(într-o anumită direcție, la un anumit punct de pe o suprafață reală sau imaginată)

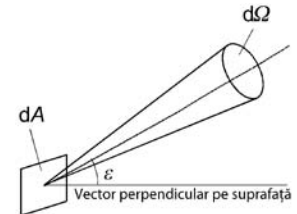
Cantitate definită de formula

$$L = \frac{d\Phi}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega}$$

unde:

$d\Phi$ este puterea radiantă (fluxul) transmisă de un fascicul elementar care trece prin punctul dat și care se propagă în unghiul solid

dW conținând direcția dată; *Reprezentare schematică a definiției luminanței energetice*



dA este suprafața unei secțiuni a fasciculului care conține punctul dat;

θ este unghiul dintre perpendiculara la acea secțiune și direcția fasciculului

Simbol: L

Unitate SI: $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Pericol de leziune termică a retinei

risc de leziune oculară ca urmare a expunerii la radiații optice în intervalul de lungimi de undă cuprins între 380-1 400 nm

Pericol generat de ultraviolete

risc de afecțiuni acute și cronice ale ochilor și pielii ca urmare a expunerii la radiații optice în intervalul de lungimi de undă între 180-400 nm

Pericol legat de lumina albastră

risc de leziune a retinei, de origine fotochimică, ca urmare a expunerii la radiații optice în domeniul de lungimi de undă cuprins între 300-700 nm

Radiație incoerentă

Orice radiație optică diferită de radiația laser

Radiație optică

radiație electromagnetică cu lungimi de undă aflată între domeniul de tranziție către raze X (lungime de undă de aproximativ 1 nm) și domeniul de tranziție către unde radio (lungime de undă de aproximativ 10^6 nm)

Radiație ultravioletă (UV)

radiație optică ale cărei lungimi de undă sunt mai scurte decât cele ale radiației vizibile

În cazul radiației ultraviolete, intervalul între 100 nm și 400 nm este divizat de obicei în:

UVA, între 315 nm și 400 nm

UVB, între 280 nm și 315 nm

UVC, între 100 nm și 280 nm

Radiația ultravioletă în domeniul de lungimi de undă sub 180 nm (vacuum UV) este absorbită în cea mai mare parte de către oxigenul din aer

Radiație vizibilă

orice radiație optică capabilă să provoace o stimulare vizuală

Notă: Nu există limite bine delimitate ale domeniului spectral de radiații vizibile deoarece acestea depind de cantitatea de putere radiantă care ajunge la retină și de sensibilitatea subiectului. În general, limita inferioară este considerată a fi între 360 și 400 nm, iar limita superioară între 760 și 830 nm

Reacție de respingere, voluntară sau involuntară

închiderea pleoapei, mișcarea globului ocular, micșorarea pupilei sau mișcarea capului pentru a se evita expunerea la un stimulent conținând radiații optice

Valoare-limită de expunere (VLE)

nivel maxim de expunere a ochiului sau pielii care nu produce efecte biologice negative

Apendicele K. Bibliografie

K.1. Istoria laserelor

How the Laser Happened – Adventures of a Scientist. Charles H Townes. Oxford University Press, 1999.

The Laser Odyssey. Theodore Maiman. Laser Press, 2000.

The History of the Laser. M Bertolotti. Institute of Physics Publishing, 2005.

Beam: The Race to Make the Laser. Jeff Hecht. Oxford University Press, 2005.

Laser: The Inventor, the Nobel Laureate, and the Thirty-Year Patent War. Nick Taylor. iUniverse.com, 2007.

K.2. Lasere medicale

Medical Lasers and their Safe Use. D Sliney and S Trokel. Springer-Verlag, New York, 1993.

Laser-Tissue Interactions – Fundamentals and Applications. Markolf H. Niemz. Springer, 2004.

K.3. Laserul și protecția împotriva radiațiilor optice

Safety with Lasers and Other Optical Sources. D Sliney and M Wolbarsht. Plenum, New York, 1980.

Practical Laser Safety. D C Winburn. Marcel Dekker Inc. New York, 1985.

The Use of Lasers in the Workplace: A Practical Guide. International Labour Office, Geneva, 1993.

Laser Safety. Roy Henderson and Karl Schulmeister. Institute of Physics Publishing, 2003.

Laser Safety Management. Ken Barat. CRC Press/Taylor & Francis, 2006.

Schutz vor optischer Strahlung. Ernst Sutter. VDE Verlag GmbH, 2002.

K.4. Tehnologia și teoria laserului

Introduction to Laser Technology. Breck Hitz, J J Ewing & Jeff Hecht. IEEE Press, 2001.

Handbook of Laser Technology and Applications

- Volume 1: Principles
- Volume 2: Laser Design and Laser Systems
- Volume 3: Applications

Colin Webb and Julian Jones, Editors. Institute of Physics Publishing, 2004.

Principles of Lasers and Optics. William S C Chang. Cambridge University Press, 2005.

Field Guide to Lasers. Rüdiger Paschotta. SPIE Press, 2008.

K.5. Linii directoare și declarații

Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelengths Between 180 nm and 400 nm (Incoherent Optical Radiation). *Health Physics* 87 (2): 171-186; 2004.

Revision of the Guidelines on Limits of Exposure to Laser radiation of wavelengths between 400nm and 1.4μm. *Health Physics* 79 (4): 431-440; 2000.

Guidelines on Limits of Exposure to Broadband Incoherent Optical Radiation (0.38 to 3μm). *Health Physics* 73 (3): 539-554; 1997.

Guidelines on UV Radiation Exposure Limits. *Health Physics* 71 (6): 978; 1996.

Guidelines on Limits of Exposure to Laser Radiation of Wavelengths between 180 nm and 1 mm. *Health Physics* 71 (5): 804-819; 1996.

Proposed Change to the IRPA 1985 Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation. *Health Physics* 56 (6): 971-972; 1989.

Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelengths between 180 nm and 400nm (Incoherent Optical Radiation). *Health Physics* 49 (2): 331-340; 1985.

ICNIRP Statement on Far Infrared Radiation Exposure. *Health Physics* 91(6) 630-645; 2006.

Adjustment of guidelines for exposure of the eye to optical radiation from ocular instruments: statement from a task group of the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Sliney D, Aron-Rosa D, DeLori F, Fankhouser F, Landry R, Mainster M, Marshall J, Rassow B, Stuck B, Trokel S, West T, and Wolfe M. *Applied Optics* 44 (11): 2162-2176; 2005.

Health Issues of Ultraviolet Tanning Appliances used for Cosmetic Purposes. *Health Physics* 84 (1): 119-127; 2004.

Light-Emitting Diodes (LEDs) and Laser Diodes: Implications for Hazard Assessment. *Health Physics* 78 (6): 744-752; 2000.

Laser Pointers. *Health Physics* 77 (2): 218-220; 1999.

Health Issues of Ultraviolet "A" Sunbeds Used for Cosmetic Purposes. *Health Physics* 61 (2): 285-288; 1991.

Fluorescent Lighting and Malignant Melanoma. *Health Physics* 58 (1): 111-112; 1990.

UV exposure guidance: a balanced approach between health risks and health benefits of UV and Vitamin D. Proceedings of an International Workshop. Progress in Biophysics and Molecular Biology, Vol 92, Number 1; September 2006 – ISSN 0079-6107.

Ultraviolet Radiation Exposure, Measurement and Protection. Proceedings of an International Workshop, NRPB, Chilton, UK, 18-20 October, 1999. AF McKinlay, MH Repacholi (eds.) Nuclear Technology Publishing, Radiation Protection Dosimetry, Vol 91, 1-3, 1999. ISBN 1870965655.

Measurements of Optical Radiation Hazards. A reference book based on presentations given by health and safety experts on optical radiation hazards, Gaithersburg, Maryland, USA, September 1-3, 1998. Munich: ICNIRP / CIE-Publications; 1999. ISBN 978-3-9804789-5-3.

Protecting Workers from UV Radiation. Munich: International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, International Labour Organization, World Health Organization; 2007. ISBN 978-3-934994-07-2.

Documents of the NRPB: Volume 13 , No. 1, 2002. Health Effects from Ultraviolet Radiation: Report of an Advisory Group on Non-Ionising Radiation. Health Protection Agency. ISBN 0-85951-475-7.

Documents of the NRPB: Volume 13 , No. 3, 2002. Advice on Protection Against Ultraviolet Radiation. Health Protection Agency. ISBN 0-85951-498-6.

