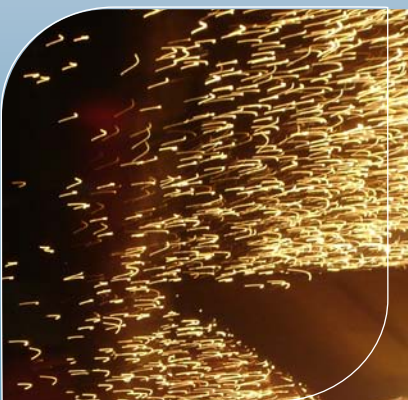


Niet-bindende gids van goede praktijken voor de tenuitvoerlegging van Richtlijn 2006/25/EG (kunstmatige optische straling)



Sociaal Europa



Europese Commissie

Deze publicatie wordt ondersteund door het programma voor werkgelegenheid en maatschappelijke solidariteit (2007-2013) van de Europese Unie (Progress).

Dit programma wordt uitgevoerd door de Europese Commissie. Het beoogt de uitvoering van de doelstellingen van de Europese Unie op het gebied van werkgelegenheid, sociale zaken en gelijke kansen financieel te ondersteunen en aldus bij te dragen tot de verwezenlijking van de doelstellingen van de Europa 2020-strategie op deze gebieden.

Het programma heeft een looptijd van zeven jaar en richt zich op al wie in de EU-27, de EVA/EER-landen, de kandidaat-lidstaten en de potentiële kandidaat-lidstaten kan bijdragen aan de ontwikkeling van goede en doeltreffende wetgeving en beleidsmaatregelen inzake werkgelegenheid en sociale zaken.

Nadere informatie vindt u op de volgende site: <http://ec.europa.eu/progress>

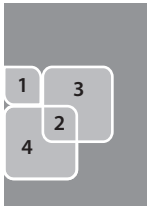
Niet-bindende gids van goede praktijken
voor de tenuitvoerlegging van Richtlijn
2006/25/EG
(kunstmatige optische straling)

Europese Commissie

Directoraat-generaal Werkgelegenheid, sociale zaken en inclusie
Eenheid B.3

Manuscript voltooid in juni 2010

Noch de Europese Commissie, noch enige persoon die optreedt in naam van de Commissie kan verantwoordelijk worden gesteld voor het gebruik dat kan worden gemaakt van de gegevens in deze publicatie.



© Omslagfoto: 1, 3, 4: Europese Unie;
2: iStock

Voor elk gebruik of elke reproductie die niet valt onder het auteursrecht van de Europese Unie, dient rechtstreeks van de auteursrechthouder(s) toestemming te worden verkregen.

Europe Direct helpt u antwoord
te vinden op uw
vragen over de Europese Unie

Gratis nummer*:
00 800 6 7 8 9 10 11

* Als u mobiel belt, hebt u misschien geen toegang tot gratis nummers of kunnen kosten worden aangerekend.

Meer gegevens over de Europese Unie vindt u op internet
via de Europaserver (<http://europa.eu>).

Catalografische gegevens en een samenvatting bevinden zich aan het einde van deze publicatie.

Luxemburg: Bureau voor publicaties van de Europese Unie, 2011

ISBN 978-92-79-19815-1

doi:10.2767/31380

© Europese Unie, 2011

Overneming met bronvermelding toegestaan

Inhoud

1.	Inleiding	7
1.1.	Toepassing van deze gids	7
1.2.	Overeenkomsten met Richtlijn 2006/25/EG	10
1.3.	Toepassingsgebied van de gids	10
1.4.	Geldende voorschriften en verdere informatie	10
1.5.	Officiële en niet-officiële adviesorganen	11
2.	Bronnen van kunstmatige optische straling	12
2.1.	Bronnen van incoherente straling	12
2.1.1.	Beroepsactiviteiten	12
2.1.2.	Toepassingen	13
2.2.	Bronnen van laserstraling	14
2.3.	Bronnen met een verwaarloosbaar risico	15
3.	Gevolgen van blootstelling aan optische straling voor de gezondheid	17
4.	Voorschriften van de richtlijn betreffende kunstmatige optische straling	18
4.1.	Artikel 4 — Bepaling van de blootstelling en beoordeling van de risico's	18
4.2.	Artikel 5 — Maatregelen ter voorkoming of vermindering van risico's	19
4.3.	Artikel 6 — Voorlichting en opleiding van de werknemers	20
4.4.	Artikel 7 — Raadpleging en participatie van de werknemers	20
4.5.	Artikel 8 — Gezondheidstoezicht	20
4.6.	Samenvatting	20
5.	Gebruik van de grenswaarden voor blootstelling	21
5.1.	GVB's voor laserstraling	21
5.2.	Incoherente optische straling	23
5.3.	Referenties	25
6.	Risicobeoordeling in het kader van de richtlijn	26
6.1.	Stap 1. Gevaren onderkennen en nagaan wie risico loopt	26
6.2.	Stap 2. Risico's evalueren en de prioriteit ervan vaststellen	27
6.3.	Stap 3. Voorzorgsmaatregelen bepalen	28
6.4.	Stap 4. Maatregelen uitvoeren	28
6.5.	Stap 5. Controleren en onderzoeken	28
6.6.	Referenties	28
7.	Meting van optische straling	29
7.1.	Voorschriften van de richtlijn	29
7.2.	Verdere hulp invoeren	29
8.	Gebruik van door de fabrikanten verstrekte informatie	30
8.1.	Veiligheidsclassificatie	30
8.1.1.	Veiligheidsclassificatie van lasers	30
8.1.2.	Veiligheidsclassificatie van incoherente bronnen	33
8.1.3.	Veiligheidsclassificatie van machines	34
8.2.	Informatie over risicoafstanden en risicowaarden	35
8.2.1.	Lasers — Nominale risicoafstand voor de ogen	35
8.2.2.	Breedbandbronnen — Risicoafstand en risicowaarde	35
8.3.	Verdere nuttige informatie	36

9.	Preventieve maatregelen	37
9.1.	Rangorde van de preventieve maatregelen	37
9.2.	Eliminatie van het gevaar	38
9.3.	Vervanging door minder gevaarlijke procedés of apparaten	38
9.4.	Technische maatregelen	38
9.4.1.	Toegangsbewaking	38
9.4.2.	Bescherming door gebruiksbepijking	39
9.4.3.	Noodstopshakelaars	39
9.4.4.	Blokkeerinrichtingen	39
9.4.5.	Filters en kijkensters	39
9.4.6.	Uitlijningsinstrumenten	40
9.5.	Organisatorische maatregelen	40
9.5.1.	Bedrijfsvoorschriften	41
9.5.2.	Gecontroleerde zone	41
9.5.3.	Signalisatie en veiligheidsinstructies	41
9.5.4.	Aanstellingen	42
9.5.5.	Opleiding en raadpleging	43
9.5.5.1.	Opleiding	43
9.5.5.2.	Raadpleging	43
9.6.	Persoonlijke beschermingsmiddelen	44
9.6.1.	Bescherming tegen andere risico's	45
9.6.2.	Oogbescherming	45
9.6.3.	Bescherming van de huid	46
9.7.	Verdere nuttige informatie	46
9.7.1.	Basisnormen	46
9.7.2.	Productnormen	46
9.7.3.	Lassen	46
9.7.4.	Laser	47
9.7.5.	Bronnen van intense lichtstralen	47
10.	Incidentbeheersing	48
11.	Gezondheidstoezicht	49
11.1.	Wie zou het gezondheidstoezicht moeten uitoefenen?	49
11.2.	Dossiers	49
11.3.	Geneeskundig onderzoek	49
11.4.	Maatregelen bij overschijding van een grenswaarde voor blootstelling	50
	Appendix A. Kenmerken van optische straling	51
	Appendix B. Biologische effecten van optische straling op ogen en huid	52
B.1.	Het oog	52
B.2.	De huid	52
B.3.	Biologische effecten van verschillende golflengten op ogen en huid	53
B.3.1.	Ultraviolette straling: UVC (100-280 nm), UVB (280-315 nm) en UVA (315-400 nm) ..	53
B.3.2.	Zichtbare straling	54
B.3.3.	IRA	54
B.3.4.	IRB	55
B.3.5.	IRC	55
	Appendix C. Grootheden en eenheden van kunstmatige optische straling	56
C.1.	Basisgrootheden	56
C.1.1.	Golflengte	56
C.1.2.	Energie	56
C.1.3.	Andere nuttige grootheden	56

C.1.4.	Grootheden van de grenswaarden voor blootstelling	57
C.1.5.	Spectrale grootheden en breedbandgrootheden	57
C.1.6.	Radiometrische en effectieve grootheden	57
C.1.7.	Lichtsterkte	58
Appendix D. Uitgewerkte voorbeelden		59
D.1.	KANTOOR	59
D.1.1.	Toelichting bij de algemene methode	59
D.1.2.	Structuur van de voorbeelden	64
D.1.3.	Tegen het plafond bevestigde fluorescentielampen met een lamprooster	64
D.1.4.	Eén enkele tegen het plafond bevestigde fluorescentielamp zonder lamprooster	66
D.1.5.	Een reeks tegen het plafond bevestigde fluorescentielampen zonder lamprooster	67
D.1.6.	Een beeldscherm met een kathodestraalbuis	68
D.1.7.	Het beeldscherm van een laptop	69
D.1.8.	Een schijnwerper met een metaalhalidelamp voor buitengebruik	70
D.1.9.	Een schijnwerper met een compacte fluorescentielamp voor buitengebruik	72
D.1.10.	Elektrisch insectendodend apparaat	73
D.1.11.	Een in het plafond verwerkte spot	74
D.1.12.	Bureaulamp	75
D.1.13.	Bureaulamp met daglichtspectrum	76
D.1.14.	Een fotokopieerapparaat	77
D.1.15.	Videoprojector (beamer), tafelmodel	78
D.1.16.	Draagbare videoprojector (beamer)	80
D.1.17.	Een digitaal interactief whiteboard	81
D.1.18.	Een in het plafond verwerkte compacte fluorescentielamp	82
D.1.19.	Een signaal	83
D.1.20.	Een pda	84
D.1.21.	Een UVA-blacklight	85
D.1.22.	Straatverlichting met een metaalhalidelamp	86
D.1.23.	Overzicht van de verschillende waarden van de voorbeelden	87
D.2.	Lasershow	88
D.2.1.	Gevaren en mensen die gevaar lopen	88
D.2.2.	Risico's evalueren en de prioriteit ervan vaststellen	89
D.2.3.	Voorzorgsmaatregelen bepalen en uitvoeren	89
D.2.4.	Controleren en onderzoeken	90
D.2.5.	Conclusie	90
D.3.	Medische toepassingen van optische straling	91
D.3.1.	Verlichting voor bijzondere doeleinden	91
D.3.2.	Diagnoseverlichting	92
D.3.3.	Therapeutische bronnen	94
D.3.4.	Apparatuur voor speciale proeven	96
D.4.	Voertuigen besturen op het werk	97
D.5.	Militaire toepassingen	100
D.6.	Door gas aangedreven, hoger geplaatste straalverwarming	101
D.7.	Laser voor materiaalverwerking	102
D.7.1.	Gevaren onderkennen en bepalen wie gevaar loopt	102
D.7.2.	Risico's evalueren en de prioriteit ervan vaststellen	102
D.7.3.	Voorzorgsmaatregelen bepalen	102
D.8.	Sectoren met procedés bij hoge temperatuur	104
D.8.1.	Staalverwerking	104
D.8.2.	Glasproductie en -bewerking	104
D.8.3.	Verdere informatie	105
D.9.	Fotografie met flitslampen	106

Appendix E. Voorschriften van andere Europese richtlijnen.....	107
Appendix F. Nationale regelgeving van de EU-lidstaten tot omzetting van Richtlijn 2006/25/EG (tot 10 december 2010) en richtsnoeren	110
Appendix G. Europese en internationale normen	116
G.1. Euronormen	116
G.2. Europese richtsnoeren.....	118
G.3. ISO-, IEC- en CIE-publicaties.....	118
Appendix H. Lichtgevoeligheid.....	120
H.1. Wat is lichtgevoeligheid?	120
H.2. Werkgerelateerd... of niet	120
H.3. Wat u als werkgever moet doen.....	120
H.4. Wat u moet doen indien u in het kader van uw werk wordt blootgesteld aan bronnen van kunstmatige optische straling en fotosensitizers	121
Appendix I. Hulpbronnen	122
I.1. Internet.....	122
I.2. Adviesorganen en regelgevende instanties	122
I.3. Normen.....	123
I.4. Organisaties en webindices.....	123
I.5. Vaktijdschriften	124
I.6. Cd's, DVD's en andere bronnen	124
Appendix J. Woordenlijst.....	125
Appendix K. Bibliografie	127
K.1. Geschiedenis van lasers	127
K.2. Lasers voor medische doeleinden.....	127
K.3. Veiligheid in verband met laser- en optische straling	127
K.4. Lasertechnologie en -theorie	127
K.5. Richtsnoeren en statements	127
Appendix L. Tekst van Richtlijn 2006/25/EG	129

1. Inleiding

Richtlijn 2006/25/EG (hierna de richtlijn genoemd) heeft betrekking op alle kunstmatige bronnen van optische straling. De meeste in de richtlijn vastgestelde voorschriften zijn van dezelfde strekking als de bestaande voorschriften van bijvoorbeeld Kaderrichtlijn 89/391/EEG. De richtlijn zal dan ook geen grotere druk leggen op de werkgevers dan andere richtlijnen al doen. Gezien de brede werkingssfeer van de richtlijn dienen echter toepassingen van kunstmatige optische straling te worden geïdentificeerd die zo weinig gezondheidsrisico inhouden dat geen verdere risicobeoordeling nodig is. Deze gids is bedoeld om een idee te geven van dergelijke ongevaarlijke toepassingen en dient als leidraad voor een aantal andere specifieke toepassingen. Bovendien wordt er een beoordelingsmethode in voorgesteld en wordt in bepaalde gevallen aangegeven dat verdere hulp moet worden gezocht.

Een aantal sectoren beschikt over uitgebreide richtsnoeren voor specifieke toepassingen van optische straling, waarnaar in dit document ook wordt verwezen.