Apendicele L. Textul Directivei 2006/25/CE

05/vol. 8

RO

Jurnalul Oficial al Uniunii Europene

235

32006L0025

L 114/38

JURNALUL OFICIAL AL UNIUNII EUROPENE

27.4.2006

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]

PARLAMENTUL EUROPEAN ȘI CONSILIUL UNIUNII EUROPENE,

având în vedere Tratatul de instituire a Comunității Europene și, în special, articolul 137 alineatul (2) al acestuia,

având în vedere propunerea Comisiei ⁽¹⁾, prezentată după consultarea Comitetului consultativ pentru securitatea și sănătatea la locul de muncă,

având în vedere avizul Comitetului Economic și Social European ⁽²⁾,

după consultarea Comitetului Regiunilor,

hotărând în conformitate cu procedura prevăzută la articolul 251 din tratat ⁽³⁾, având în vedere proiectul comun aprobat de comitetul de conciliere la 31 ianuarie 2006,

întrucât:

(1) În conformitate cu tratatul, Consiliul poate adopta, prin intermediul directivelor, cerințe minime în scopul de a promova îmbunătățirea, în special, a condițiilor de muncă, pentru a garanta un nivel mai bun de protecție a sănătății și a securității lucrătorilor. Aceste directive trebuie să evite impunerea unor constrângeri administrative, financiare și juridice care ar împiedica înființarea și dezvoltarea întreprinderilor mici și mijlocii (IMM).

⁽¹⁾ JO C 77, 18.3.1993, p. 12 și JO C 230, 19.8.1994, p. 3.

⁽²⁾ JO C 249, 13.9.1993, p. 28.

⁽³⁾ Avizul Parlamentului European din 20 aprilie 1994 (JO C 128, 9.5.1994, p. 146), confirmat la 16 septembrie 1999 (JO C 54, 25.2.2000, p. 75), Poziția comună a Consiliului din 18 aprilie 2005 (JO C 172 E, 12.7.2005, p. 26) și Poziția Parlamentului European din 16 noiembrie 2005 (nepublicată încă în *Jurnalul Oficial*). Rezoluția legislativă a Parlamentului European din 14 februarie 2006 (nepublicată încă în *Jurnalul Oficial*) și Decizia Consiliului din 23 februarie 2006.

(2) Comunicarea Comisiei privind programul său de acțiune referitor la punerea în aplicare a Cartei comunitare a drepturilor sociale fundamentale ale lucrătorilor prevede stabilirea cerințelor minime de sănătate și de securitate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscurile generate de agenții fizici. În septembrie 1990, Parlamentul European a adoptat o rezoluție privind acest program de acțiune ⁽⁴⁾, invitând în special Comisia să elaboreze o directivă specială privind riscurile legate de zgomot și de vibrații, precum și de orice alt agent fizic de la locul de muncă.

(3) Într-o primă etapă, Parlamentul European și Consiliul au adoptat Directiva 2002/44/CE din 25 iunie 2002 privind cerințele minime de securitate și sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscurile generate de agenții fizici (vibrații) [a șaisprezecea directivă specială în sensul articolului 16 alineatul (1) din Directiva 89/391/CEE] ⁽⁵⁾. După aceea, Parlamentul European și Consiliul au adoptat, la 6 februarie 2003, Directiva 2003/10/CE privind cerințele minime de securitate și sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscurile generate de agenții fizici (zgomot) [a șaptesprezecea directivă specială în sensul articolului 16 alineatul (1) din Directiva 89/391/CEE] ⁽⁶⁾. Ulterior, Parlamentul European și Consiliul au adoptat, la 29 aprilie 2004, Directiva 2004/40/CE privind cerințele minime de securitate și de sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscuri generate de agenții fizici (câmpuri electromagnetice) [a optsprezecea directivă specială în sensul articolului 16 alineatul (1) din Directiva 89/391/CEE] ⁽⁷⁾.

(4) Este necesar în prezent să se introducă măsuri de protecție a lucrătorilor împotriva riscurilor legate de radiațiile optice din cauza incidenței acestora asupra sănătății și securității lucrătorilor, în special vătămările pe care le pot provoca ochilor și pielii. Aceste măsuri urmăresc nu numai să asigure protecția sănătății și securității fiecărui lucrător în parte, dar și să creeze o bază minimă de protecție pentru toți lucrătorii din Comunitate, cu scopul de a evita posibile denaturări ale concurenței.

(5) Unul din obiectivele prezentei directive este depistarea în timp util a efectelor nocive asupra sănătății generate de expunerea la radiațiile optice.

⁽⁴⁾ JO C 260, 15.10.1990, p. 167.

⁽⁵⁾ JO L 177, 6.7.2002, p. 13.

⁽⁶⁾ JO L 42, 15.2.2003, p. 38.

⁽⁷⁾ JO L 159, 30.4.2004, p. 1. Directivă rectificată prin JO L 184, 24.5.2004, p. 1.

- (6) Prezenta directivă stabilește cerințe minime; ea lasă deci statelor membre posibilitatea de a menține sau adopta dispoziții mai stricte legate de protecția lucrătorilor, în special prin stabilirea unor valori-limită de expunere mai joase. Aplicarea prezentei directive nu trebuie să servească la justificarea unei deteriorări a situației predominante în fiecare stat membru.
- (7) Un sistem de protecție împotriva pericolelor radiațiilor optice ar trebui să se limiteze la definirea, fără detalii inutile, a obiectivelor de atins, a principiilor de respectat și a valorilor fundamentale de utilizat, în scopul de a permite statelor membre să aplice cerințele minime în mod echivalent.
- (8) Nivelul expunerii la radiațiile optice poate fi redus mai eficient introducând unele măsuri preventive încă din faza concepției locurilor de muncă, precum și acordând prioritate reducerii riscului la sursă în momentul selectării echipamentelor, procedurilor și metodelor de lucru. Dispozițiile privind echipamentele și metodele de lucru contribuie astfel la protecția lucrătorilor care le utilizează. În conformitate cu principiile generale de prevenire stabilite la articolul 6 alineatul (2) din Directiva 89/391/CEE a Consiliului din 12 iunie 1989 privind punerea în aplicare de măsuri pentru promovarea îmbunătățirii securității și sănătății lucrătorilor la locul de muncă ⁽¹⁾, măsurile de protecție colectivă au prioritate în raport cu măsurile de protecție individuală.
- (9) Este necesar ca angajatorii să se adapteze la progresul tehnic și la cunoștințele științifice privind riscurile legate de expunerea la radiații optice, în vederea îmbunătățirii securității și protecției sănătății lucrătorilor.
- (10) Deoarece prezenta directivă este o directivă specială în sensul articolului 16 alineatul (1) din Directiva 89/391/CEE, aceasta din urmă se aplică expunerii lucrătorilor la radiațiile optice, fără a aduce atingere dispozițiilor mai restrictive și/sau mai specifice cuprinse în prezenta directivă.
- (11) Prezenta directivă constituie o etapă concretă în cadrul realizării dimensiunii sociale a pieței interne.
- (12) Se poate realiza o abordare complementară pentru a promova principiile de îmbunătățire a reglementării și pentru a asigura un nivel ridicat de protecție în cazul în care produsele fabricate de producătorii de surse de radiații optice și de echipamente asociate sunt conforme cu standardele armonizate concepute pentru a proteja sănătatea și securitatea utilizatorilor împotriva riscurilor inerente ale acestor produse; în consecință, nu este necesar ca angajatorii să repete măsurile sau calculele efectuate deja de producător pentru a stabili conformitatea cu cerințele esențiale de securitate ale acestor echipamente, care sunt precizate în directivele comunitare aplicabile, cu condiția ca aceste echipamente să fi fost întreținute corespunzător și periodic.
- (13) Este necesar să se adopte măsurile necesare pentru punerea în aplicare a prezentei directive în conformitate cu Decizia 1999/468/CE a Consiliului din 28 iunie 1999 de stabilire a procedurilor de exercitare a competențelor de executare conferite Comisiei ⁽²⁾.
- (14) Conformitatea cu valorile-limită de expunere ar trebui să furnizeze un nivel ridicat de protecție în raport cu efectele asupra sănătății care pot fi generate de expunerea la radiații optice.
- (15) Comisia ar trebui să întocmească un ghid practic care să ajute angajatorii, în special managerii de IMM, să înțeleagă mai bine dispozițiile tehnice ale prezentei directive. Comisia ar trebui să depună eforturi pentru a completa ghidul respectiv cât mai repede posibil în scopul de a facilita adoptarea de către statele membre a măsurilor necesare pentru punerea în aplicare a prezentei directive.
- (16) În conformitate cu punctul 34 din Acordul interinstituțional „A legifera mai bine” ⁽³⁾, statele membre sunt încurajate să stabilească, pentru ele și în interesul Comunității, propriile tabele care ilustrează, în măsura în care este posibil, concordanța între prezenta directivă și măsurile de transpunere și să le facă publice.

ADOPTĂ PREZENTA DIRECTIVĂ:

SECȚIUNEA I

DISPOZIȚII GENERALE

Articolul 1

Obiectivul și domeniul de aplicare

- (1) Prezenta directivă, care este a nouăsprezecea directivă specială în sensul articolului 16 alineatul (1) din Directiva 89/391/CEE, stabilește cerințe minime privind protecția lucrătorilor împotriva riscurilor pentru sănătatea și securitatea lor generate sau care pot fi generate de expunerea la radiații optice artificiale la locul de muncă.
- (2) Prezenta directivă se referă la riscurile pentru sănătatea și securitatea lucrătorilor, generate de efectele nocive pentru ochi și pielea a expunerii la radiații optice artificiale.

⁽¹⁾ JO L 183, 29.6.1989, p. 1. Directivă astfel cum a fost modificată prin Regulamentul (CE) nr. 1882/2003 al Parlamentului European și al Consiliului (JO L 284, 31.10.2003, p. 1).

⁽²⁾ JO L 184, 17.7.1999, p. 23.

⁽³⁾ JO C 321, 31.12.2003, p. 1.

(3) Directiva 89/391/CEE se aplică integral tuturor domeniilor menționate la alineatul (1), fără a aduce atingere dispozițiilor mai restrictive și/sau mai specifice cuprinse în prezenta directivă.

Articolul 2

Definiții

În sensul prezentei directive, se aplică următoarele definiții:

(a) radiații optice: toate radiațiile electromagnetice cu lungimea de undă cuprinsă între 100 nm și 1 mm. Spectrul radiațiilor optice este divizat în radiații ultraviolete, radiații vizibile și radiații infraroșii:

(i) 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);

(ii) radiații vizibile: radiațiile optice cu lungimea de undă cuprinsă între 380 nm și 780 nm;

(iii) 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);

(b) laser (amplificarea luminii printr-o emisie stimulată de radiații): orice dispozitiv care poate să producă sau să amplifice 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 garanta protecția lucrătorilor expuși la surse artificiale de radiații optice împotriva oricărui efect nociv cunoscut asupra sănătății;

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

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

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

(i) nivel: combinația de iluminare energetică, expunere energetică și lumananță energetică la care este expus lucrătorul.

Articolul 3

Valori-limită de expunere

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

(2) Valorile-limită de expunere pentru radiațiile laser sunt stabilite în anexa II.

SECȚIUNEA II

OBLIGAȚIILE ANGAJATORILOR

Articolul 4

Determinarea expunerii și evaluarea riscurilor

(1) În îndeplinirea obligațiilor definite la articolul 6 alineatul (3) și la articolul 9 alineatul (1) din Directiva 89/391/CEE, 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 limitele aplicabile. Metodologia utilizată la evaluare, măsurare și/sau calculare este conformă cu standardele Comisiei Electrotehnice Internaționale (CEI), în ceea ce privește radiațiile laser, și cu recomandările Comisiei Internaționale de Iluminat (CIE) și ale Comitetului European de Standardizare (CEN), în ceea ce privește radiațiile incoerente. În cazul în care se constată situații de expunere care nu sunt reglementate de aceste standarde și recomandări și până când vor fi disponibile standarde sau recomandări corespunzătoare la nivelul Comunității, evaluarea, măsurarea și/sau calcularea se efectuează în conformitate cu orientările de ordin științific stabilite la nivel național sau internațional. 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 directive comunitare relevante.

(2) Evaluarea, măsurarea și/sau calcularea prevăzute la alineatul (1) se planifică și se efectuează de către serviciile sau persoanele competente la intervale corespunzătoare, luând în considerare, în special, dispozițiile articolelor 7 și 11 din Directiva 89/391/CEE privind persoanele sau serviciile competente necesare, precum și consultarea și participarea lucrătorilor. Datele obținute din evaluarea, inclusiv măsurarea și/sau calcularea nivelului de expunere prevăzute la alineatul (1) se păstrează într-o formă care să permită consultarea acestora la o dată ulterioară.

(3) În conformitate cu articolul 6 alineatul (3) din Directiva 89/391/CEE, angajatorul acordă o atenție deosebită, la evaluarea riscului, următoarelor elemente:

- (a) nivelul, tipul lungimilor de undă și durata expunerii la surse artificiale de radiație optică;
- (b) valorile-limită de expunere prevăzute la articolul 3 din prezenta directivă;
- (c) orice impact asupra sănătății și securității lucrătorilor care aparțin unor grupe de risc deosebit de sensibile;
- (d) orice impact eventual asupra sănătății și securității 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 razele 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 în conformitate cu standardul 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 lucru asociate în conformitate cu directivele comunitare aplicabile.

(4) Angajatorul dispune de o evaluare a riscului în conformitate cu articolul 9 alineatul (1) litera (a) din Directiva 89/391/CEE și identifică măsurile care trebuie luate în conformitate cu articolele 5 și 6 din prezenta directivă. Evaluarea riscului se înregistrează pe un suport corespunzător, în conformitate cu legislația

și practica națională; ea poate cuprinde elemente aduse de angajator pentru a scoate în evidență faptul că natura și amploarea riscului legat de radiațiile optice nu justifică o evaluare mai completă a riscului. Evaluarea riscului se actualizează periodic, în special atunci când s-au produs modificări semnificative în urma cărora ar putea deveni caducă sau când rezultatele supravegherii sănătății dovedesc necesitatea acesteia.

Articolul 5

Dispoziții în scopul evitării sau reducerii expunerii la riscuri

(1) Luând în considerare progresul tehnic și disponibilitatea măsurilor de control al riscului la sursă, riscurile legate de expunerea la radiații optice artificiale se elimină sau se reduc la minimum.

Reducerea acestor riscuri legate de expunerea la radiații optice artificiale are la bază principiile generale de prevenire prevăzute de Directiva 89/391/CEE.

(2) Atunci când evaluarea riscului efectuată în conformitate cu articolul 4 alineatul (1), pentru lucrătorii expuși la surse artificiale de radiații optice, indică cea mai mică posibilitate de depășire a valorilor-limită de expunere, angajatorul elaborează și aplică un program de măsuri tehnice și/sau organizatorice destinate prevenirii expunerii peste valorile-limită, luând în considerare în special următoarele elemente:

- (a) alte metode de lucru care reduc riscul generat de radiațiile optice;
- (b) alegerea unor echipamente de lucru care să emită mai puține radiații optice, luând 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 blindare sau a unor mecanisme similare de protecție a sănătății;
- (d) programe corespunzătoare de întreținere a echipamentelor de lucru, a locului de muncă 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 corespunzătoare de protecție individuală;
- (h) instrucțiuni furnizate de producătorul echipamentelor, atunci când acestea fac obiectul unor directive comunitare relevante.

(3) Pe baza evaluării riscului, efectuată în conformitate cu articolul 4, se semnalizează corespunzător locurile de muncă în care lucrătorii pot fi expuși la niveluri de radiații optice care provin din surse artificiale și depășesc valorile-limită de expunere, în conformitate cu Directiva 92/58/CEE din 24 iunie 1992 privind cerințele minime pentru semnalizarea de securitate și/sau de sănătate la locul de muncă [a noua directivă specială în sensul articolului 16 alineatul (1) din Directiva 89/391/CEE] ⁽¹⁾. Aceste locuri trebuie delimitate, 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.

(4) Expunerea lucrătorilor nu trebuie în nici un caz să depășească valorile-limită de expunere. În cazul în care, în ciuda măsurilor luate de angajator pentru a se conforma prezentei directive în ceea ce privește sursele artificiale de radiații optice, expunerea depășește valorile-limită, angajatorul adoptă imediat măsuri pentru a reduce expunerea la un nivel mai mic decât valorile-limită. Angajatorul stabilește cauzele depășirii valorilor-limită de expunere și adaptează în consecință măsurile de protecție și de prevenire în scopul de a evita o nouă depășire.

(5) În conformitate cu articolul 15 din Directiva 89/391/CEE, angajatorul adaptează măsurile prevăzute de prezentul articol la nevoile lucrătorilor care aparțin unor grupe de risc deosebit de sensibile.

Articolul 6

Informarea și formarea lucrătorilor

Fără a aduce atingere articolelor 10 și 12 din Directiva 89/391/CEE, angajatorul asigură informarea și formarea lucrătorilor care, la locul de muncă, sunt expuși riscului generat de radiații optice artificiale și/sau a reprezentanților acestora cu privire la rezultatele evaluării riscului prevăzută la articolul 4 din prezenta directivă, în special referitor la:

- (a) măsurile luate în aplicarea prezentei directive;
- (b) valorile-limită de expunere și riscurile potențiale asociate;
- (c) rezultatele evaluării, măsurării și/sau calculării nivelurilor de expunere la radiațiile optice artificiale, efectuate în conformitate cu articolul 4 din prezenta directivă, însoțite de o explicație a semnificației acestora și a riscurilor potențiale;
- (d) modul de depistare și semnalare a efectelor nocive a unei expuneri asupra sănătății;

⁽¹⁾ JO L 245, 26.8.1992, p. 23.