Kunstmatige optische straling bestrijkt een zeer brede waaier van bronnen waaraan werknemers op het werk of elders kunnen worden blootgesteld. Het betreft bijvoorbeeld omgevingsverlichting en verlichting voor bijzondere doeleinden, alarmpanelen, vele beeldschermen en andere soortgelijke bronnen die essentieel zijn voor het welzijn van werknemers. Het zou dan ook onredelijk zijn deze bronnen op dezelfde manier als de vele andere gevaren te behandelen door te eisen dat het gevaar voor kunstmatige optische straling tot een minimum wordt beperkt. Daardoor zou immers het risico van andere gevaren of activiteiten op het werk kunnen toenemen. Een eenvoudig voorbeeld is het uitschakelen van de verlichting in een kantoor, waardoor iedereen in het donker zou worden gezet.

Er worden verschillende bronnen van kunstmatige optische straling als input voor fabricageprocedures alsook voor onderzoeks- en communicatiedoeleinden gebruikt. Optische straling kan ook een nevenverschijnsel zijn, zoals wanneer heet materiaal optische-stralingsenergie uitstraalt.

Bij een aantal toepassingen van kunstmatige optische straling worden werknemers rechtstreeks blootgesteld aan stralingsniveaus die hoger kunnen zijn dan de in de richtlijn vastgestelde grenswaarden voor blootstelling. Dat is onder meer het geval bij bepaalde amusements- en medische toepassingen. Dergelijke toepassingen moeten kritisch beoordeeld worden om ervoor te zorgen dat de grenswaarden voor blootstelling niet worden overschreden.

In de richtlijn wordt kunstmatige optische straling opgesplitst in laserstraling en incoherente straling. Dit onderscheid wordt in deze gids alleen gehandhaafd waar dat duidelijke voordelen had. Over het algemeen bestaat laserstraling uit stralen van dezelfde golflengte. Werknemers kunnen zonder nadelige gevolgen voor hun gezondheid het straalpad tot op zeer korte afstand naderen. Indien de straal hen rechtstreeks raakt, is het echter mogelijk dat de grenswaarde voor blootstelling meteen overschreden wordt. Bij incoherente straling is de optische straling doorgaans geen goed gecollimeerde straal en neemt de blootstelling toe naarmate de afstand tot de bron kleiner wordt. Er kan worden gesteld dat de kans op blootstelling aan een laserstraal klein is, maar dat de gevolgen ervan ernstig kunnen zijn. Bij incoherente bronnen is de kans op blootstelling groot, maar zijn de gevolgen minder ernstig. Dit veelgemaakte onderscheid is niet meer zo vanzelfsprekend bij bepaalde geavanceerde optische-stralingstechnologieën.

De richtlijn werd goedgekeurd op grond van artikel 137 van het Verdrag tot oprichting van de Europese Gemeenschap, dat de lidstaten de mogelijkheid biedt om strengere, met het Verdrag verenigbare beschermingsmaatregelen te handhaven of te nemen.

1.1. Toepassing van deze gids

Op de meeste werkplekken is kunstmatige optische straling aanwezig. Het risico dat deze straling letsel veroorzaakt, is klein of onbestaande en in bepaalde gevallen zorgt de straling ervoor dat het werk veilig kan worden uitgevoerd.

De gids moet samen met Richtlijn 2006/25/EG („de richtlijn”) en Kaderrichtlijn 89/391/EEG worden gelezen.

In Richtlijn 2006/25/EG zijn de minimale veiligheidsvoorschriften vastgesteld voor de blootstelling van werknemers aan risico's die voortvloeien uit kunstmatige optische straling. Overeenkomstig artikel 13 van de richtlijn dient de Commissie een praktische gids over de richtlijn op te stellen.

De gids is voornamelijk bedoeld als leidraad voor werkgevers, met name voor kleine en middelgrote ondernemingen. Hij kan echter ook nuttig zijn voor vertegenwoordigers van werknemers en regelgevende instanties in de lidstaten.

De gids heeft een logische structuur die uit drie delen bestaat:

Alle werkgevers dienen deel 1 en 2 van deze gids te lezen.



Indien alle bronnen op de werkplek bronnen zijn met een verwaarloosbaar risico uit de lijst onder 2.3, hoeven geen verdere stappen te worden ondernomen.

Wanneer bepaalde bronnen niet onder 2.3 vermeld zijn, is de risicobeoordeling complexer. De werkgever dient in dat geval ook delen 3 tot 9 van deze gids in aanmerking te nemen.



Op basis van de informatie van de gids kan dan worden uitgemaakt of de werkgever het risico zelf kan beoordelen dan wel of externe hulp aangewezen is.

De aanhangsels bevatten aanvullende informatie die nuttig kan zijn voor werkgevers die de risicobeoordeling zelf uitvoeren.

Door fabrikanten verstrekte informatie kan werkgevers bij hun risicobeoordeling helpen. Met name bepaalde soorten apparaten die kunstmatige optische straling produceren, zouden moeten geclassificeerd worden om een idee te geven van de gevaren die eraan verbonden zijn. Werkgevers wordt aangeraden leveranciers van bronnen van kunstmatige optische straling om passende informatie te verzoeken. Vele producten zijn onderworpen aan de voorschriften van richtlijnen van de Europese Gemeenschap (bijvoorbeeld met betrekking tot de CE-markering), waarnaar wordt verwezen in overweging 12 van de considerans van de richtlijn (zie aanhangsel L). Hoofdstuk 8 van deze gids dient

als leidraad voor het gebruik van de door fabrikanten verschaft informatie.

Alle werknemers worden blootgesteld aan kunstmatige optische straling. Hoofdstuk 2 bevat voorbeelden van stralingsbronnen. Een van de uitdagingen bestaat erin de stralingsbronnen die kunnen leiden tot blootstelling van werknemers boven de grenswaarden op een passende wijze te beoordelen, zonder dat daarbij het grootste deel van de bronnen moet worden beoordeeld, die onder omstandigheden die redelijkerwijze kunnen worden voorzien geen risico opleveren (bronnen met een „verwaarloosbaar risico”).

Deze gids heeft ten doel gebruikers een logisch pad te doen volgen in de beoordeling van het risico op blootstelling van werknemers aan kunstmatige optische straling.

Indien het risico van alle bronnen van blootstelling aan kunstmatige optische straling verwaarloosbaar is, hoeft geen verdere actie te worden ondernomen. Sommige werkgevers verlangen misschien een schriftelijk spoor van deze beoordeling en de daarop gebaseerde conclusie.

Indien het risico van bronnen niet verwaarloosbaar of onbekend is, dienen werkgevers het risico te beoordelen en indien nodig passende controlemaatregelen te nemen.

In hoofdstuk 3 van deze gids wordt een overzicht van de potentiële gezondheidseffecten gegeven.

In hoofdstuk 4 worden de in de richtlijn vastgestelde eisen beschreven, terwijl in hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de grenswaarden voor blootstelling. Deze twee hoofdstukken hebben met andere woorden betrekking op de wettelijke voorschriften.

In hoofdstuk 6 wordt een methode voor de risicobeoordeling aangereikt. Indien tot de slotsom gekomen wordt dat er geen risico is, stopt het proces hier.

Indien geen geschikte informatie voorhanden is om de risico's te kunnen beoordelen, moeten mogelijkerwijs metingen worden uitgevoerd (hoofdstuk 7) of moet door de fabrikanten verstrekte informatie worden gebruikt (hoofdstuk 8).

Hoofdstuk 9 heeft betrekking op preventieve maatregelen voor gevallen waarin het risico moet worden beperkt.

In hoofdstuk 10 wordt aangegeven welke noodvoorzieningen moeten worden getroffen indien werknemers aan meer kunstmatige optische straling worden blootgesteld dan de grenswaarden toelaten, terwijl hoofdstuk 11 betrekking heeft op gezondheidstoezicht.

De aanhangsels bevatten aanvullende informatie voor werkgevers en andere personen die bij het risicobeoordelingsproces betrokken zijn:

A — Aard van de optische straling

B — Biologische effecten van optische straling op ogen en huid

C — Grootheden en eenheden van kunstmatige optische straling

D — Uitgewerkte voorbeelden. Enkele van de in dit aanhangsel opgenomen voorbeelden verklaren waarom bepaalde bronnen als nagenoeg risicoloos kunnen worden beschouwd.

E — Voorschriften van andere Europese richtlijnen

F — Bestaande wetgeving en richtsnoeren in de lidstaten

G — Europese en internationale normen

H — Lichtgevoeligheid

I — Bronnen

J — Woordenlijst

K — Bibliografie

L — Tekst van Richtlijn 2006/25/EG

1.2. Overeenkomsten met Richtlijn 2006/25/EG

Overeenkomstig artikel 13 van Richtlijn 2006/25/EG van het Europees Parlement en de Raad betreffende de minimumvoorschriften inzake gezondheid en veiligheid met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan risico's van kunstmatige optische straling heeft deze gids

betrekking op de artikelen 4 (Bepaling van de blootstelling en beoordeling van de risico's) en 5 (Maatregelen ter voorkoming of vermindering van risico's) en de bijlagen I en II (respectievelijk de grenswaarden voor blootstelling aan incoherente straling en aan laserstraling) van de richtlijn (zie aanhangsel L). Er worden ook richtsnoeren gegeven voor andere artikelen van de richtlijn.

Tabel 1.1. Overeenkomst tussen artikelen van de richtlijn en de delen van deze gids

Artikelen van Richtlijn 2006/25/EG	Titel	Delen van de gids
Artikel 2	Definities	Aanhangsel J
Artikel 3	Grenswaarden voor blootstelling	Hoofdstukken 6, 7, 8 en 9
Artikel 4	Bepaling van de blootstelling en beoordeling van de risico's	Hoofdstukken 7, 8 en 9
Artikel 5	Maatregelen ter voorkoming of vermindering van risico's	Hoofdstuk 9
Artikel 6	Voorlichting en opleiding van de werknemers	Hoofdstuk 9
Artikel 7	Raadpleging en deelneming van de werknemers	Hoofdstuk 9
Artikel 8	Gezondheidstoezicht	Hoofdstuk 11

1.3. Toepassingsgebied van de gids

Deze gids is bestemd voor alle bedrijven waarvan werknemers aan kunstmatige optische straling kunnen worden blootgesteld. De richtlijn bevat geen definitie van kunstmatige optische straling. Bronnen als vulkaanuitbarstingen, de zon en weerkaatste zonnestralen van bijvoorbeeld de maan, vallen niet binnen de werkingssfeer. Toch is een aantal bronnen niet duidelijk afgeleid. Moet een door de mens veroorzaakte brand als een kunstmatige bron worden beschouwd en een door bliksem veroorzaakte brand niet?

De richtlijn sluit geen enkele specifieke bron van kunstmatige optische straling uit. Vele bronnen, zoals signaal-lampjes op elektrische apparatuur, zijn echter stralingsbronnen met een verwaarloosbaar risico. In deze gids is een lijst van bronnen opgenomen waarvan over het algemeen kan worden aangenomen dat de grenswaarden voor blootstelling niet worden overschreden.

Er zijn wel complexe situaties mogelijk waarin werknemers aan straling kunnen worden blootgesteld, maar deze vallen buiten het toepassingsgebied van deze gids. Voor dergelijke complexe blootstellingssituaties dienen werkgevers nadere inlichtingen in te winnen.

1.4. Geldende voorschriften en verdere informatie

Om te voldoen aan de wettelijke beschermingsvereisten met betrekking tot kunstmatige optische straling van de afzonderlijke lidstaten van de EU, is de toepassing van deze gids alleen niet voldoende. Doorslaggevend is de nationale wetgeving van de lidstaten ter omzetting van Richtlijn 2006/25/EG, die verder kan reiken dan de minimumvoorschriften van de richtlijn die aan deze gids ten grondslag liggen.

Om de tenuitvoerlegging van de voorschriften van de richtlijn gemakkelijker te maken, kunnen fabrikanten de Europese normen in acht nemen voor de vervaardiging van apparatuur die kunstmatige optische straling afgeeft. In de gids wordt verwezen naar de toepasselijke normen,

die bij de nationale normalisatie-instellingen tegen betaling verkrijgbaar zijn.

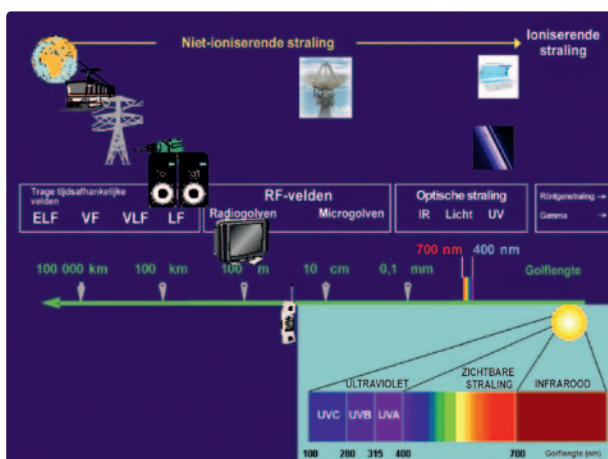
Verdere informatie kan in de nationale voorschriften en normen en in de desbetreffende literatuur worden gevonden. Aanhangsel F bevat verwijzingen naar specifieke publicaties van de bevoegde nationale instanties. Het feit dat een publicatie in het aanhangsel is opgenomen, hoeft evenwel niet te betekenen dat de inhoud volledig met de gids overeenstemt.

1.5. Officiële en niet-officiële adviesorganen

Indien de gids geen antwoord biedt op vragen over de naleving van de beschermingsvoorschriften inzake kunstmatige optische straling, dient rechtstreeks met nationale voorlichtingsdiensten contact te worden opgenomen, zoals arbeidsinspectiediensten, ongevallenverzekeringsinstellingen of beroepsorganisaties en kamers van koophandel, industrie en ambachtsnijverheid.

2. Bronnen van kunstmatige optische straling

2.1. Bronnen van incoherente straling



2.1.1. Beroepsactiviteiten

Het is niet evident een beroep te vinden waarbij een werknemer nooit wordt blootgesteld aan kunstmatig opgewekte optische straling. Iedereen die in een binnenmilieu werkt, wordt wellicht aan optische straling van verlichting en computerschermen blootgesteld. Buitenshuis werkende personen hebben in bepaalde gevallen verlichting voor bijzondere doeleinden nodig wanneer het daglicht onvoldoende is. Personen die zich in de loop van de werkdag verplaatsen, worden allicht aan kunstlicht blootgesteld, al was het maar aan het licht van de koplampen van voorbijrijdende voertuigen. Al deze optische straling wordt kunstmatig opgewekt en valt bijgevolg binnen de werkingssfeer van de richtlijn.