- (e) condițiile în care lucrătorii au dreptul la supravegherea sănătății;
- (f) practicile profesionale sigure care reduc la minimum riscurile generate de o expunere;
- (g) utilizarea adecvată a echipamentelor corespunzătoare de protecție individuală.

Articolul 7

Consultarea și participarea lucrătorilor

Consultarea și participarea lucrătorilor și/sau a reprezentanților acestora se desfășoară în conformitate cu articolul 11 din Directiva 89/391/CEE în ceea ce privește domeniile reglementate de prezenta directivă.

SECȚIUNEA III

DISPOZIȚII DIVERSE

Articolul 8

Supravegherea sănătății

(1) 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 radiațiile optice, statele membre adoptă dispoziții pentru a asigura supravegherea corespunzătoare a sănătății lucrătorilor, în conformitate cu articolul 14 din Directiva 89/391/CEE.

(2) Statele membre se asigură că supravegherea sănătății este efectuată de către un doctor, un specialist în medicina muncii sau o autoritate medicală responsabilă cu supravegherea sănătății în conformitate cu legislația și practica națională.

(3) Statele membre adoptă dispozițiile necesare pentru a garanta, pentru fiecare lucrător care face obiectul supravegherii în conformitate cu alineatul (1), întocmirea și actualizarea unei fișe medicale individuale. Fișele medicale conțin un rezumat al rezultatelor supravegherii sănătății efectuată în acest mod. Acestea se păstrează într-o formă care să permită consultarea ulterioară, cu respectarea cerințelor de confidențialitate. Autoritatea competentă obține, la cerere, o copie a fișelor respective, cu respectarea cerințelor de confidențialitate. Angajatorul ia măsurile corespunzătoare pentru a garanta că doctorul, specialistul în medicina muncii sau autoritatea medicală responsabilă cu supravegherea sănătății, astfel cum au fost stabiliți de statele membre după caz, au acces la rezultatele evaluării riscului prevăzută la articolul 4 atunci când aceste rezultate pot fi utile supravegherii sănătății. La cererea sa, fiecare lucrător are acces la propriile fișe medicale individuale.

(4) În toate cazurile, atunci când se depistează o expunere peste valorile-limită, se propune un control medical lucrătorului sau lucrătorilor în cauză în conformitate cu legislația și practica națională. Acest control medical se efectuează, de asemenea, atunci când se constată, în urma supravegherii sănătății, că un lucrător suferă de o boală identificabilă sau prezintă efecte dăunătoare sănătății acestuia, iar un medic sau un specialist în medicina muncii consideră că această boală sau aceste efecte sunt cauzate de expunerea la radiații optice artificiale la locul de muncă. În cele două cazuri, atunci când se depășesc valorile-limită sau se depistează efecte dăunătoare sănătății (inclusiv boli):

(a) lucrătorul este informat de medic sau de orice altă persoană cu calificare corespunzătoare cu privire la rezultatele sale personale. Acesta beneficiază în special de informații și de sfaturi privind orice măsură de supraveghere a sănătății careia ar trebui să se supună la sfârșitul expunerii;

(b) angajatorul este informat cu privire la elementele semnificative care rezultă din supravegherea sănătății, cu respectarea secretului medical;

(c) angajatorul:

— revizuieste evaluarea riscurilor realizată în temeiul articolului 4;

— revizuieste măsurile pe care le adoptă în temeiul articolului 5 pentru a elimina sau reduce riscurile;

— ia în considerare avizul specialistului în medicina muncii, al oricărei alte persoane cu calificare corespunzătoare sau al autorității competente atunci când pune în aplicare orice măsură necesară pentru a elimina sau reduce riscul în conformitate cu articolul 5;

— organizează supravegherea medicală continuă și asigură reexaminarea stării de sănătate a oricărui alt lucrător care a suferit o expunere asemănătoare. În asemenea cazuri, medicul sau specialistul competent în medicina muncii sau autoritatea competentă pot propune ca persoanele expuse să fie supuse unui control medical.

Articolul 9

Sancțiuni

Statele membre prevăd sancțiuni corespunzătoare care se aplică în cazul încălcării legislației naționale adoptate în conformitate cu prezenta directivă. Aceste sancțiuni trebuie să fie eficiente, proporționale și descurajante.

Articolul 10

Modificări tehnice

(1) Parlamentul European și Consiliul adoptă orice modificare a valorilor-limită de expunere care figurează în anexe în conformitate cu procedura prevăzută la articolul 137 alineatul (2) din tratat.

(2) Modificările anexelor, de natură strict tehnică, ce iau în considerare:

(a) adoptarea unor directive în domeniul armonizării tehnice și al standardizării referitoare la proiectarea, construirea, fabricarea sau realizarea echipamentelor de lucru și/sau a locului de muncă;

(b) progresul tehnic, modificarea celor mai relevante standarde europene armonizate sau specificații internaționale și noile cunoștințe științifice despre expunerea la radiații optice la locul de muncă

se adoptă în conformitate cu procedura prevăzută la articolul 11 alineatul (2).

Articolul 11

Comitetul

(1) Comisia este asistată de comitetul prevăzut la articolul 17 din Directiva 89/391/CEE.

(2) Atunci când se face trimitere la prezentul alineat, se aplică articolele 5 și 7 din Decizia 1999/468/CE, cu respectarea dispozițiilor articolului 8 din aceasta.

Perioada prevăzută la articolul 5 alineatul (6) din Decizia 1999/468/CE se stabilește la trei luni.

(3) Comitetul își stabilește regulamentul de procedură.

SECȚIUNEA IV

DISPOZIȚII FINALE

Articolul 12

Rapoarte

La fiecare cinci ani, statele membre prezintă Comisiei un raport privind aplicarea dispozițiilor prezentei directive, indicând punctele de vedere ale partenerilor sociali.

La fiecare cinci ani, Comisia informează Parlamentul European, Consiliul, Comitetul Economic și Social European și Comitetul consultativ pentru securitate și sănătate la locul de muncă cu privire la conținutul acestor rapoarte, evaluările acestor rapoarte, evoluțiile intervenite în domeniul respectiv și orice altă acțiune care ar putea fi justificată în virtutea noilor cunoștințe științifice.

Articolul 13

Ghidul practic

În scopul de a facilita aplicarea prezentei directive, Comisia întocmește un ghid practic privind dispozițiile de la articolele 4 și 5 și din anexele I și II.

Articolul 14

Transpunerea

(1) Statele membre pun în aplicare actele cu putere de lege și actele administrative necesare pentru a se conforma prezentei directive până la 27 aprilie 2010. Statele membre informează de îndată Comisia cu privire la aceasta.

Atunci când statele membre adoptă dispozițiile, acestea conțin o trimitere la prezenta directivă sau sunt însoțite de o asemenea trimitere la data publicării lor oficiale. Statele membre stabilesc modalitatea de efectuare a acestei trimiteri.

(2) Comisiei îi sunt comunicate de către statele membre textul dispozițiilor de drept intern pe care le-au adoptat sau le adoptă în domeniul reglementat de prezenta directivă.

Articolul 15

Intrarea în vigoare

Prezenta directivă intră în vigoare la data publicării în *Jurnalul Oficial al Uniunii Europene*.

Articolul 16

Destinatari

Prezenta directivă se adresează statelor membre.

Adoptată la Strasbourg, 5 aprilie 2006.

Pentru Parlamentul European

Președintele

J. BORRELL FONTELLES

Pentru Consiliu

Președintele

H. WINKLER

ANEXA I

Radiații optice incoerente

Valorile de expunere la radiațiile optice 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 spectrul de radiații emis de sursă, iar rezultatele trebuie comparate cu valorile-limită de expunere corespunzătoare care figurează în tabelul 1.1. Pentru o sursă anumită de radiații 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.

$$(a) \quad H_{ef} = \int_{0\lambda = 180 \text{ nm}}^{\lambda = 400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \cdot dt \quad (\text{Formula } H_{ef} \text{ se aplică numai lungimilor de undă cuprinse între 180 și 400 nm})$$

$$(b) \quad H_{UVA} = \int_{0\lambda = 315 \text{ nm}}^{\lambda = 400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt \quad (\text{Formula } H_{UVA} \text{ se aplică numai lungimilor de undă cuprinse între 315 și 400 nm})$$

$$(c), (d) \quad I_B = \int_{\lambda = 300 \text{ nm}}^{\lambda = 700 \text{ nm}} L_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda \quad (\text{Formula } I_B \text{ se aplică numai lungimilor de undă cuprinse între 300 și 700 nm})$$

$$(e), (f) \quad E_B = \int_{\lambda = 300 \text{ nm}}^{\lambda = 700 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda \quad (\text{Formula } E_B \text{ se aplică numai lungimilor de undă cuprinse între 300 și 700 nm})$$

$$(g)-(l) \quad I_R = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda \quad (\text{A se vedea tabelul 1.1 pentru valorile corespunzătoare ale lui } \lambda_1 \text{ și } \lambda_2)$$

$$(m), (n) \quad E_{IR} = \int_{\lambda = 780 \text{ nm}}^{\lambda = 3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda \quad (\text{Formula } E_{IR} \text{ se aplică numai lungimilor de undă cuprinse între 780 și 3 000 nm})$$

$$(o) \quad H_{piele} = \int_{0\lambda = 380 \text{ nm}}^{\lambda = 3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt \quad (\text{Formula } H_{piele} \text{ se aplică numai lungimilor de undă cuprinse între 380 și 3 000 nm})$$

În sensul prezentei directive, formulele menționate anterior se pot înlocui cu următoarele expresii și cu utilizarea valorilor discrete în conformitate cu tabelele de mai jos:

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

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

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

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

$$(g)-(l) \quad I_R = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda} \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad (\text{A se vedea tabelul 1.1 pentru valorile corespunzătoare ale lui } \lambda_1 \text{ și } \lambda_2)$$

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

	$E_{\text{piele}} = \sum_{\lambda = 380 \text{ nm}}^{\lambda = 3000 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$	și $H_{\text{piele}} = E_{\text{piele}} \cdot \Delta t$
Note:		
$E_{\lambda}(\lambda, t)$, E_{λ}	<i>iluminare energetică spectrală sau densitate de putere spectrală</i> : puterea radiată incidentă pe unitate de suprafață pe o suprafață, exprimată în wați 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_{ef}	<i>iluminare energetică eficace (gama UV)</i> : iluminare energetică calculată în interiorul gamei de lungime de undă UV cuprinsă între 180 și 400 nm, ponderată în funcție de lungimea de undă cu $S(\lambda)$ și exprimată în wați pe metru pătrat [W m^{-2}];	
H	<i>expunere energetică</i> : integrala iluminării energetice în raport cu timpul, exprimată în jouli pe metru pătrat [J m^{-2}];	
H_{ef}	<i>expunere energetică eficace</i> : expunerea energetică ponderată în funcție de lungimea de undă cu $S(\lambda)$, exprimată în jouli pe metru pătrat [J m^{-2}];	
E_{UVA}	<i>iluminare energetică totală (UVA)</i> : iluminarea energetică calculată în interiorul gamei de lungime de undă UVA cuprinsă între 315 și 400 nm, exprimată în wați pe metru pătrat [W m^{-2}];	
H_{UVA}	<i>expunere energetică</i> : integrala sau suma iluminării energetice în raport cu timpul și lungimea de undă calculată în interiorul gamei de lungime de undă UVA cuprinsă între 315 și 400 nm, exprimată în jouli pe metru pătrat [J m^{-2}];	
$S(\lambda)$	<i>ponderare spectrală</i> care ia în considerare raportul dintre lungimea de undă și efectele radiațiilor UV asupra ochilor și pielii (tabelul 1.2) [fără dimensiune];	
$T, \Delta t$	<i>timp, durată de expunere</i> , exprimate în secunde [s];	
λ	<i>lungime de undă</i> , exprimată în nanometri [nm];	
$\Delta \lambda$	<i>lățimea benzii</i> , exprimată în nanometri [nm], a intervalelor de calcul sau de măsurare;	
$L_{\lambda}(\lambda)$, L_{λ}	<i>luminanță energetică spectrală</i> a sursei exprimată în wați pe metru pătrat pe steradian pe nanometru [$\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \text{ nm}^{-1}$];	
$R(\lambda)$	<i>ponderare spectrală</i> care ia în considerare raportul dintre lungimea de undă și leziunea oculară cauzată de efectul termic provocat de radiațiile vizibile și IRA (tabelul 1.3) [fără dimensiune];	
L_{R}	<i>luminanță eficace (leziune provocată de efectul termic)</i> : luminanță calculată și ponderată în funcție de lungimea de undă cu $R(\lambda)$, exprimată în wați pe metru pătrat pe steradian [$\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$];	
$B(\lambda)$	<i>ponderare spectrală</i> care ia în considerare raportul dintre lungimea de undă și leziunea oculară fotochimică provocată de lumina albastră (tabelul 1.3) [fără dimensiune];	
L_{B}	<i>luminanță eficace (lumină albastră)</i> : luminanță calculată și ponderată în funcție de lungimea de undă cu $B(\lambda)$, exprimată în wați pe metru pătrat pe steradian [$\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$];	
E_{B}	<i>iluminare energetică eficace (lumină albastră)</i> : iluminare energetică calculată și ponderată în funcție de lungimea de undă cu $B(\lambda)$, exprimată în wați pe metru pătrat [W m^{-2}];	
E_{IR}	<i>iluminare energetică totală (leziune generată de efectul termic)</i> : iluminare energetică calculată în interiorul gamei de lungime de undă infraroșie cuprinsă între 780 și 3 000 nm, exprimată în wați pe metru pătrat [W m^{-2}];	
E_{piele}	<i>iluminare energetică totală (vizibilă, IRA și IRB)</i> : iluminare energetică calculată în interiorul gamei de lungime de undă vizibilă și infraroșie cuprinsă între 380 și 3 000 nm, exprimată în wați pe metru pătrat [W m^{-2}];	
H_{piele}	<i>expunere energetică</i> : integrala sau suma iluminării energetice în raport cu timpul și lungimea de undă, calculată în interiorul gamei de lungime de undă vizibilă și infraroșie cuprinsă între 380 și 3 000 nm, exprimată în jouli pe metru pătrat [J m^{-2}];	
α	<i>unghi aparent</i> : unghi subintins 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.	

Tabelul 1.1

Valori-limită de expunere pentru radiațiile optice incoerente

Index	Lungimea de undă nm	Valoarea-limită de expunere	Unități	Observații	Partea corpului	Risc
a.	180-400 (UVA, UVB și UVC)	$H_{ef} = 30$ Valoare zilnică 8 ore	[J m ⁻²]		ochi cornee conjunctivă cristalin piele	fotocherită conjunctivită cataractogeneză eritem elastoză cancer de piele
b.	315-400 (UVA)	$H_{UVA} = 10^4$ Valoare zilnică 8 ore	[J m ⁻²]		ochi cristalin	cataractogeneză
c.	300-700 (Lumină albastră) (1)	$L_B = \frac{10^6}{t}$ pentru $t \leq 10\,000$ s	L_B : [W m ⁻² sr ⁻¹] t: [secunde]	pentru $\alpha \geq 11$ mrad	ochi retină	foretinită
d.	300-700 (Lumină albastră) (1)	$L_B = 100$ pentru $t > 10\,000$ s	[W m ⁻² sr ⁻¹]			
e.	300-700 (Lumină albastră) (1)	$E_B = \frac{100}{t}$ pentru $t \leq 10\,000$ s	E_B : [W m ⁻²] t: [secunde]	pentru $\alpha < 11$ mrad a se vedea nota (2)		
f.	300-700 (Lumină albastră) (1)	$E_B = 0.01$ t > 10 000 s	[W m ⁻²]			

Index	Lungimea de undă nm	Valoarea-limită de expunere	Unități	Observații	Partea corpului	Risc
g.	380-1 400 (Vizibil și IRA)	$L_R = \frac{2,8 \cdot 10^7}{C_a}$ pentru $t \geq 10$ s	[W m ⁻² sr ⁻¹]	$C_a = 1,7$ pentru $\alpha \leq 1,7$ mrad $C_a = \alpha$ pentru $1,7 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_a = 100$ pentru $\alpha > 100$ mrad $\lambda_1 = 380; \lambda_2 = 1 400$	ochi retină	arsură retiniană
h.	380-1 400 (Vizibil și IRA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_a t^{0,25}}$ pentru $10 \mu s \leq t \leq 10$ s	L _R : [W m ⁻² sr ⁻¹] t: [secunde]			
i.	380-1 400 (Vizibil și IRA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_a}$ pentru $t < 10 \mu s$	[W m ⁻² sr ⁻¹]			
j.	780-1 400 (IRA)	$L_R = \frac{6 \cdot 10^6}{C_a}$ pentru $t > 10$ s	[W m ⁻² sr ⁻¹]	$C_a = 11$ pentru $\alpha \leq 11$ mrad $C_a = \alpha$ pentru $11 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_a = 100$ pentru $\alpha > 100$ mrad (câmp de măsurare: 11 mrad) $\lambda_1 = 780; \lambda_2 = 1 400$	ochi retină	arsură retiniană
k.	780-1 400 (IRA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_a t^{0,25}}$ pentru $10 \mu s \leq t \leq 10$ s	L _R : [W m ⁻² sr ⁻¹] t: [secunde]			
l.	780-1 400 (IRA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_a}$ pentru $t < 10 \mu s$	[W m ⁻² sr ⁻¹]			
m.	780-3 000 (IRA și IRB)	$E_{IR} = 18 000 t^{0,75}$ pentru $t \leq 1 000$ s	E: [W m ⁻²] t: [secunde]		ochi corneea cristalin	arsură corneeană cataractogeneză
n.	780-3 000 (IRA și IRB)	$E_{IR} = 100$ pentru $t > 1 000$ s	[W m ⁻²]			