Afgezien van altijd aanwezige bronnen, zoals verlichting en computerschermen, kan kunstmatige optische straling opzettelijk worden opgewekt als een noodzakelijk onderdeel van een bepaald proces dan wel onopzettelijk, d.w.z. als een ongewenst bijproduct. Om bijvoorbeeld een ingedrongen kleurstof fluorescerend te maken, moet de kleurstof aan ultraviolette straling worden blootgesteld. Anderzijds is de productie van grote hoeveelheden

ultraviolette straling bij het booglassen onvermijdelijk, hoewel deze stralen geenszins essentieel zijn voor het procedé.

Ongeacht of optische straling bewust voor een bepaald doel wordt opgewekt dan wel een ongewild bijproduct van een procedé is, dient de blootstelling eraan toch te worden gecontroleerd, op zijn minst zoals dit door de richtlijn wordt voorgeschreven. Kunstmatig opgewekte optische straling is op de meeste werkplekken aanwezig, maar vooral in de volgende sectoren:

- sectoren waarin bepaalde procedés hoge temperaturen vereisen, zoals voor glas- en metaalbewerking, en waarin ovens infrarode straling afgeven;
- het drukkerswezen, waar inkt en verf vaak worden gefixeerd door lichtpolymerisatie;
- de kunst- en amusementssector, waarin artiesten en modellen rechtstreeks belicht kunnen worden met schijnwerpers, speciale belichting, instellampen en flitslampen;
- de amusementssector, waarin werknemers in de publieksruimte blootgesteld kunnen worden aan algemene en speciale belichting;
- niet-destructieve proeven, waarbij ultraviolette straling gebruikt wordt om fluorescerende kleurstoffen zichtbaar te maken;
- medische behandelingen, waarbij geneeskundig personeel en patiënten kunnen worden blootgesteld aan verlichting in operatiezalen en aan optische straling die voor therapeutische doeleinden wordt gebruikt;
- cosmetische behandelingen, waarbij lasers en flitslampen gebruikt worden alsook ultraviolette en infrarode straling;
- industrie en opslagplaatsen, waarbij grote open gebouwen verlicht worden met krachtige omgevingsverlichting;
- de farmaceutische en onderzoekssector, waarin ultraviolette straling gebruikt wordt voor sterilisatiedoeleinden;

- de waterzuiveringssector, waarin ultraviolette straling gebruikt wordt voor sterilisatiedoeleinden;
- de onderzoekssector, waarin lasers gebruikt worden en door ultraviolette straling opgewekte fluorescentie een nuttig hulpmiddel kan zijn;
- metaalbewerkingsactiviteiten waarbij moet worden gelast;
- de vervaardiging van met een laser gesoldeerd plastic.

De bovenstaande lijst is niet limitatief.

2.1.2. Toepassingen

De onderstaande tabel geeft een idee van de toepassingen waarvoor verschillende spectrale gebieden gebruikt worden. Voorts geeft hij ook aan welke spectrale gebieden aanwezig kunnen zijn, ook al zijn ze voor een bepaald procedé niet nodig. De spectrale gebieden worden beschreven in aanhangsel A.

Golflengtegebied	Gebruikt voor	Opgewekt als bijproduct van
UVC	Kiemdodende sterilisatie Fluorescentie (laboratorium) Fotolithografie	Het fixeren van inkt Bepaalde omgevingsverlichting en verlichting voor bijzondere doeleinden Bepaalde projectielampen Booglassen
UVB	Zonnebanken Fototherapie Fluorescentie (laboratorium) Fotolithografie	Kiemdodende lampen Het fixeren van inkt Bepaalde omgevingsverlichting en verlichting voor bijzondere doeleinden Projectielampen Booglassen
UVA	Fluorescentie (laboratorium, niet-destructieve proeven, speciale effecten voor spektakels, opsporing van misdrijven en vervalsingen en markering van goederen) Fototherapie Zonnebanken Het fixeren van inkt Insectenvallen Fotolithografie	Kiemdodende lampen Omgevingsverlichting en verlichting voor bijzondere doeleinden Projectielampen Booglassen
Zichtbaar	Omgevingsverlichting en verlichting voor bijzondere doeleinden Signaallampjes Verkeerslichten Epilatie en verwijdering van zichtbare haarvaten Het fixeren van inkt Insectenvallen Fotolithografie Fotokopiëren Projectie Tv- en pc-schermen	Zonnebanken Bepaalde verwarmings- en droogprocessen Lassen
IRA	Bewakingsverlichting Verwarming Drogen Epilatie en verwijdering van zichtbare haarvaten Communicatie	Bepaalde omgevingsverlichting en verlichting voor bijzondere doeleinden Lassen
IRB	Verwarming Drogen Communicatie	Bepaalde omgevingsverlichting en verlichting voor bijzondere doeleinden Lassen
IRC	Verwarming Drogen	Bepaalde omgevingsverlichting en verlichting voor bijzondere doeleinden Lassen

Een aantal van de spectrale gebieden die hier als bijproduct vermeld worden, komen enkel bij storingen vrij. Voor bepaalde soorten schijnwerpers worden bijvoorbeeld hogedrukkwikdamlampen gebruikt. Deze lampen produceren straling in alle spectrale gebieden, maar zitten vaak in een behuizing die voorkomt dat grote hoeveelheden UVB en UVC worden uitgestraald. Indien de behuizing kapot is en de lamp blijft werken, komt een gevaarlijke hoeveelheid UV-straling vrij.

2.2. Bronnen van laserstraling

De laser werd voor het eerst succesvol gedemonstreerd in 1960. Aanvankelijk bleef het gebruik van lasers beperkt tot onderzoek en militaire toepassingen. Zij werden gewoonlijk bediend door de mensen die ze hadden ontworpen en gebouwd, waardoor deze het risico liepen aan laserstraling te worden blootgesteld. Tegenwoordig zijn lasers echter overal te vinden. Ze worden gebruikt in tal van toepassingen op de werkvloer en zitten soms in apparatuur verwerkt, waarbij het doeltreffende ontwerp ervoor zorgt dat de laserstraling binnen de apparaten wordt gehouden, zodat de gebruiker niet eens hoeft te weten dat zij een laser bevatten.

Laserstralen bestaan gewoonlijk uit één enkele golflengte of een klein aantal verschillende golflengten. De divergentie van de stralen is beperkt, waardoor de kracht of energie over aanzienlijke afstanden min of meer binnen een bepaalde diameter blijft. Bovendien zijn laserstralen coherent of zijn de afzonderlijke golven van de straal in fase. Laserstralen kunnen gewoonlijk op een welbepaald punt gericht worden, wat letsel kan veroorzaken en oppervlakken kan beschadigen. Deze beschrijving is evenwel een veralgemening. Sommige lasers produceren laserstralen met een breed golflengtespectrum of sterk divergerende stralen en nog andere lasers wekken stralen op die over het grootste deel van hun pad incoherent zijn. Laserstralen kunnen continu (CW, continuous wave) of gepulseerd (pulsgolven) zijn.

Lasers worden in categorieën onderverdeeld op basis van het „actieve medium” waarmee de laserstraal wordt opgewekt. Het medium kan een vaste stof, een vloeistof of een gas zijn. Lasers met een vast medium worden verder opgesplitst in zogenoemde vaststoflasers, die werken op basis van een kristalachtige vaste stof, en halfgeleiderlasers. De onderstaande tabel geeft een overzicht van een aantal typische lasers en de golflengte die zij uitstralen.

Type	Laser	Voornaamste golflengte	Output
GAS	Heliumneon (HeNe)	632,8 nm	CW tot 100 mW
	Heliumcadmium (HeCd)	422 nm	CW tot 100 mW
	Argon-ion (Ar)	488, 514 nm en blauwe golflengten	CW tot 20 W
	Krypton-ion (Kr)	647 nm en UV, blauw en geel	CW tot 10 W
	Kooldioxide (CO ₂)	10 600 nm (10,6 µm)	Puls- of continugolven tot 50 kW
	Stikstof (N)	337,1 nm	Pulsgolven > 40 µJ
	Xenonchloride (XeCl) Kryptonfluoride (KrF) Xenonfluoride (XeF) Argonfluoride (ArF)	308 nm 248 nm 350 nm 193 nm	Pulsgolven tot 1 J
VASTE STOF	Robijn	694,3 nm	Pulsgolven tot 40 J
	Neodymium:YAG (Nd:YAG)	1 064 en 1 319 nm 532 en 266 nm	Puls- of continugolven tot TW; CW gemiddeld 100 W
	Neodymium:glas (Nd:glas)	1 064 nm	Pulsgolven tot 150 J
VEZEL	Ytterbium (Yb)	1 030–1 120 nm	CW tot kW
DUNNE SCHIJF	Ytterbium:YAG (Yb:YAG)	1 030 nm	CW tot 8 000 W
SLAB	Kooldioxide (CO ₂) Laserkristal	10 600 nm	CW tot 8 000 W
HALFGELEIDER	Diverse materialen — bijv.: GaN GaAlAs InGaAsP	400–450 nm 600–900 nm 1 100–1 600 nm	Continue (soms gepulseerde) golven tot 30 W
VLOEISTOF (KLEURSTOF)	Kleurstof — meer dan 100 verschillende laserkleurstoffen worden als lasermedium gebruikt	300–1 800 nm 1 100–1 600 nm	Pulsgolven tot 2,5 J CW tot 5 W

Verdere informatie over lasers is te vinden in de publicaties waarnaar wordt verwezen in de bibliografie in aanhangsel K.

Hierna wordt een overzicht gegeven van een aantal lasertoepassingen.

Categorie	Voorbeelden van toepassingen
Materiaalverwerking	Snijden, lassen, lasermarkeren, boren, fotolithografie, snelle fabricage („rapid manufacturing“)
Optische meting	Meting van afstanden, landmeting, snelheidsmeting met lasers, trillingsmeters, elektronische spikkelerferometrie, hydrofoons op basis van optische vezels, ultrasnelle beeldvorming en partikelmetering
Medisch	Oftalmologie, refractieve heekunde, fotodynamische therapie, dermatologie, laserscalpel, bloedvatenheekunde, tandheekunde en medische diagnostiek
Communicatie	Vezels, vrije ruimte, satellieten
Optische gegevensopslag	Compact discs, dvd's en laserprinters
Spectroscopie	Identificatie van stoffen
Holografie	Amusement, gegevensopslag
Amusement	Lasershows, laserpennen

2.3. Bronnen met een verwaarloosbaar risico

In aanhangsel D van deze gids zijn uitgewerkte voorbeelden opgenomen van een aantal kunstmatige bronnen van optische straling die op vele werkplekken voorkomen, zoals in winkels en kantoren. Voor elk vermeld brontype kan onmogelijk een volledige lijst van alle bestaande bronnen van optische straling en de toepassingen ervan worden opgesteld, aangezien op de markt onnoemelijk veel verschillende ontwerpen van dezelfde apparaten worden aangeboden. Verschillen in bijvoorbeeld de ronding van de reflector, de dikte van de glasbescherming of de herkomst van een fluorescentielamp kan aanzienlijke gevolgen hebben voor de door een bron opgewekte optische straling. Elk voorbeeld is strikt genomen dan ook uniek voor het specifieke brontype en -model dat wordt besproken.

Wanneer uit een uitgewerkt voorbeeld echter blijkt dat:

- een bepaalde bron een blootstelling van maximum 20 % van de grenswaarden voor blootstelling kan opleveren, of
- een bron een blootstellingsrisico oplevert dat de grenswaarden overschrijdt, maar slechts in uiterst onwaarschijnlijke situaties,

kan normale blootstelling aan bronnen van die types beschouwd worden als een verwaarloosbaar gezondheidsrisico, d.w.z. dat de bron als „veilig“ kan worden beschouwd.

In de onderstaande tabellen worden deze vaak voorkomende brontypes opgesplitst in twee groepen:

- bronnen met een verwaarloosbaar risico (d.w.z. onbeduidende straling);
- bronnen die niet gevaarlijk zijn bij normaal gebruik (d.w.z. overmatige blootstelling is alleen maar mogelijk in ongewone omstandigheden).

Indien op een werkplek alleen maar bronnen uit deze lijsten aanwezig zijn en indien deze uitsluitend in de beschreven omstandigheden worden gebruikt, is geen verdere risicobeoordeling nodig. Indien niet aan deze voorwaarden is voldaan, zou de veiligheidsverantwoordelijke de overige hoofdstukken van de gids door moeten nemen, alsook de aanhangsels, die meer gedetailleerde informatie bevatten.

Bronnen die normaal gezien slechts een verwaarloosbare blootstelling opleveren en die als „veilig“ kunnen worden beschouwd

Tegen het plafond bevestigde fluorescentielampen met een lamprooster ervoor

Computerschermen of soortgelijke beeldapparatuur

Tegen het plafond bevestigde compacte fluorescentielampen

Compacte fluorescente slagverlichting

UVA-insectenvallen

Tegen het plafond bevestigde wolframhalogeenspots

Wolframlampen voor bijzondere doeleinden (met inbegrip van daglicht-volspectrumlampen)

Tegen het plafond bevestigde wolframlampen

Fotokopieerapparaten

Apparatuur voor interactieve presentaties op witborden

Signaalleds

PDA's

Richtingaanwijzers, rem-, achteruitrij- en mistlampen van voertuigen

In de fotografie gebruikte flitslampjes

Door gas aangedreven, hoger geplaatste straalverwarming

Straatverlichting

Bronnen die normaal gezien in specifieke omstandigheden geen gezondheidsrisico inhouden	
Bron	Omstandigheden voor veilig gebruik
Tegen het plafond bevestigde fluorescentielampen zonder lamprooster ervoor	Veilig bij normale verlichtingsniveaus (≈ 600 lux)
Slagverlichting met metaalhalide- of hogedrukkwikdamlampen	Veilig indien het afdekglas niet beschadigd is en de lampen zich buiten het gezichtsveld bevinden
Projectieapparaten (tafelsysteem)	Veilig indien niet rechtstreeks in de lichtstraal wordt gekeken
UVA-blacklights met lage druk	Veilig indien buiten het gezichtsveld
Alle lasertoestellen van klasse 1 (volgens EN 60825-1)	Veilig bij intacte behuizing. Kunnen gevaarlijk zijn zonder behuizing
Alle producten van de „vrijgestelde categorieën” (volgens EN 62471)	Veilig indien buiten het gezichtsveld. Kunnen gevaarlijk zijn zonder behuizing
Koplampen van voertuigen	Veilig indien niet langdurig in de lichtstraal wordt gekeken

3. Gevolgen van blootstelling aan optische straling voor de gezondheid

Optische straling wordt door de buitenste lagen van het menselijk lichaam geabsorbeerd. De biologische effecten blijven dan ook grotendeels beperkt tot de ogen en de huid, maar ook systemische effecten zijn mogelijk. Verschillende golflengten veroorzaken verschillend effecten, afhankelijk van het deel van de huid of het oog dat de straling absorbeert en van het soort wisselwerking: in de ultraviolette gebieden zijn de effecten vooral van fotochemische en in de infrarode gebieden vooral van thermische aard. Laserstraling kan bijkomende effecten hebben als gevolg van de zeer snelle energieabsorptie door weefsel. Laserstralen zijn dan ook vooral voor de ogen gevaarlijk, aangezien de ooglenzen de straal kan concentreren.

De biologische effecten kunnen grofweg worden onderverdeeld in acute (snel optredende) en chronische effecten (als gevolg van langdurige en herhaalde blootstelling gedurende een lange periode). Acute effecten doen zich gewoonlijk pas voor wanneer de blootstelling een bepaalde drempel overschrijdt, die doorgaans van persoon tot persoon verschilt. De meeste grenswaarden voor blootstelling zijn gebaseerd op drempelwaarden voor

acute effecten en afgeleid van de resultaten van statistische analyses van deze drempelwaarden. De overschrijding van de grenswaarde voor blootstelling hoeft dan ook geen negatieve gevolgen voor de gezondheid te hebben. Het risico van schadelijke gevolgen voor de gezondheid neemt toe naarmate de blootstelling verder boven de grenswaarde uitstijgt. De meeste hierna beschreven gevolgen zullen zich bij de gezonde volwassen beroepsbevolking pas voordoen bij blootstelling aan stralingsniveaus die ruim boven de in de richtlijn vastgestelde grenswaarden liggen. Personen die bijzonder lichtgevoelig zijn, kunnen echter al bij een lagere blootstelling fysiologische reacties vertonen.

Bij chronische effecten is er doorgaans geen tolerantiedrempel, wat inhoudt dat het risico van deze effecten nooit volledig kan worden geëlimineerd. Het kan wel worden beperkt door de blootstelling te beperken en ervoor te zorgen dat de grenswaarden voor blootstelling aan kunstmatige bronnen van optische straling worden nageleefd en lager gehouden dan de blootstellingsniveaus die de maatschappij voor natuurlijke optische straling als aanvaardbaar beschouwt.

Golflengte (nm)		Oog	Huid
100-280	UVC	Fotokeratitis Fotoconjunctivitis	Erytheem Huidkanker
280-315	UVB	Fotokeratitis Fotoconjunctivitis Staarvorming	Erytheem Elastose (huidveroudering) Huidkanker
315-400	UVA	Fotokeratitis Fotoconjunctivitis Staarvorming Fotoretinale beschadiging	Erytheem Elastose (huidveroudering) Onmiddellijke pigmentverkleuring Huidkanker
380-780	Zichtbaar	Fotoretinale beschadiging (gevaarlijk blauwlicht) Netvliesverbranding	Verbranding
780-1 400	IRA	Staarvorming Netvliesverbranding	Verbranding
1 400-3 000	IRB	Staarvorming	Verbranding
3 000-10 ⁶	IRC	Hoornvliesverbranding	Verbranding

4. Voorschriften van de richtlijn betreffende kunstmatige optische straling

De volledige tekst van de richtlijn is opgenomen in aanhangsel K van deze gids. In dit hoofdstuk wordt een samenvatting van de belangrijkste voorschriften gegeven.

In de richtlijn zijn de MINIMUMVOORSCHRIFTEN vastgesteld voor de bescherming van werknemers tegen gezondheids- en veiligheidsrisico's die voortvloeien of wellicht zullen voortvloeien uit blootstelling aan kunstmatige optische straling tijdens de uitoefening van hun functie. De lidstaten kunnen dus strengere voorschriften vaststellen of dat al gedaan hebben.

4.1. Artikel 4 — Bepaling van de blootstelling en beoordeling van de risico's

De richtlijn beklemtoont vooral dat werkgevers ervoor moeten zorgen dat hun werknemers niet worden blootgesteld aan sterkere kunstmatige optische straling dan de

grenswaarden voor blootstelling die in de bijlagen bij de richtlijn zijn vastgesteld. Werkgevers kunnen daarvoor de informatie gebruiken die met de stralingsbronnen werd meegeleverd, algemene beoordelingen zelf uitvoeren of door anderen laten uitvoeren, een theoretische beoordeling maken of metingen verrichten. De richtlijn legt geen specifieke methode op. De werkgever beslist dus zelf hoe hij deze belangrijke beoordeling uitvoert. Werkgevers wordt wel aangeraden de bestaande gepubliceerde normen te raadplegen, en indien nodig ook „de beschikbare nationale of internationale richtsnoeren met een wetenschappelijke grondslag”.

Vele in de richtlijn vastgestelde voorschriften lijken sterk op die van Richtlijn 89/391/EEG. Werkgevers die reeds in overeenstemming zijn met die richtlijn, zullen dan ook wellicht weinig extra werk hebben om zich naar deze richtlijn te voegen. Bij de beoordeling dienen werkgevers evenwel bijzondere aandacht te besteden aan de onderstaande punten (artikel 4, lid 3).

Aandachtspunten	Opmerking
a) het niveau, de golfengtegebieden en de duur van de blootstelling aan kunstmatige bronnen van optische straling;	Deze informatie over de betrokken situatie is essentieel. Indien het niveau van de blootstelling ruim onder de grenswaarde voor blootstelling ligt die van toepassing zou zijn voor blootstelling gedurende een volledige werkdag (8 uur), dient geen verdere beoordeling te worden uitgevoerd, tenzij er sprake is van een risico door blootstelling aan meerdere bronnen. Zie onder h).
b) de in artikel 3 van deze richtlijn bedoelde grenswaarden voor blootstelling;	Op basis van de onder a) genoemde informatie zou men moeten kunnen bepalen welke grenswaarden voor blootstelling van toepassing zijn.
c) mogelijke gevolgen voor de gezondheid en veiligheid van werknemers die tot een bijzonder gevoelige risicogroep behoren;	De voorgestelde aanpak zou reactief, veeleer dan proactief moeten zijn. Het is bijvoorbeeld mogelijk dat enkele medewerkers al weten dat zij bijzonder gevoelig zijn voor flikkerend licht. De werkgever zou dan moeten uitmaken of de taken van de betrokken personen kunnen worden aangepast.
d) mogelijke gevolgen voor de gezondheid en veiligheid van werknemers van de interactie op de werkplek tussen optische straling en fotosensibiliserende chemicaliën;	Werkgevers wordt aanbevolen bijzondere aandacht te besteden aan de mogelijkheid van fotosensibilisatie als gevolg van chemicaliën die op de werkplek gebruikt worden. Net zoals onder c) is het mogelijk dat de werkgever maatregelen moet treffen om problemen op te lossen met betrekking tot werknemers van wie de fotosensibilisatie het gevolg is van chemicaliën die buiten de werkplek worden gebruikt.

Aandachtspunten	Opmerking
e) mogelijke indirecte effecten zoals tijdelijke blindheid, ontploffing, of brand;	Blootstelling van de ogen aan fel licht kan in bepaalde werksituaties een probleem vormen. Bij blootstellingsniveaus die lager zijn dan de grenswaarden, biedt de normale afweerreflex normaal gezien voldoende bescherming. De werkgever zou echter nadere aandacht moeten besteden aan bronnen van kunstmatige optische straling die de werknemers kunnen afleiden, irriteren of verblinden of die nabeelden kunnen veroorzaken indien een dergelijke blootstelling de veiligheid van de werknemers of van andere personen in gevaar kan brengen. De optische straling die door bepaalde bronnen van kunstmatige optische straling wordt opgewekt, kan eventueel een ontploffing of brand veroorzaken. Dat is met name het geval voor lasers van klasse 4. Toch zou met dit risico ook rekening moeten gehouden worden bij andere bronnen, vooral op plaatsen waar ontvlambare of explosieve stoffen aanwezig zijn.
f) het bestaan van vervangende arbeidsmiddelen die ontworpen zijn om de niveaus van blootstelling aan kunstmatige optische straling te verminderen;	Het verdient aanbeveling hiermee rekening te houden indien werknemers kunnen worden blootgesteld aan hogere niveaus van kunstmatige optische straling dan de grenswaarden voor blootstelling.
g) via het gezondheidstoezicht verkregen informatie, met inbegrip van gepubliceerde informatie, voor zover dat mogelijk is;	Deze informatie kan intern van de organisatie van de werkgever zijn, dan wel van ondernemersorganisaties of internationale organisaties als de Wereldgezondheidsorganisatie en de Internationale Commissie voor Bescherming tegen Niet-Ioniserende Straling.
h) de blootstelling aan verscheidene bronnen van kunstmatige optische straling;	Op basis van de onder a) en b) bekomen informatie kan eventueel voor elke afzonderlijke bron van kunstmatige optische straling de procentuele blootstelling ten opzichte van de grenswaarden worden bepaald. In een vereenvoudigde aanpak wordt de proportionele blootstelling bepaald voor alle bronnen waaraan werknemers kunnen worden blootgesteld, waarna alle waarden worden opgeteld. Indien de som kleiner is dan één, is het weinig waarschijnlijk dat de grenswaarden voor blootstelling overschreden worden. Indien de som gelijk aan of groter is dan één, is een grondiger beoordeling geboden.
i) een classificatie die wordt toegepast op lasers die worden gedefinieerd conform de toepasselijke IEC-norm, alsook soortgelijke classificaties met betrekking tot kunstmatige bronnen die soortgelijke schade kunnen toebrengen als lasers van de klasse 3B of 4;	Laserproducten van klasse 3B en klasse 4 wekken toegankelijke laserstralen op die ervoor zouden kunnen zorgen dat de grenswaarden voor blootstelling overschreden worden. In bepaalde omstandigheden moeten echter ook lasers van een lagere klasse worden beoordeeld. In de norm EN 62471 worden andere bronnen van kunstmatige optische straling dan lasers in een afzonderlijk classificatiesysteem ondergebracht. Apparatuur van klasse 3 zou aan een risicoanalyse moeten onderworpen worden, maar ook bij de lagere risicocategorieën zou naar de verwachte blootstellingssituaties moeten gekeken worden.
j) de door de producent van bronnen van optische straling en aanverwante arbeidsmiddelen opgegeven informatie in overeenstemming met de toepasselijke communautaire richtlijnen.	Werkgevers zouden fabrikanten en leveranciers van uitrusting en toestellen die kunstmatige optische straling opwekken om passende informatie moeten verzoeken, teneinde ervoor te zorgen dat zij de uit hoofde van de richtlijn verplichte beoordelingen kunnen uitvoeren. Het verdient aanbeveling de terbeschikkingstelling van dergelijke informatie als basisbeginsel in het aankoopbeleid op te nemen.

4.2. Artikel 5 — Maatregelen ter voorkoming of vermindering van risico's

Het is belangrijk om te weten dat, in tegenstelling tot vele andere gevaren, het beperken van kunstmatige optische straling tot onder een bepaald niveau het risico op verwondingen in werkelijkheid kan vergroten.

Een duidelijk voorbeeld is omgevingsverlichting. Indicatielampjes en andere signalen moeten voldoende optische straling afgeven om geschikt te zijn voor het beoogde gebruiksdoel. Daarom is artikel 5 gericht op het voorkomen en verminderen van risico's. De gehanteerde aanpak lijkt op die van Richtlijn 89/391/EEG en de beginselen ervan worden in hoofdstuk 9 van deze gids besproken.

4.3. Artikel 6 — Voorlichting en opleiding van de werknemers

De voorschriften van artikel 6 zijn vergelijkbaar met die van Richtlijn 89/391/EEG. Het is belangrijk dat de risico's in een juist daglicht worden geplaatst. Werknemers zouden zich ervan bewust moeten zijn dat vele bronnen van kunstmatige optische straling geen risico inhouden voor hun gezondheid en zelfs tot hun welzijn bijdragen. Maar als er risico's zijn vastgesteld, zouden werknemers wel de gepaste voorlichting en opleiding dienen te krijgen. Dit onderwerp wordt verder uitgediept in hoofdstuk 9.

4.4. Artikel 7 — Raadpleging en participatie van de werknemers

Dit artikel verwijst naar de voorschriften van Richtlijn 89/391/EEG.

4.5. Artikel 8 — Gezondheidstoezicht

Artikel 8 bouwt voort op de voorschriften van Richtlijn 89/391/EEG. Een groot deel van de specifieke details hangt wellicht af van de systemen die in de lidstaten worden gebruikt. In hoofdstuk 11 van deze gids worden enige richtsnoeren in verband met gezondheidstoezicht gegeven.

4.6. Samenvatting

Een groot deel van de voorschriften van de richtlijn zit al vervat in andere richtlijnen, met name Richtlijn 89/391/EEG (zie aanhangsel E). Elk hoofdstuk van deze gids bevat specifieke raadgevingen voor de naleving van de in de richtlijn vastgestelde voorschriften.

5. Gebruik van de grenswaarden voor blootstelling

In de bijlagen I en II bij de richtlijn zijn respectievelijk de grenswaarden voor blootstelling (GVB's) aan incoherente optische straling en die voor blootstelling aan laserstraling vastgesteld. Deze GVB's houden rekening met de biologische schade die optische straling veroorzaakt op de verschillende golflengten alsook met de duur van de blootstelling en het blootgestelde weefsel. De GVB's zijn gebaseerd op de richtsnoeren van de Internationale Commissie voor Bescherming tegen Niet-ioniserende Straling (ICNIRP), waarin nadere informatie over de berekening van de GVB's kan worden gevonden. De richtsnoeren kunnen worden geraadpleegd op www.icnirp.org (zie referenties). Merk op dat de ICNIRP deze richtsnoeren kan wijzigen. In een dergelijk geval is het mogelijk dat ook de GVB's in de richtlijn worden aangepast.

De *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH — conferentie van overheidsdeskundigen op het gebied van arbeidshygiëne in de VS) heeft soortgelijke, maar geen identieke grenswaarden voor blootstelling gepubliceerd.