Index	Lungimea de undă nm	Valoarea-limită de expunere	Unități	Observații	Partea corpului	Risc
o.	380-3 000 (Vizibil, IRA și IRB)	$H_{\text{piele}} = 20\,000 t^{0,25}$ pentru $t < 10$ s	$H: [J\ m^{-2}]$ $t: [\text{secunde}]$		piele	arsură

(1) Gama cuprinsă între 300 și 700 nm acoperă o parte din UVB, toate 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 gama cuprinsă între 400 și 490 nm.

(2) Pentru fixarea privirii pe sursele foarte mici cu o amplitudine mai mică de 11 mrad, t_{b} poate fi convertit în E_{b} . În mod normal, aceasta nu se aplică decât instrumentelor oftalmologice sau ochiului stabilizat sub anestezie. Durata maximă în care se poate fixa o sursă se determină prin aplicarea următoarei formule: $t_{\text{max}} = 100/E_{\text{b}}$, E_{b} exprimându-se în $W\ m^{-2}$. Datorită mișcărilor normale vizuale, această durată nu depășește 100 s.

Tabelul 1.2

S (λ) [fără dimensiune], 180 nm-400 nm

λ în nm	S (λ)	λ în nm	S (λ)	λ în nm	S (λ)	λ în nm	S (λ)	λ în nm	S (λ)
180	0,0120	228	0,1737	276	0,9434	324	0,000520	372	0,000086
181	0,0126	229	0,1819	277	0,9272	325	0,000500	373	0,000083
182	0,0132	230	0,1900	278	0,9112	326	0,000479	374	0,000080
183	0,0138	231	0,1995	279	0,8954	327	0,000459	375	0,000077
184	0,0144	232	0,2089	280	0,8800	328	0,000440	376	0,000074
185	0,0151	233	0,2188	281	0,8568	329	0,000425	377	0,000072
186	0,0158	234	0,2292	282	0,8342	330	0,000410	378	0,000069
187	0,0166	235	0,2400	283	0,8122	331	0,000396	379	0,000066
188	0,0173	236	0,2510	284	0,7908	332	0,000383	380	0,000064
189	0,0181	237	0,2624	285	0,7700	333	0,000370	381	0,000062
190	0,0190	238	0,2744	286	0,7420	334	0,000355	382	0,000059
191	0,0199	239	0,2869	287	0,7151	335	0,000340	383	0,000057
192	0,0208	240	0,3000	288	0,6891	336	0,000327	384	0,000055
193	0,0218	241	0,3111	289	0,6641	337	0,000315	385	0,000053
194	0,0228	242	0,3227	290	0,6400	338	0,000303	386	0,000051
195	0,0239	243	0,3347	291	0,6186	339	0,000291	387	0,000049
196	0,0250	244	0,3471	292	0,5980	340	0,000280	388	0,000047
197	0,0262	245	0,3600	293	0,5780	341	0,000271	389	0,000046
198	0,0274	246	0,3730	294	0,5587	342	0,000263	390	0,000044
199	0,0287	247	0,3865	295	0,5400	343	0,000255	391	0,000042
200	0,0300	248	0,4005	296	0,4984	344	0,000248	392	0,000041
201	0,0334	249	0,4150	297	0,4600	345	0,000240	393	0,000039
202	0,0371	250	0,4300	298	0,3989	346	0,000231	394	0,000037
203	0,0412	251	0,4465	299	0,3459	347	0,000223	395	0,000036
204	0,0459	252	0,4637	300	0,3000	348	0,000215	396	0,000035
205	0,0510	253	0,4815	301	0,2210	349	0,000207	397	0,000033
206	0,0551	254	0,5000	302	0,1629	350	0,000200	398	0,000032
207	0,0595	255	0,5200	303	0,1200	351	0,000191	399	0,000031
208	0,0643	256	0,5437	304	0,0849	352	0,000183	400	0,000030
209	0,0694	257	0,5685	305	0,0600	353	0,000175		
210	0,0750	258	0,5945	306	0,0454	354	0,000167		
211	0,0786	259	0,6216	307	0,0344	355	0,000160		
212	0,0824	260	0,6500	308	0,0260	356	0,000153		
213	0,0864	261	0,6792	309	0,0197	357	0,000147		
214	0,0906	262	0,7098	310	0,0150	358	0,000141		
215	0,0950	263	0,7417	311	0,0111	359	0,000136		
216	0,0995	264	0,7751	312	0,0081	360	0,000130		
217	0,1043	265	0,8100	313	0,0060	361	0,000126		
218	0,1093	266	0,8449	314	0,0042	362	0,000122		
219	0,1145	267	0,8812	315	0,0030	363	0,000118		
220	0,1200	268	0,9192	316	0,0024	364	0,000114		
221	0,1257	269	0,9587	317	0,0020	365	0,000110		
222	0,1316	270	1,0000	318	0,0016	366	0,000106		
223	0,1378	271	0,9919	319	0,0012	367	0,000103		
224	0,1444	272	0,9838	320	0,0010	368	0,000099		
225	0,1500	273	0,9758	321	0,000819	369	0,000096		
226	0,1583	274	0,9679	322	0,000670	370	0,000093		
227	0,1658	275	0,9600	323	0,000540	371	0,000090		

Tabelul 1.3

B (λ), R (λ) [fără dimensiune], 380 nm-1 400 nm

λ in nm	B (λ)	R (λ)
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 ≤ 1 050	—	$10^{0,002 \cdot (700 - \lambda)}$
1 050 < λ ≤ 1 150	—	0,2
1 150 < λ ≤ 1 200	—	$0,2 \cdot 10^{0,02 \cdot (1\ 150 - \lambda)}$
1 200 < λ ≤ 1 400	—	0,02

ANEXA II

Radiații optice laser

Valorile de expunere la radiațiile optice 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 radiației emise de sursă, iar rezultatele trebuie comparate cu valorile-limită de expunere corespunzătoare care figurează în tabelele 2.2, 2.3 și 2.4. Pentru o sursă anumită de radiații optice laser, poate să fie relevantă mai mult de o valoare de expunere, deci mai mult de o limită de expunere corespunzătoare.

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.

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

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

Note:

dP putere exprimată în wați [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 wați 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 jouli pe metru pătrat [J m⁻²];

t timp, durată de expunere, exprimată în secunde [s];

λ lungimea de undă, exprimată în nanometri [nm];

γ unghiul de con de limitare a câmpului de măsurare, exprimat în miliradiani [mrad];

γ_m câmp de măsurare, exprimat în miliradiani [mrad];

α 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 jouli pe metru pătrat pe steradian [J m⁻² sr⁻¹].