Om de juiste GVB te kunnen bepalen, moet het golflengtegebied van de optische straling bekend zijn. Merk op dat voor een bepaald golflengtegebied meerdere GVB's van toepassing kunnen zijn. De GVB's voor laserstraling kunnen doorgaans gemakkelijker worden bepaald omdat de straling beperkt blijft tot één enkele golflengte. Bij laserproducten die op meer dan één golflengte laserstraling uitzenden of in geval van blootstellingssituaties met meerdere bronnen, moet eventueel rekening worden gehouden met cumulatieve effecten.

De volledige analyse van de blootstelling van werknemers en de vergelijking van de resultaten van deze analyse met de GVB's kunnen erg ingewikkeld zijn en vallen niet binnen het bestek van deze gids. De hierna verstrekte informatie is bedoeld om werkgevers te helpen bepalen of al dan niet verdere hulp moet worden ingeroepen.

5.1. GVB's voor laserstraling

De laserclassificatie (zie hoofdstuk 8.1) helpt gebruikers de omvang van het gevaar van laserstralen — zoals beoordeeld onder specifieke meetvoorwaarden — in te schatten. Laserproducten van klasse 1 zijn in de regel veilig voor normaal gebruik en behoeven dan ook geen verdere risicobeoordeling. Een beoordeling dringt zich evenwel op wanneer een laserproduct van klasse 1 dat met een ingebouwde laser van een hogere klasse uitgerust is, aan een onderhoud of revisie wordt onderworpen. Behoudens andersluidende informatie zouden werkgevers ervan uit moeten gaan dat laserstralen van klasse 3B en klasse 4 oogletsel kunnen veroorzaken. Lasers van klasse 4 kunnen ook de huid beschadigen.

Indien lasers van klasse 3B en klasse 4 worden gebruikt, zou een verantwoordelijke moeten worden aangeduid, bijvoorbeeld een laserveiligheidsfunctionaris.

Laserproducten worden ondergebracht in klasse 2 indien de GVB bij een toevallige blootstelling van maximum 0,25 s niet overschreden wordt. Indien het product zodanig gebruikt wordt dat de ogen van werknemers waarschijnlijk herhaaldelijk aan de laserstraal worden blootgesteld, is een grondiger analyse aangewezen om te bepalen of de GVB waarschijnlijk wordt overschreden.

Bij lasers van klasse 1M, klasse 2M en klasse 3R is het aangewezen de waarschijnlijke blootstellingssituaties te bepalen en te beoordelen.

De GVB's voor laserstraling zijn vastgesteld in bijlage II bij de richtlijn, die in aanhangsel L van deze gids is opgenomen. De GVB's worden uitgedrukt in bestralingssterkte (watt per vierkante meter, $W m^{-2}$) of in bestralingsdosis (joule per vierkante meter, $J m^{-2}$).

Om de bestralingssterkte of de bestralingsdosis van een laserstraal te bepalen, wordt de gemiddelde bestralingssterkte of bestralingsdosis berekend op basis van

een opening, de begrenzend opening genoemd, zoals gespecificeerd in de tabellen 2.2, 2.3 en 2.4 van bijlage II bij de richtlijn.

Om de juiste tabel met GVB's te kunnen vinden:

Blootstelling van het oog — kortstondig (< 10 s) — tabel 2.2

Blootstelling van het oog — 10 s of langer — tabel 2.3

Blootstelling van de huid — tabel 2.4

De keuze van de juiste duur van de blootstelling hangt af van de situatie, waarbij moet worden nagegaan of de blootstelling per ongeluk dan wel opzettelijk was. Bij

toevallige blootstellingen wordt voor de ogen over het algemeen uitgegaan van een duur van 0,25 s voor laserstralen van 400 tot 700 nm en van 10 tot 100 s voor alle andere golflengten. Indien enkel de huid wordt blootgesteld, kan redelijkerwijze worden uitgegaan van 10 tot 100 s voor alle golflengten.

Op basis van de opening kan voor elke genoemde blootstellingsduur het maximumvermogen worden berekend waarbij de GVB niet overschreden wordt. De resultaten van deze berekeningen zijn opgenomen in de onderstaande tabel. Bij de berekening werd uitgegaan van de blootstelling van het oog aan een continue laserstraal van een kleine bron.

Golflengtegebied (nm)	Begrenzende opening (mm)	Duur van de blootstelling	GVB (W m^{-2})	Maximum-vermogen door opening (W)	Maximum-vermogen door opening (mW)
180 tot 302,5	1	10	3,0	0,000 002 4	0,002 4
$\geq 302,5$ tot 315	1	10	3,16 tot 1 000	0,000 002 5 tot 0,000 79	0,002 5 tot 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
≥ 315 tot 400	1	10	1 000	0,000 79	0,79
≥ 400 tot 450	7	0,25	25,4	0,000 98	0,98
≥ 450 tot 500	7	0,25	25,4	0,000 98	0,98
≥ 500 tot 700	7	0,25	25,4	0,000 98	0,98
≥ 700 tot 1 050	7	10	10 tot 50	0,000 39 tot 0,001 9	0,39 tot 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
1 000	7	10	39,8	0,001 5	1,5
$\geq 1 050$ tot 1 400	7	10	50 tot 400	0,001 9 tot 0,015	1,9 tot 15
$\geq 1 050$ tot 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
$\geq 1 200$ tot 1 400	7	10	400	0,015	15
$\geq 1 400$ tot 1 500	3,5	10	1 000	0,009 6	9,6
$\geq 1 500$ tot 1 800	3,5	10	1 000	0,009 6	9,6
$\geq 1 800$ tot 2 600	3,5	10	1 000	0,009 6	9,6
$\geq 2 600$ tot 10^5	3,5	10	1 000	0,009 6	9,6
$\geq 10^5$ tot 10^6	11	10	1 000	0,095	95

IEC TR 60825-14 bevat verdere aanwijzingen over de beoordeling van GVB's. In het document wordt in plaats van GVB de term „maximaal toelaatbare blootstelling” (in het Engels: maximum permissible exposure — MPE) gebruikt.

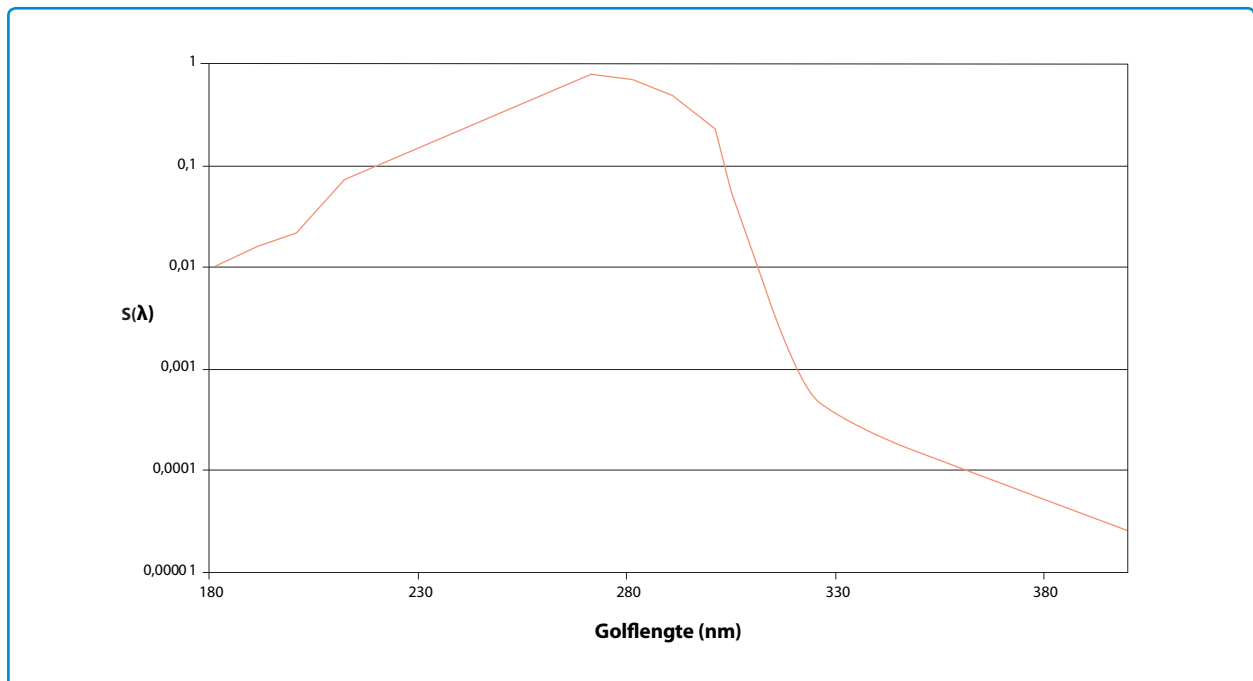
5.2. Incoherente optische straling

Het gebruik van de GVB's voor incoherente optische straling is doorgaans ingewikkelder dan voor laserstraling omdat werknemers aan verschillende golflengten in plaats van slechts aan één golflengte kunnen worden

blootgesteld. Toch kan het ergst mogelijke geval vereenvoudigd worden om te kunnen bepalen of een grondiger risicobeoordeling al dan niet geboden is.

De tabellen 1.2 en 1.3 van bijlage I bij de richtlijn bevatten drie dimensieloze wegingsfactoren. De spectrale weging $S(\lambda)$ van de spectrale bestralingssterkte of de spectrale bestralingsdosis wordt gebruikt tussen 180 en 400 nm en houdt rekening met het verband tussen de golflengte en de schadelijke gevolgen voor de ogen en de huid. Wanneer deze weging wordt toegepast, worden de bekomen resultaten gewoonlijk *effectieve* bestralingssterkte of *effectieve* bestralingsdosis genoemd.

Figuur 5.1 — Spectrale weging $S(\lambda)$



$S(\lambda)$ is maximaal bij 270 nm (1,0). In een vereenvoudigde benadering kan ervan worden uitgegaan dat alle straling binnen het golflengtegebied van 180 tot 400 nm een golflengte van 270 nm heeft (aangezien $S(\lambda)$ maximaal 1 kan bedragen, komt het er eigenlijk op neer dat we met de spectrale weging geen rekening houden). Aangezien de GVB's uitgedrukt worden in bestralingsdosis ($J\ m^{-2}$) en indien de bestralingssterkte van de bron bekend is, kan de onderstaande tabel gebruikt worden

om na te gaan hoelang een werknemer kan worden blootgesteld zonder dat de GVB ($30\ J\ m^{-2}$) overschreden wordt.

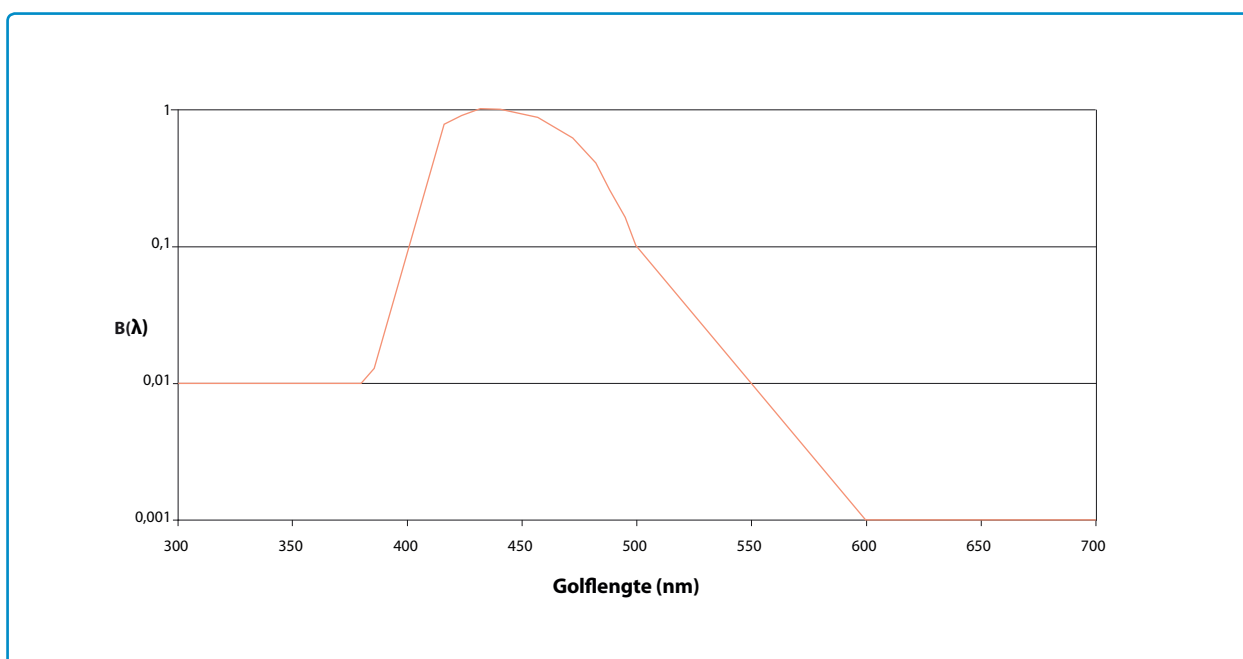
Indien deze blootstellingsduur niet overschreden wordt wanneer ervan wordt uitgegaan dat alle straling een golflengte van 270 nm heeft, is geen verdere risicobeoordeling vereist. Indien de GVB overschreden wordt, is wel een grondige spectrale analyse geboden.

Duur van de blootstelling per dag van 8 uur	Bestralingssterkte (effectieve) — $W m^{-2}$
8 uur	0,001
4 uur	0,002
2 uur	0,004
1 uur	0,008
30 minuten	0,017
15 minuten	0,033
10 minuten	0,05
5 minuten	0,1
1 minuut	0,5
30 seconden	1,0
10 seconden	3,0
1 seconde	30
0,5 seconde	60
0,1 seconde	300

De spectrale weging $B(\lambda)$ wordt toegepast tussen 300 en 700 nm, om rekening te houden met het verband tussen de

golflengte en het risico op fotochemisch letsel aan het oog. Het verband met de golflengte wordt hierna weergegeven.