Tabelul 2.1

Riscuri asociate radiațiilor

Lungime de undă [nm] λ	Regiune spectrală	Organ atins	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
2 600-10 ⁶	IRC	ochi	leziune termică	2.2
1 400-10 ⁶	IRB, IRC	ochi	leziune termică	2.3
1 400-10 ⁶	IRB, IRC	piele	leziune termică	2.4

Tabelul 2.2
Valori-limită de expunere a ochiului la laser – Expunere de scurtă durată < 10 s

Lungime de undă - [nm]	Diapragmă limită	Durată(e)						
		10 ⁻¹³ - 10 ⁻¹¹	10 ⁻¹¹ - 10 ⁻⁹	10 ⁻⁹ - 10 ⁻⁷	10 ⁻⁷ - 1,8 × 10 ⁻⁵	1,8 × 10 ⁻⁵ - × 10 ⁻³	5 × 10 ⁻³ - 10 ¹	
UVC				H = 30 [J m ⁻²]				
180 - 280				H = 40 [J m ⁻²];	dacă t < 2,6 × 10 ⁻⁹ , atunci H = 5,6 × 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] d			
280 - 302				H = 60 [J m ⁻²];	dacă t < 1,3 × 10 ⁻⁸ , atunci H = 5,6 × 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] d			
303				H = 100 [J m ⁻²];	dacă t < 1,0 × 10 ⁻⁷ , atunci H = 5,6 × 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] d			
304				H = 160 [J m ⁻²];	dacă t < 6,7 × 10 ⁻⁷ , atunci H = 5,6 × 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] d			
305				H = 250 [J m ⁻²];	dacă t < 4,0 × 10 ⁻⁶ , atunci H = 5,6 × 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] d			
306				H = 400 [J m ⁻²];	dacă t < 2,6 × 10 ⁻⁵ , atunci H = 5,6 × 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] d			
307				H = 630 [J m ⁻²];	dacă t < 1,6 × 10 ⁻⁴ , atunci H = 5,6 × 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] d			
UVB			E = 3 × 10 ¹⁰ × [W m ⁻²] (e)	H = 10 ³ [J m ⁻²];	dacă t < 1,0 × 10 ⁻³ , atunci H = 5,6 × 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] d			
308				H = 1,6 × 10 ³ [J m ⁻²];	dacă t < 6,7 × 10 ⁻³ , atunci H = 5,6 × 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] d			
309				H = 2,5 × 10 ³ [J m ⁻²];	dacă t < 4,0 × 10 ⁻² , atunci H = 5,6 × 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] d			
310				H = 4,0 × 10 ³ [J m ⁻²];	dacă t < 2,6 × 10 ⁻¹ , atunci H = 5,6 × 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] d			
311				H = 6,3 × 10 ³ [J m ⁻²];	dacă t < 1,6 × 10 ⁰ , atunci H = 5,6 × 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²] d			
312				H = 5,6 × 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²]				
313				H = 5,6 × 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²]				
314				H = 5,6 × 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²]				
UVA				H = 5 × 10 ⁻³ C _A C _E [J m ⁻²]	H = 2,7 × 10 ⁴ t ^{0,75} C _A C _E [J m ⁻²]	H = 5 × 10 ⁻³ C _A C _E [J m ⁻²]	H = 18 t ^{0,75} C _E [J m ⁻²]	H = 18 × t ^{0,75} C _A C _E [J m ⁻²]
400 - 700				H = 1,5 × 10 ⁻⁴ C _A C _E [J m ⁻²]	H = 2,7 × 10 ⁴ t ^{0,75} C _A C _E [J m ⁻²]	H = 5 × 10 ⁻³ C _A C _E [J m ⁻²]	H = 18 t ^{0,75} C _E [J m ⁻²]	H = 18 × t ^{0,75} C _A C _E [J m ⁻²]
Vizibile și IR A				H = 1,5 × 10 ⁻⁴ C _A C _E [J m ⁻²]	H = 2,7 × 10 ⁴ t ^{0,75} C _A C _E [J m ⁻²]	H = 5 × 10 ⁻³ C _A C _E [J m ⁻²]	H = 18 t ^{0,75} C _E [J m ⁻²]	H = 18 × t ^{0,75} C _A C _E [J m ⁻²]
700 - 1050				H = 1,5 × 10 ⁻³ C _A C _E [J m ⁻²]	H = 2,7 × 10 ³ t ^{0,75} C _A C _E [J m ⁻²]	H = 5 × 10 ⁻² C _A C _E [J m ⁻²]	H = 10 ³ [J m ⁻²]	H = 90 × t ^{0,75} C _A C _E [J m ⁻²]
1050 - 1400				E = 10 ¹² [W m ⁻²] (e)		H = 10 ³ [J m ⁻²]	H = 10 ³ [J m ⁻²]	H = 5,6 × 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²]
1400 - 1500				E = 10 ¹³ [W m ⁻²] (e)		H = 10 ³ [J m ⁻²]	H = 10 ³ [J m ⁻²]	H = 5,6 × 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²]
1500 - 1800				E = 10 ¹² [W m ⁻²] (e)		H = 10 ³ [J m ⁻²]	H = 10 ³ [J m ⁻²]	H = 5,6 × 10 ³ t ^{0,25} [J m ⁻²]
1800 - 2600				E = 10 ¹¹ [W m ⁻²] (e)		H = 100 [J m ⁻²]	H = 5,6 × 10 ³ × t ^{0,25} [J m ⁻²]	H = 5,6 × 10 ³ × t ^{0,25} [J m ⁻²]
2 600 - 10 ⁶								

a În cazul în care lungimea de undă a laserului corespunde cu două limite, se aplică limita cea mai restrictivă.
 b Dacă 1 400 nm < λ < 10⁶ nm: diametrul diafragmei de limitare = 1 mm pentru t ≤ 0,3 s și 1,5 t^{0,25} mm pentru 0,3 s < t < 10 s; dacă 10⁴ s < λ < 10⁶ nm: diametrul diafragmei de limitare = 11 mm.
 c În lipsa datelor pentru aceste durate de impuls, 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_{sum} (care figurează în tabelul 2.6) și să se dea lui t valoarea care rezultă de aici în formula: 5,6 × 10³ t^{0,25}.

Tabelul 2.3

Valori-limită de expunere a ochiului la laser — Expunere de lungă durată > 10 s

Lungime de undă ^a [nm]		Diafragmă limită	Durată(e)	
UVC	180 - 280		10 ⁻¹ - 10 ²	10 ⁴ - 3 × 10 ⁴
	280 - 302		H = 30 [J m ⁻²]	
UVB	303	3,5 mm	H = 40 [J m ⁻²]	
	304		H = 60 [J m ⁻²]	
	305		H = 100 [J m ⁻²]	
	306		H = 160 [J m ⁻²]	
	307		H = 250 [J m ⁻²]	
	308		H = 400 [J m ⁻²]	
	309		H = 630 [J m ⁻²]	
	310		H = 1,0 × 10 ³ [J m ⁻²]	
	311		H = 1,6 × 10 ³ [J m ⁻²]	
	312		H = 2,5 × 10 ³ [J m ⁻²]	
UVA	313		H = 4,0 × 10 ³ [J m ⁻²]	
	314		H = 6,3 × 10 ³ [J m ⁻²]	
	315 - 400		H = 10 ⁴ [J m ⁻²]	
Vizibil 400 - 700	400 - 600 Leziune fotochimică A retinei	7 mm	H = 100 C _B [J m ⁻²] (γ = 11 mrad) ^d	E = 1 C _B [W m ⁻²]; (γ = 1,1 t ^{0,5} mrad) ^d
	400 - 700 Leziune termică A retinei		dacă α < 1,5 mrad, atunci E = 10 [W m ⁻²] dacă α > 1,5 mrad și t ≤ T ₂ , atunci H = 18 C _E t ^{0,75} [J m ⁻²] dacă α > 1,5 mrad și t > T ₂ , atunci E = 18 C _E T ^{0,25/2} [W m ⁻²] dacă α < 1,5 mrad, atunci E = 10 C _A C _C [W m ⁻²] dacă α > 1,5 mrad și t ≤ T ₂ , atunci H = 18 C _A C _C t ^{0,75} [J m ⁻²] dacă α > 1,5 mrad și t > T ₂ , atunci E = 18 C _A C _C T ^{0,25/2} [W m ⁻²] (nu trebuie să fie mai mare de 1 000 W m ⁻²)	E = 1 C _B [W m ⁻²] (γ = 110 mrad) ^d
IRA	700 - 1400	7 mm		
IRB și IRC	1400-10 ⁶	(e)		E = 1 000 [W m ⁻²]

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 s ≤ t < T₁ și la limitele fotochimice, pentru duratele mai mari. Pentru T₁ și T₂, a se vedea tabelul 2.5. Limita pentru riscul retinian legat de un efect fotochimic se poate exprima, de asemenea, sub forma unei luminaanțe energetice integrate în raport cu timpul G = 10⁶ C_E [J m⁻² sr⁻¹] pentru t > 10 s până la t = 10 000 s și L = 100 C_B [W m⁻² sr⁻¹] pentru t > 10 000 s. Pentru măsurarea G și L, trebuie utilizat y_m drept câmp pentru calcularea energiei. În mod oficial, limita dintre domeniul vizibil și domeniul infraroșu se situează la 780 nm, în conformitate cu definiția CIE. Coloana în care sunt indicate numele domeniilor de undă este utilizată numai pentru a oferi o privire de ansamblu utilizatorului. (Simbolul G este folosit de CEN, simbolul L₀ este folosit de CIE și simbolul L_p este folosit de CEI)
 c Pentru lungimile de undă de la 1 400 la 10⁶ nm: diametrul diafragmei de limitare = 3,5 mm; pentru lungimile de undă de 10² - 10³ nm: diametrul limită al diafragmei = 11 mm.
 d Pentru măsurarea valorii de expunere, luarea în considerare a γ se stabilește astfel: dacă unghiul α (unghiul aparent al sursei) > γ (unghiul de con de limitare, indicat între paranteze drepte în coloana corespunzătoare), atunci câmpul de măsurare y_m ar trebui să fie valoarea indicată pentru γ (dacă s-ar utiliza un câmp mai mare de măsurare, s-ar supraestima riscul).
 Dacă α < γ, câmpul de măsurare y_m trebuie să fie suficient de mare pentru a include în întregime sursa, dar el nu este limitat și poate fi mai mare decât γ.

Tabelul 2.4
Valorile-limită de expunere a pielii la laser

Lungime de undă ^a [nm]	Difragmă limită	Durată(e)						
		< 10 ⁻⁹	10 ⁻⁹ - 10 ⁻⁷	10 ⁻⁷ - 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ¹	10 ¹ - 10 ³	10 ³ - 3 × 10 ⁶	
UV (A, B, C)	3,5 mm	A se vedea limitele de expunere a ochiului						
Vizibile și IRA	3,5 mm	E = 3 × 10 ¹⁰ [W m ⁻²]	H = 200 C _A [J m ⁻²]					E = 2 × 10 ³ C _A [W m ⁻²]
		E = 3 × 10 ¹¹ [W m ⁻²]						
IRB și IRC	3,5 mm	E = 3 × 10 ¹¹ CA [W m ⁻²]	A se vedea limitele de expunere a ochiului					
		E = 3 × 10 ¹² [W m ⁻²]						
		E = 3 × 10 ¹³ [W m ⁻²]						
		E = 3 × 10 ¹² [W m ⁻²]						
		E = 3 × 10 ¹¹ [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

Factori de corecție aplicați și alți parametri de calcul

Parametru utilizat de ICNIRP	Gama spectrală valabilă (nm)	Valoare
C_A	$\lambda < 700$	$C_A = 1,0$
	700-1 050	$C_A = 10^{0,002 (\lambda - 700)}$
	1 050-1 400	$C_A = 5,0$
C_B	400-450	$C_B = 1,0$
	450-700	$C_B = 10^{0,02 (\lambda - 450)}$
C_C	700-1 150	$C_C = 1,0$
	1 150-1 200	$C_C = 10^{0,018 (\lambda - 1 150)}$
	1 200-1 400	$C_C = 8,0$
T_1	$\lambda < 450$	$T_1 = 10 \text{ s}$
	450-500	$T_1 = 10 \cdot [10^{0,02 (\lambda - 450)}] \text{ s}$
	$\lambda > 500$	$T_1 = 100 \text{ s}$
Parametru utilizat de ICNIRP	Valabil pentru efectele biologice	Valoare
α_{\min}	toate efectele termice	$\alpha_{\min} = 1,5 \text{ mrad}$
Parametru utilizat de ICNIRP	Gamă unghiulară valabilă (mrad)	Valoare
C_E	$\alpha < \alpha_{\min}$	$C_E = 1,0$
	$\alpha_{\min} < \alpha < 100$	$C_E = \alpha / \alpha_{\min}$
	$\alpha > 100$	$C_E = \alpha^2 / (\alpha_{\min} \cdot \alpha_{\max}) \text{ mrad}$ cu $\alpha_{\max} = 100 \text{ mrad}$
T_2	$\alpha < 1,5$	$T_2 = 10 \text{ s}$
	$1,5 < \alpha < 100$	$T_2 = 10 \cdot [10^{(\alpha - 1,5) / 98,5}] \text{ s}$
	$\alpha > 100$	$T_2 = 100 \text{ s}$

Parametru utilizat de ICNIRP	Gama spectrală valabilă (nm)	Valoare
Parametru utilizat de ICNIRP	Interval temporal valabil de expunere (s)	Valoare
Y	$t \leq 100$	$\gamma = 11 \text{ mrad}$
	$100 < t < 10^4$	$\gamma = 1,1 t^{0,5} \text{ [mrad]}$
	$t > 10^4$	$\gamma = 110 \text{ mrad}$

Tabelul 2.6

Corecția pentru expunerea repetitivă

Fiecare din următoarele trei norme generale ar trebui aplicată pentru toate expunerile repetitive generate de sistemele de laser pulsant repetitiv sau de sistemele de scanare laser:

1. expunerea care rezultă dintr-un singur impuls într-o serie de impulsuri nu depășește valoarea-limită de expunere pentru un impuls unic cu această durată de impuls;
2. expunerea care rezultă dintr-un grup de impulsuri (sau subgrup de impulsuri dintr-o serie) eliberate într-un timp t nu depășește valoarea-limită de expunere pentru timpul t ;
3. expunerea care rezultă dintr-un impuls unic într-un grup de impulsuri nu depășește valoarea-limită de expunere pentru un impuls unic, multiplicată cu un factor de corecție termică cumulată $C_p = N^{0,25}$, în care N este numărul de impulsuri. Prezenta normă nu se aplică decât la limitele de expunere destinate protejării împotriva unei leziuni termice, atunci când toate impulsurile eliberate în mai puțin de T_{min} sunt considerate ca un impuls unic.

Parametru	Gama spectrală valabilă (nm)	Valoare sau descriere
T_{min}	$315 < \lambda \leq 400$	$T_{min} = 10^{-9} \text{ s} (= 1 \text{ ns})$
	$400 < \lambda \leq 1\ 050$	$T_{min} = 18 \cdot 10^{-6} \text{ s} (= 18 \text{ }\mu\text{s})$
	$1\ 050 < \lambda \leq 1\ 400$	$T_{min} = 50 \cdot 10^{-6} \text{ s} (= 50 \text{ }\mu\text{s})$
	$1\ 400 < \lambda \leq 1\ 500$	$T_{min} = 10^{-3} \text{ s} (= 1 \text{ ms})$
	$1\ 500 < \lambda \leq 1\ 800$	$T_{min} = 10 \text{ s}$
	$1\ 800 < \lambda \leq 2\ 600$	$T_{min} = 10^{-3} \text{ s} (= 1 \text{ ms})$
	$2\ 600 < \lambda \leq 10^6$	$T_{min} = 10^{-7} \text{ s} (= 100 \text{ ns})$

Comisia Europeană

Ghid neobligatoriu de bune practici privind aplicarea Directivei 2006/25/CE (Radiații optice artificiale)

Luxemburg: Oficiul pentru Publicații al Uniunii Europene

2011 — 142 p. — 21 × 29,7 cm

ISBN 978-92-79-19818-2

doi:10.2767/31494

În cele mai multe locuri de muncă există surse de radiații optice artificiale, iar Directiva 2006/25/CE stabilește cerințele minime de securitate și de sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la astfel de surse. Ghidul de bune practici cu caracter neobligatoriu al Comisiei Europene privind punerea în aplicare a Directivei 2006/25/CE precizează aplicații care prezintă risc minim și oferă orientări referitoare la alte aplicații. Acesta expune o metodologie de evaluare și prezintă măsuri de reducere a pericolelor și de verificare a efectelor adverse asupra sănătății.

Această publicație este disponibilă în format tipărit în limbile engleză, franceză și germană și în format electronic în toate celelalte limbi oficiale ale Uniunii Europene. Un CD care conține 22 de versiuni lingvistice (Număr catalog: KE-32-11-704-1X-Z, ISBN 978-92-79-19829-8) este, de asemenea, disponibil.

CUM VĂ PUTEȚI PROCURA PUBLICAȚIILE UNIUNII EUROPENE?

Publicații gratuite:

- prin EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>);
- la reprezentanțele sau delegațiile Uniunii Europene. Puteți obține datele de contact ale acestora vizitând <http://ec.europa.eu> sau trimițând un fax la +352 2929-42758.

Publicații contra cost:

- prin EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>).

Abonamente contra cost (de exemplu, la *Jurnalul Oficial al Uniunii Europene* sau la repertoriile jurisprudenței Curții de Justiție a Uniunii Europene):

- contactând direct unul dintre agenții de vânzări ai Oficiului pentru Publicații al Uniunii Europene (http://publications.europa.eu/others/agents/index_ro.htm).

Vă interesează **publicațiile** Direcției Generale Ocuparea Forței de Muncă,
Afaceri Sociale și Incluziune?

Le puteți descărca sau vă puteți abona gratuit online la:
<http://ec.europa.eu/social/publications>

Sunteți de asemenea invitat să vă abonați pentru a putea primi buletinul
informativ electronic *Europa socială* al Comisiei Europene în mod gratuit la
<http://ec.europa.eu/social/e-newsletter>

<http://ec.europa.eu/social>



www.facebook.com/socialeurope



Oficiul pentru Publicații

ISBN 978-92-79-19818-2



9 789279 198182