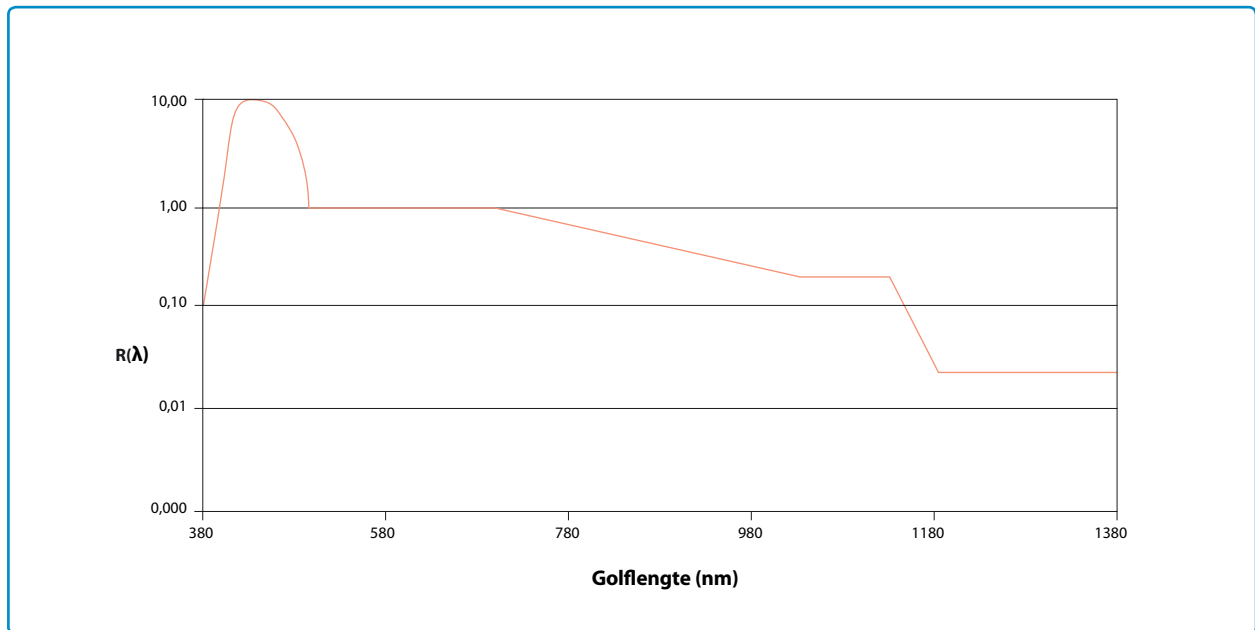
Figuur 5.2 — Spectrale weging $B(\lambda)$



De weging is maximaal tussen 435 en 440 nm (1,0). Indien de GVB niet wordt overschreden wanneer ervan wordt uitgegaan dat alle straling binnen het golflengtegebied van 300 tot 700 nm een golflengte van ongeveer 440 nm heeft (aangezien $B(\lambda)$ maximaal 1 kan bedragen, komt het er eigenlijk op neer dat we met de spectrale weging geen

rekening houden), zal zij ook niet overschreden worden wanneer een grondiger risicobeoordeling wordt uitgevoerd.

De spectrale weging $R(\lambda)$ wordt tussen 380 en 1 400 nm toegepast en in de onderstaande tabel tegen de golflengte afgezet.

Figuur 5.3 — Spectrale weging $R(\lambda)$ 

$R(\lambda)$ is maximaal tussen 435 en 440 nm. Indien de GVB niet wordt overschreden wanneer ervan wordt uitgegaan dat alle straling binnen het golflengtegebied van 380 tot 1 400 nm een golflengte van ongeveer 440 nm heeft (aangezien $R(\lambda)$ maximaal 10 kan bedragen, komt het eigenlijk neer op een vermenigvuldiging van de ongewogen waarden met 10), zal zij ook niet overschreden worden wanneer een grondiger risicobeoordeling wordt uitgevoerd.

In tabel 1.1 van bijlage I bij de richtlijn zijn GVB's opgenomen voor verschillende golflengten. In bepaalde golflengtegebieden geldt meer dan één GVB. Geen van de toepasselijke GVB's zou mogen worden overschreden.

5.3. Referenties

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 Broad-Band 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.

6. Risicobeoordeling in het kader van de richtlijn

De beoordeling van risico's is een van de algemene eisen van Richtlijn 89/391/EEG. De hier voorgestelde aanpak is gebaseerd op de stapsgewijze benadering van risicobeoordeling die door het Europees Agentschap voor veiligheid en gezondheid op het werk wordt gehanteerd.

Een stapsgewijze benadering van risicobeoordeling

Stap 1. Gevaren onderkennen en nagaan wie risico loopt

Stap 2. Risico's evalueren en de prioriteit ervan vaststellen

Stap 3. Voorzorgsmaatregelen bepalen

Stap 4. Maatregelen uitvoeren

Stap 5. Controleren en onderzoeken

Een volledige risicobeoordeling houdt rekening met alle gevaren die bij een bepaalde beroepsactiviteit horen. Ten behoeve van de richtlijn wordt hier enkel ingegaan op de gevaren van optische straling. Voor bepaalde toepassingen kan uit relevante informatie van de fabrikant van het product worden afgeleid of het risico al dan niet op gepaste wijze wordt beheerd. Het risicobeoordelingsproces hoeft dan ook niet noodzakelijk veel geld te kosten. De risicobeoordeling hoeft voor bronnen met een verwaarloosbaar risico niet op schrift te worden gesteld, tenzij de nationale wetgeving dat vereist. Werkgevers kunnen desgewenst echter documenten bijhouden die aantonen dat een risicobeoordeling is uitgevoerd.

6.1. Stap 1. Gevaren onderkennen en nagaan wie risico loopt

Alle bronnen van optische straling zouden moeten worden geïdentificeerd. Een aantal bronnen zal in apparatuur verwerkt zitten, zodat werknemers bij normaal gebruik niet kunnen worden blootgesteld. Er moet evenwel nagegaan worden hoe werknemers in de verschillende fasen van de levenscyclus van de bronnen kunnen worden blootgesteld. Werknemers die bronnen van optische straling produceren, kunnen meer gevaar lopen dan de gebruikers ervan. De levenscyclus van een bron van optische straling kent gewoonlijk het volgende verloop:

Levenscyclus van een product

1. Vervaardiging
2. Beproeving
3. Installatie
4. Planning en ontwerp
5. Inbedrijfstelling
6. Normaal gebruik
7. Storingen
8. Routineonderhoud
9. Nazicht
10. Aanpassing
11. Verwijdering

Personen worden gewoonlijk aan optische straling blootgesteld wanneer het product in werking is. De eerste drie fasen kunnen zich in de bedrijfsgebouwen van een andere werkgever afspelen. De resterende stappen voltrekken zich gewoonlijk op de normale werkplek. Het dient ook te worden opgemerkt dat bepaalde fasen van de levenscyclus periodiek van aard zijn. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk dat een bepaald arbeidsmiddel wekelijks een onderhoudsbeurt moet krijgen, maar slechts om de zes maanden moet worden nagezien. Na elk nazicht kan een korte fase van inbedrijfstelling vereist zijn. De rest van de tijd bevindt het arbeidsmiddel zich in de fase van het „normale gebruik“.

Werkgevers zouden moeten nagaan welke groepen interne of externe werknemers in elke fase van de levenscyclus waarschijnlijk aan optische straling zullen worden blootgesteld.

Stap 1

Stel een overzicht op van alle mogelijke bronnen van kunstmatige optische straling en ga na wie er wellicht aan wordt blootgesteld.

6.2. Stap 2. Risico's evalueren en de prioriteit ervan vaststellen

Overeenkomstig de richtlijn dient de blootstelling van werknemers aan optische straling lager te zijn dan de grenswaarden voor blootstelling die in de bijlagen I en II bij de richtlijn zijn vastgesteld. Vele bronnen van optische straling op de werkplek leveren nagenoeg geen risico op. In aanhangsel D van deze gids wordt ingegaan op een aantal specifieke toepassingen. Bij de beoordeling of een bron al dan niet een verwaarloosbaar risico inhoudt, moet ook rekening worden gehouden met het aantal bronnen waaraan de werknemer waarschijnlijk wordt blootgesteld. Indien het één enkele bron betreft, kan deze als ongevaarlijk worden beschouwd indien de blootstelling op de werkplek van de werknemer minder dan 20 % van de GVB voor een volledige werkdag bedraagt. Wanneer er sprake is van 10 bronnen, worden deze als ongevaarlijk beschouwd indien de blootstelling aan elke bron minder dan 2 % van de GVB bedraagt.

Het dient beklemtoond te worden dat „risico's” op grond van de richtlijn moeten worden geëlimineerd of tot een minimum beperkt. Dat betekent niet noodzakelijk dat de hoeveelheid optische straling tot een minimum moet worden beperkt. Het uitschakelen van alle verlichting zal ongetwijfeld de veiligheid in het gedrang brengen en het risico op verwondingen vergroten.

Het risico kan volgens het onderstaande stappenplan worden beoordeeld.

1. Bepaal welke bronnen een „verwaarloosbaar risico” inhouden. Deze beoordeling kan eventueel schriftelijk worden vastgelegd.



2. Bepaal welke blootstellingssituaties grondiger moeten worden geanalyseerd.



3. Vergelijk de blootstelling met de grenswaarde voor blootstelling.



4. Houd rekening met blootstelling aan meerdere bronnen.



5. Neem maatregelen indien de grenswaarde voor blootstelling waarschijnlijk wordt overschreden (zie de stappen 3 en 4).



6. Leg de voornaamste conclusies schriftelijk vast.

Het is niet altijd gemakkelijk om het risico op blootstelling, m.a.w. hoe groot de kans op blootstelling is, te bepalen. Er kan bijvoorbeeld een goed gecollimeerde laserstraal op de werkplek aanwezig zijn, terwijl het risico op blootstelling eraan klein is. Indien een persoon er toch aan wordt blootgesteld, kunnen de gevolgen evenwel ernstig zijn. Anderzijds kan het risico op blootstelling aan optische straling van vele incoherente kunstmatige bronnen groot zijn, terwijl de gevolgen beperkt kunnen blijven.

Voor de meeste werkplekken heeft het geen zin alle risico's op blootstelling nauwkeurig te becijferen en volstaat het de kans daarop (groot, gemiddeld of klein) met „gezond verstand” in te schatten.



De richtlijn bevat geen omschrijving van de term „waarschijnlijk”, zoals in „waarschijnlijk zullen worden blootgesteld”. Daarom volstaat het gezond verstand, tenzij de nationale wetgeving andere eisen stelt.

Stap 2

Stel eventueel een schriftelijk overzicht van de bronnen met een verwaarloosbaar risico op.

Stel een aparte lijst samen met de bronnen die de grenswaarden voor blootstelling zouden kunnen overschrijden.

Schat het risico in.

Houd rekening met werknemers die bijzonder lichtgevoelig zijn.

Stel de prioriteit van de preventieve maatregelen vast voor de bronnen die werknemers waarschijnlijk aan meer straling zullen blootstellen dan de grenswaarde voor blootstelling toelaat.

Hoewel de grenswaarden voor blootstelling aan ultraviolette straling gebruikt kunnen worden om de maximumbestralingssterkte te bepalen waaraan een werknemer op één werkdag mag worden blootgesteld, is een herhaalde blootstelling op alle werkdagen niet aanbevolen. Er zou dan ook overwogen moeten worden de blootstelling aan ultraviolette straling zo laag te houden als praktisch mogelijk is, veeleer dan werknemers te laten werken bij stralingsniveaus die in de buurt van de grenswaarde voor blootstelling liggen.

6.3. Stap 3. Voorzorgsmaatregelen bepalen

In hoofdstuk 9 van deze gids worden aanwijzingen gegeven over welke preventieve maatregelen genomen kunnen worden om het risico op blootstelling aan kunstmatige optische straling tot een minimum te beperken. Collectieve bescherming geniet doorgaans de voorkeur boven persoonlijke bescherming.

Stap 3

Bepaal welke preventieve maatregelen moeten worden genomen.

Leg de redenen voor de beslissing schriftelijk vast.

6.4. Stap 4. Maatregelen uitvoeren

De preventieve maatregelen moeten ook daadwerkelijk worden uitgevoerd. Of het werk voorzichtig mag worden voortgezet zolang de preventieve maatregelen niet zijn

uitgevoerd dan wel of het werk moet worden stopgezet totdat ze zijn uitgevoerd, hangt af van de beoordeling van het risico op blootstelling aan kunstmatige optische straling.

Stap 4

Beslis of het werk al dan niet kan doorgaan.

Voer de preventieve maatregelen uit.

Breng de werknemers op de hoogte van de reden voor de preventieve maatregelen.

6.5. Stap 5. Controleren en onderzoeken

Het is belangrijk na te gaan of de risicobeoordeling correct is gebeurd en of de preventieve maatregelen passend zijn. De risico's moeten opnieuw worden beoordeeld indien bronnen van kunstmatige optische straling veranderen of de werkmethoden worden aangepast.

Werknemers weten niet altijd van zichzelf dat ze lichtgevoelig zijn en ze kunnen het ook worden nadat de risicobeoordeling al is voltooid. Alle informatie die hierover door de werknemers wordt verstrekt, zouden moeten worden bijgehouden en indien nodig zou ook werk moeten worden gemaakt van gezondheidstoezicht (zie hoofdstuk 11 van deze gids). In bepaalde gevallen moet(en) de bron(nen) van kunstmatige optische straling of de werkmethoden worden aangepast.

Stap 5

Bepaal een passende regelmaat voor de routinecontrole (bv. om de 12 maanden).

Zorg ervoor dat een controle wordt uitgevoerd wanneer de situatie verandert, bijvoorbeeld wanneer nieuwe bronnen in gebruik worden genomen, de werkmethoden veranderen of zich incidenten voordoen.

Leg de controles en de conclusies ervan schriftelijk vast.

6.6. Referenties

Europees Agentschap voor veiligheid en gezondheid op het werk: http://osha.europa.eu/nl/topics/riskassessment/index_html.

7. Meting van optische straling

7.1. Voorschriften van de richtlijn

In het kader van de risicobeoordeling kan de optische straling worden gemeten. De voorschriften voor risicobeoordelingen zijn vastgesteld in artikel 4 van de richtlijn, dat luidt als volgt:

„[...] beoordeelt en, indien nodig, meet en/of berekent de werkgever, voor aan kunstmatige bronnen van optische straling blootgestelde werknemers, de niveaus van de optische straling waaraan de werknemers waarschijnlijk zullen worden blootgesteld [...]”.

Deze bepaling biedt werkgevers de mogelijkheid om het blootstellingsniveau van werknemers op een andere manier dan door meting te bepalen, namelijk door berekening (op basis van gegevens die door een derde zijn verstrekt, bijvoorbeeld de fabrikant).

Indien gegevens kunnen worden bekomen die geschikt zijn voor de risicobeoordeling, hoeven de niveaus niet te worden gemeten. Deze aanpak geniet de voorkeur, aangezien het meten van optische straling op de werkplek geen gemakkelijke opdracht is. De meetapparatuur is wellicht vrij duur en kan alleen door een daarvoor opgeleide persoon goed worden gebruikt. Een onervaren gebruiker kan gemakkelijk fouten maken, wat zou leiden tot bijzonder onnauwkeurige resultaten. Bovendien moeten voor de afzonderlijke taken op de werkplek die aan een risicobeoordeling worden onderworpen vaak gegevens worden verzameld over de tijd die eraan besteed wordt en de bewegingen die ermee gepaard gaan.

7.2. Verdere hulp inroepen

Tenzij de werkgever bereid is zich meetapparatuur voor optische straling aan te schaffen en over de nodige kennis beschikt om deze te kunnen gebruiken, is externe hulp geboden. De nodige meetapparatuur (en de kennis die vereist is om deze te kunnen gebruiken) kan worden gevonden bij:

- nationale instanties voor gezondheid en veiligheid;
- onderzoeksinstituten (zoals universiteiten met een afdeling optica);
- fabrikanten van optische meetapparatuur (en mogelijk ook hun distributeurs);
- in gezondheid en veiligheid gespecialiseerde particuliere adviesbureaus.

Wanneer een werkgever zich tot een van deze potentiële dienstverleners wendt, zou hij erop moeten toezien dat zij beschikken over:

- kennis over de grenswaarden voor blootstelling en de toepassing daarvan;
- meetapparatuur die alle gewenste golflengtegebieden kan meten;
- ervaring met het gebruik van de apparatuur;
- een ijkingsmethode die is gebaseerd op een geldende nationale norm;
- het vermogen om elke onzekerheid met betrekking tot uitgevoerde metingen in te schatten.

Tenzij aan al deze criteria is voldaan, kan het resultaat van de risicobeoordeling fouten bevatten omdat:

- de correcte grenswaarden niet of niet correct werden toegepast;
- geen gegevens werden verzameld die konden worden vergeleken met alle toepasselijke grenswaarden;
- de cijfergegevens zware fouten bevatten;
- gegevens werden gebruikt die niet konden worden vergeleken met de toepasselijke grenswaarden, zodat geen eenduidige conclusies konden worden getrokken.

8. Gebruik van door de fabrikanten verstrekte informatie

Gezien het ruime aanbod aan bronnen van optische straling lopen ook de uit het gebruik ervan voortvloeiende risico's sterk uiteen. De informatie die fabrikanten van bronnen van optische straling verstrekken, helpt gebruikers het gevaar in te schatten en te bepalen welke preventieve maatregelen nodig zijn. Met name de veiligheidsclassificatie van laser- en niet-laserbronnen en de in acht te nemen afstanden zijn voor de risicobeoordeling nuttig.

8.1. Veiligheidsclassificatie

De classificatie van lasers en andere bronnen van optische straling geeft het potentiële risico op schadelijke gezondheidseffecten aan. Afhankelijk van de gebruiksomstandigheden, de duur van de blootstelling en de omgeving kunnen deze risico's de gezondheid al dan niet schaden. Op basis van de classificatie kunnen gebruikers bepalen welke preventieve maatregelen deze risico's tot een minimum kunnen beperken.

8.1.1. Veiligheidsclassificatie van lasers

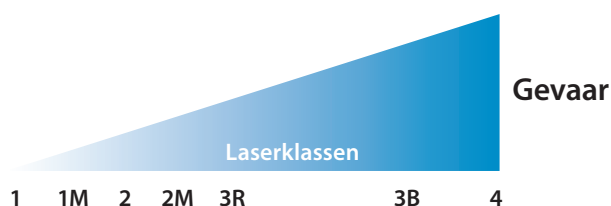
De classificatie van lasers is gebaseerd op grenswaarden voor toegankelijke straling (in het Engels: *accessible emission limit — AEL*), die voor elke laserklasse zijn vastgesteld. Deze AEL's houden niet alleen rekening met de output van het laserproduct, maar ook met de toegankelijkheid van de opgewekte laserstraal voor mensen. Lasers worden onderverdeeld in 7 klassen: hoe hoger de klasse, hoe groter het potentiële gevaar voor schade. Het risico kan aanmerkelijk worden verminderd met preventieve maatregelen, met inbegrip van bijkomende technische beschermingsmaatregelen die de lasers afschermen.

Nuttig om weten

De M in klasse 1M en klasse 2M staat voor „Magnifying optical viewing instruments” (optische instrumenten met een vergroterend effect).

De R in klasse 3R komt van „Reduced/Relaxed requirements” (minder strenge of lossere eisen): minder strenge eisen, zowel voor de fabrikant (bv. geen sleutelschakelaar, systeem voor het stoppen of verzwakken van de straal of blokkeerinrichting vereist), als voor de gebruiker.

De B voor klasse B heeft historische gronden.



8.1.1.1. Klasse 1

Laserproducten die bij het gebruik ervan als veilig worden beschouwd, ook wanneer rechtstreeks in de straal wordt gekeken, zelfs met optische instrumenten (oogloepen of verrekijkers). Gebruikers van laserproducten van klasse 1 zijn bij normaal gebruik over het algemeen vrijgesteld van beschermingsmaatregelen tegen de optische straling. Bij onderhoudswerken of nazicht kan een hoger stralingsniveau toegankelijk worden.

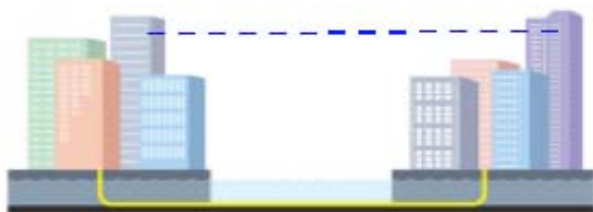


Deze klasse omvat producten die zijn uitgerust met krachtige lasers die zich in een behuizing bevinden die verhindert dat mensen aan de straling worden blootgesteld en die niet kan worden geopend zolang de laser in werking is of zonder het gebruik van werktuigen:

- laserprinters;
- cd- en dvdspelers en -branders;
- lasers voor materiaalverwerking.

8.1.1.2. Klasse 1M

Veilig voor het blote oog onder gebruiksomstandigheden die redelijkerwijze kunnen worden voorzien, maar potentieel gevaarlijk indien de gebruiker met optische instrumenten (bv. loepen of telescopen) in de straal kijkt.



Voorbeeld: losgekoppelde communicatiesystemen met optische vezels.



Personen die rechtstreeks in de straal van laserproducten van klasse 1 en 1M (zichtbare straling) kijken, kunnen wel verblind worden, vooral bij lage omgevingsverlichting.

8.1.1.3. Klasse 2

Laserproducten die zichtbare straling uitzenden en veilig zijn voor kortstondige blootstelling, zelfs met optische instrumenten, maar die gevaarlijk kunnen zijn wanneer bewust gedurende langere tijd in de straal wordt gekeken. Laserproducten van klasse 2 zijn niet geheel ongevaarlijk voor de ogen, maar de natuurlijke afweerreflexen, zoals het wegdraaien van het hoofd en de knipperreflex, bieden voldoende bescherming.



Voorbeelden: streepjescodelezers.

8.1.1.4. Klasse 2M

Laserproducten die zichtbare laserstralen uitzenden en slechts veilig zijn in geval van kortstondige blootstelling van het blote oog. Oogletsel mogelijk bij blootstelling door een loep of telescoop. De ogen worden normaal gezien beschermd door afweerreflexen, zoals knipperen met de oogleden.

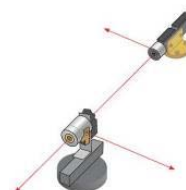


Voorbeelden: meet- en uitlijningsinstrumenten voor de weg- en waterbouw.

8.1.1.5. Klasse 3R

Rechtstreeks in de straal kijken kan gevaarlijk zijn, maar in de praktijk is het risico op letsel relatief klein bij kortstondige, onopzettelijke blootstelling. Lasers van deze klasse kunnen gevaarlijk zijn bij verkeerd gebruik door niet-opgeleide personen. Het risico is beperkt door de natuurlijke afweerreflex bij blootstelling aan fel licht in geval van zichtbare straling en door de reactie op de opwarming van het hoornvlies in geval van sterke infrarode straling.

Lasers van klasse 3R mogen enkel worden gebruikt indien het weinig waarschijnlijk is dat personen in de straal kunnen kijken.



Voorbeelden: bewakingsapparatuur, krachtige laserpennen en uitlijnlasers.

De afweerreflex is niet universeel

Stralen van laserproducten van klasse 2 en 2M alsook van klasse 3R (zichtbare straling) kunnen verblinden en tijdelijke blindheid of nabeelden veroorzaken, vooral bij laag omgevingslicht. De tijdelijke verstoring van het gezichtsvermogen of de schrikreactie kan onrechtstreeks algemene gevolgen voor de veiligheid hebben. De verstoring van het gezichtsvermogen kan met name problematisch zijn op het moment dat gevaarlijke taken worden uitgevoerd, zoals het bedienen van machines, het werken op grote hoogte, het gebruik van hoogspanningsapparatuur of het besturen van voertuigen.

8.1.1.6. Klasse 3B

Gevaarlijk voor de ogen indien personen binnen de nominale risicoafstand voor de ogen (in het Engels: *nominal ocular hazard distance, NOHD* — zie 8.2.1) direct in de straal kijken.



Diffuse reflectie is normaal gezien veilig, op voorwaarde dat het oog zich op ten minste 13 cm van het reflecterende oppervlak bevindt en minder dan 10 s lang wordt blootgesteld. Lasers van klasse 3B die dicht bij de bovengrens van de klasse komen, kunnen licht huidletsel veroorzaken of ontvlambaar materiaal zelfs vuur doen vatten.

Voorbeelden: lasers voor fysiotherapeutische behandelingen en onderzoeksapparatuur voor laboratoria.

8.1.1.7. Klasse 4

Laserproducten die gevaarlijk zijn wanneer een oog of de huid er binnen de gevarenszone aan wordt blootgesteld en waarvan diffuse reflectie gevaarlijk kan zijn. Deze lasers houden vaak ook brandgevaar in.



Laserproducten van klasse 3B en klasse 4 zouden niet gebruikt mogen worden zolang geen risicobeoordeling is uitgevoerd om na te gaan welke preventieve beschermingsmaatregelen nodig zijn om een veilig gebruik te garanderen.

Voorbeelden: laserprojectors, lasers voor heelkundig gebruik en lasers voor het snijden van metaal.

Tabel 8.1. Overzicht van de vereiste preventieve maatregelen voor de verschillende veiligheidsklassen van lasers

	Klasse 1	Klasse 1M	Klasse 2	Klasse 2M	Klasse 3R	Klasse 3B	Klasse 4
Beschrijving van de laserklasse	Veilig onder de omstandigheden die redelijkerwijze kunnen worden voorzien	Veilig voor het blote oog; kan gevaarlijk zijn bij gebruik van optische instrumenten	Veilig bij kortstondige blootstelling; de afweerreflex beschermt het oog	Veilig voor het blote oog in geval van kortstondige blootstelling; kan gevaarlijk zijn bij gebruik van optische instrumenten	Relatief klein risico op letsel; verkeerd gebruik door niet-opgeleide personen kan gevaarlijk zijn	Direct in de straal kijken is gevaarlijk	Gevaarlijk voor ogen en huid; brandgevaar
Gecontroleerde zone	Niet verplicht	Plaatselijk of afgeschermd	Niet verplicht	Plaatselijk of afgeschermd	Afgeschermd	Afgeschermd, met blokkeerinrichting	Afgeschermd, met blokkeerinrichting
Sleutelschakelaar	Niet verplicht	Niet verplicht	Niet verplicht	Niet verplicht	Niet verplicht	Verplicht	Verplicht
Opleiding	Volg instructies van de fabrikant voor een veilig gebruik	Aanbevolen	Volg instructies van de fabrikant voor een veilig gebruik	Aanbevolen	Verplicht	Verplicht	Verplicht
PBM	Niet verplicht	Niet verplicht	Niet verplicht	Niet verplicht	Kan vereist zijn, afhankelijk van de resultaten van de risicobeoordeling	Verplicht	Verplicht
Beschermingsmaatregelen	Niet nodig bij normaal gebruik	Het gebruik van optische instrumenten met een vergrotend, concentrerend of colli merend effect voorkomen	Niet in de straal staren	Niet in de straal staren. Het gebruik van optische instrumenten met een vergrotend, concentrerend of colli merend effect voorkomen	Directe blootstelling van de ogen voorkomen	Blootstelling van de ogen en de huid aan de straal voorkomen. Bescherming tegen onbedoelde reflectie	Blootstelling van de ogen en de huid aan directe en diffuse reflectie van de straal voorkomen

Beperkingen van de laserclassificatie

De veiligheidsclassificatie van lasers heeft betrekking op toegankelijke laserstraling. Deze classificatie houdt geen rekening met aanvullende gevaren, zoals elektriciteit, secundaire straling, uitwasemingen, lawaai enz.

De veiligheidsclassificatie van lasers is gebaseerd op een normaal gebruik van de producten en geldt mogelijk niet bij onderhoudswerken of nazicht of wanneer het originele apparaat deel uitmaakt van een complexe installatie.

De veiligheidsclassificatie van lasers heeft betrekking op één enkel product. Zij zegt niets over gecumuleerde blootstelling aan straling van meerdere bronnen.

8.1.2. Veiligheidsclassificatie van incoherente bronnen

De veiligheidsclassificatie van bronnen van incoherente straling (breedbandspectrum) is vastgesteld in de norm EN 62471: 2008 en is gebaseerd op de maximale toegankelijke straling die zij over hun volledige vermogensbereik op elk willekeurig moment na de vervaardiging kunnen opwekken. De classificatie houdt rekening met de hoeveelheid optische straling, het golflengtegebied en de toegankelijkheid van de optische straling voor mensen. De bronnen uit het breedbandspectrum zijn onderverdeeld in 4 risicocategorieën: hoe hoger de categorie, hoe groter de kans op schade.

De classificatie geeft het potentiële risico op schadelijke gevolgen voor de gezondheid aan. Afhankelijk van de gebruiksomstandigheden, de duur van de blootstelling en de omgeving kunnen deze risico's de gezondheid al dan niet schaden. Op basis van de classificatie kunnen gebruikers bepalen welke preventieve maatregelen deze risico's tot een minimum kunnen beperken.

De risicocategorieën zijn, in oplopende volgorde van de grootte van het risico:

- vrijgestelde groep — geen fotobiologisch gevaar onder omstandigheden die redelijkerwijze kunnen worden voorzien;

- risicogroep 1 — categorie met een laag risico. Het risico wordt beperkt door normale beschermingsreflexen in geval van blootstelling;
- risicogroep 2 — categorie met een matig risico. Het risico wordt beperkt door de afweerreflex op zeer felle lichtbronnen. Dergelijke reacties doen zich evenwel niet altijd voor;
- risicogroep 3 — categorie met een zeer groot risico. Zelfs kortstondige blootstelling kan gevaarlijk zijn.



Binnen elke risicogroep werden voor elk gevaar verschillende tijdsriteria vastgesteld. Deze criteria werden zodanig gekozen dat de toepasselijke GVB's binnen het gekozen tijdsbestek niet overschreden worden.

8.1.2.1. Vrijgestelde groep

De risico's van directe optische straling kunnen redelijkerwijs niet worden voorzien, ook niet in geval van ononderbroken, onbeperkt gebruik. Deze bronnen houden geen van de volgende fotobiologisch gevaren in:

- gevaar van actinische ultraviolette straling (<8 uur);
- gevaar van nabije ultravioletstraling (< 1 000s);
- gevaar van blauwlicht voor het netvlies (< 10 000 s);
- thermisch gevaar voor het netvlies (< 10 s);
- gevaar van infrarode straling voor de ogen (< 1 000 s);
- gevaar van infrarode straling zonder sterke visuele stimulus (< 1 000 s).



Voorbeelden: huis- en kantoorverlichting, computer-schermen, schermen van apparatuur en signaallampjes.

8.1.2.2. Risicogroep 1 — Klein risico

Deze producten zijn veilig voor de meeste toepassingen, ook wanneer de ogen rechtstreeks worden blootgesteld, behalve in geval van zeer langdurige blootstelling. Deze bronnen houden geen van de onderstaande gevaren in als gevolg van de natuurlijke reacties op blootstelling:



- gevaar van actinische ultraviolette straling (< 10 000 s);
- gevaar van nabije ultravioletstraling (< 300 s);
- gevaar van blauwlicht voor het netvlies (< 100 s);
- gevaar van infrarode straling voor de ogen (< 100 s);
- gevaar van infrarode straling zonder sterke visuele stimulus (< 100 s).

8.1.2.3. Risicogroep 2 — Matig risico

De bronnen die geen van de onderstaande gevaren inhouden dankzij de natuurlijke afweerreflex op zeer felle lichtbronnen, door thermisch ongemak of omdat langdurige blootstelling nooit voorkomt:

- gevaar van actinische ultraviolette straling (< 1 000 s);
- gevaar van nabije ultravioletstraling (< 100 s);
- gevaar van blauwlicht voor het netvlies (< 0,25 s) (afweerreflex);
- thermisch gevaar voor het netvlies (< 0,25 s) (afweerreflex);
- gevaar van infrarode straling voor de ogen (< 10 s);
- gevaar van infrarode straling zonder sterke visuele stimulus (< 10 s).

8.1.2.4. Risicogroep 3 — Groot risico

Alle bronnen die zelfs in geval van kortstondige blootstelling binnen de gevarenszone risico inhouden. Preventieve veiligheidsmaatregelen zijn essentieel.



Bronnen kunnen naar een lagere risicogroep overgaan en het risico van de optische straling kan worden verminderd door het filteren van sterke ongewenste straling (bv. UV), het afschermen van de bron om toegang tot de optische straling te verhinderen en het gebruik van straalverbredende optische instrumenten.

Beperkingen van de classificatie van breedbandbronnen

De veiligheidsclassificatie heeft betrekking op toegankelijke optische straling. Deze classificatie houdt geen rekening met aanvullende gevaren, zoals elektriciteit, secundaire straling, uitwasemingen, lawaai enz.

De veiligheidsclassificatie is gebaseerd op een normaal gebruik van de producten en geldt mogelijk niet bij onderhoudswerken of nazicht of wanneer het originele apparaat deel uitmaakt van een complexe installatie.

De veiligheidsclassificatie heeft betrekking op één enkel product. Het zegt niets over gecumuleerde blootstelling aan straling van meerdere bronnen.

Producten worden geclassificeerd op basis van de afstand waarop zij een bestralingssterkte van 500 lx produceren voor algemene verlichtingssystemen en op 200 mm van de bron voor andere toepassingen. Het is mogelijk dat de classificatie niet alle gebruiksomstandigheden bestrijkt.

8.1.3. Veiligheidsclassificatie van machines

Machines die optische straling produceren, kunnen op basis van de norm EN 12198 geclassificeerd worden. Deze norm is van toepassing op alle soorten straling, zowel opzettelijke als onopzettelijke, behalve die van bronnen die uitsluitend voor verlichtingsdoeleinden gebruikt worden.

Machines worden naargelang de toegankelijke straling in een van de drie categorieën ondergebracht. De drie categorieën zijn in oplopende volgorde van de grootte van het risico in tabel 8.2 opgenomen.

Tabel 8.2. Veiligheidsclassificatie van machines overeenkomstig EN 12198

Categorie	Beperkingen en beschermende maatregelen	Voorlichting en opleiding
0	Geen beperkingen.	Geen informatie nodig.
1	Beperkingen: beperking van toegang, beschermende maatregelen kunnen nodig zijn.	Fabrikant dient informatie over gevaren, risico's en neveneffecten te verstrekken.
2	Bijzondere beperkingen en beschermende maatregelen zijn essentieel.	Fabrikant dient informatie over gevaren, risico's en neveneffecten te verstrekken. Opleiding kan noodzakelijk zijn.

Machines worden in een van deze categorieën ondergebracht op basis van de effectieve stralingsgrootheden

die in de onderstaande tabel 8.3 zijn opgenomen en die gemeten zijn op een afstand van 10 cm.

Tabel 8.3. Grenswaarden voor straling ten behoeve van de classificatie van machines op basis van EN 12198

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

8.2. Informatie over risicoafstanden en risicowaarden

Voor bepaalde toepassingen kan het nuttig zijn, te weten over welke afstand optische straling gevaarlijk kan zijn.

De afstand waarop het blootstellingsniveau gelijk is aan de toepasselijke grenswaarde voor blootstelling, wordt de risicoafstand genoemd: op een grotere afstand van de bron is er geen risico op schade meer. Deze informatie kan, indien de fabrikanten deze verstrekken, nuttig zijn voor de risicobeoordeling en kan helpen bijdragen tot een veilige werkomgeving.

8.2.1. Lasers — Nominale risicoafstand voor de ogen

Aangezien laserstralen divergeren, is de bestralingssterkte op een bepaalde afstand gelijk aan de GVB voor de ogen. Deze afstand wordt de nominale risicoafstand voor de ogen (in het Engels: *Nominal Ocular Hazard Distance* — *NOHD*) genoemd. Vanaf deze afstand wordt de GVB niet overschreden en wordt de laserstraal als veilig beschouwd.

Fabrikanten verstrekken vaak informatie over de NOHD in hun productspecificaties. Indien deze informatie niet beschikbaar is, kan de NOHD berekend worden aan de hand van de volgende parameters van de laserstraling, waarvan de waarden door de fabrikant zijn aangegeven:

- stralingsstroom (W);
- initiële straaldiameter (m);
- divergentie (radiaal);
- grenswaarde voor blootstelling (GVB) (W m^{-2}).

Hoewel de situatie ingewikkeld kan zijn wanneer de afstand groot is of de straal niet cirkelvormig is, kan de NOHD met de bovenstaande formule toch goed worden ingeschat.

$$NOHD = \frac{\sqrt{\frac{4 \times \text{stralingsstroom}}{\pi \times ELV}} - \text{initiële diameter}}{\text{divergentie}}$$

8.2.2. Breedbandbronnen — Risicoafstand en risicowaarde

De afstand waarop het blootstellingsniveau gelijk is aan de toepasselijke grenswaarde voor blootstelling, wordt de risicoafstand genoemd: op een grotere afstand van de bron is er geen risico op schade meer. De risicoafstand dient in aanmerking te worden genomen bij het afbakenen van de zone waarbinnen blootstelling aan optische straling en de activiteiten van het personeel aan preventieve en toezichtmaatregelen zijn onderworpen om de werknemers tegen optische straling te beschermen. Risicoafstanden kunnen zowel voor blootstelling van de ogen als voor blootstelling van de huid worden vastgesteld.

De gevaren van optische straling kunnen ook worden uitgedrukt met een risicowaarde (in het Engels: *Hazard Value* — *HV*), die gelijk is aan de verhouding tussen het blootstellingsniveau op een bepaalde afstand en de grenswaarde voor blootstelling op die afstand:

$$HV (\text{afstand, blootstelduur}) = \frac{\text{Blootstellingsniveau (afstand, blootstelduur)}}{\text{Grenswaarde voor blootstelling}}$$

De risicowaarde heeft een grote praktische betekenis. Indien de waarde groter is dan 1, geeft zij een idee van de geschikte preventieve maatregelen die moeten worden genomen: het beperken van de duur van de blootstelling dan wel van de toegankelijkheid van een bron (verzwakking, afstand), naar gelang van het geval. Indien de risicowaarde minder dan één bedraagt, is de GVB voor de betrokken blootstellingsduur op die plaats niet overschreden.

Fabrikanten verstrekken vaak informatie over de risicoafstand en risicowaarden in hun productspecificaties. Deze informatie helpt de gebruiker bij de risicobeoordeling en het kiezen van passende preventieve maatregelen.

8.3. Verdere nuttige informatie

EN 60825-1: 2007. Veiligheid van laserproducten. Deel 1: Apparatuurclassificatie en eisen.

IEC TR 60825-14: 2004. Veiligheid van laserproducten. Deel 14: Een gebruikersgids.

EN 62471: 2008. Fotobiologische veiligheid van lampen en lampsystemen.

EN 12198 — 1: 2000. Veiligheid van machines — Beoordeling en vermindering van het gevaar veroorzaakt door straling uitgezonden door machines. Deel 1: Algemene beginselen.

EN 12198 — 2: 2002. Veiligheid van machines — Beoordeling en vermindering van het gevaar veroorzaakt door straling uitgezonden door machines. Deel 2: Meetprocedure voor de stralingsemissie.

EN 12198 — 3: 2000. Veiligheid van machines — Beoordeling en vermindering van het gevaar veroorzaakt door straling uitgezonden door machines. Deel 3: Vermindering van straling door verzwakking of afscherming.

9. Preventieve maatregelen

De rangorde van de preventieve maatregelen is gebaseerd op het beginsel dat geïdentificeerde gevaren met technische maatregelen moeten worden aangepakt. Pas wanneer dat niet mogelijk is, zijn alternatieve beschermingsmaatregelen aangewezen. Slechts in zeer uitzonderlijke omstandigheden dient een beroep te worden gedaan op persoonlijke beschermingsmiddelen en organisatorische procedures.

Welke maatregelen geschikt zijn voor een specifieke situatie hangt af van de uitkomst van de risicobeoordeling. Alle beschikbare informatie over de bronnen van optische straling en de mogelijke persoonlijke blootstelling zou moeten worden verzameld. Over het algemeen kan de blootstelling aan optische straling op een persoonlijke werkplek beoordeeld worden door meetgegevens of de volgens de productspecificaties uitgezonden straling te vergelijken met de toepasselijke grenswaarde(n) voor blootstelling. Het is de bedoeling tot een ondubbelzinnig resultaat te komen waaruit duidelijk blijkt of de toepasselijke grenswaarde(n) waarschijnlijk zullen worden overschreden of niet.

Indien wordt aangetoond dat de blootstelling aan optische straling verwaarloosbaar is en dat de grenswaarden voor blootstelling niet overschreden zullen worden, zijn geen verdere maatregelen nodig.

Indien de uitgezonden straling aanzienlijk is en/of indien er van intensieve blootstelling sprake is, is het mogelijk dat de grenswaarden worden overschreden en beschermingsmaatregelen in de ene of andere vorm nodig zijn. Na de tenuitvoerlegging van de beschermingsmaatregelen zou een nieuwe beoordeling moeten worden uitgevoerd.

Een nieuwe meting en beoordeling kunnen noodzakelijk zijn indien:

- de stralingsbron veranderd is (bv. indien een nieuwe bron is geïnstalleerd of indien de gebruiksomstandigheden van de bron veranderd zijn);
- de aard van het werk veranderd is;
- de duur van de blootstelling veranderd is;
- beschermingsmaatregelen zijn uitgevoerd, stopgezet of aangepast;
- een aanzienlijke periode verstreken is sinds de laatste meting en beoordeling, zodat de resultaten mogelijk niet meer geldig zijn;
- andere grenswaarden voor blootstelling moeten worden toegepast.

Preventieve maatregelen in de ontwerp- en installatiefase kunnen aanzienlijke voordelen bieden op het gebied van veiligheid en gebruik. Het nemen van dergelijke preventieve maatregelen in een latere fase kan duur uitvallen.

9.1. Rangorde van de preventieve maatregelen

Indien de grenswaarden voor blootstelling kunnen worden overschreden, zou het gevaar onder controle moeten worden gehouden met een combinatie van passende preventieve maatregelen. Zoals gebruikelijk is op het gebied van risicobeheersing zijn de volgende preventieve maatregelen prioritair:

Eliminatie van het gevaar
Vervanging door minder gevaarlijke procedés of apparaten
Technische maatregelen
Organisatorische maatregelen
Persoonlijke beschermingsmiddelen

9.2. Eliminatie van het gevaar

Is de bron van gevaarlijke optische straling echt noodzakelijk?

Moeten deze schijnwerpers echt AAN?

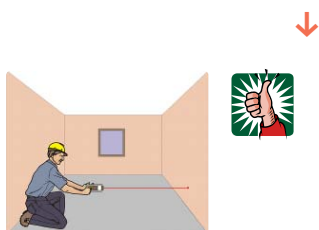


9.3. Vervanging door minder gevaarlijke procedés of apparaten

Is het gevaarlijke niveau van de optische straling essentieel?



Moet het licht echt zo fel zijn?



9.4. Technische maatregelen

Kan het ontwerp van de apparatuur worden aangepast of kan de gevaarlijke optische straling ter hoogte van de bron worden tegengehouden of verminderd?

Indien de meest prioritaire preventieve maatregelen (eliminatie of vervanging) niet mogelijk zijn, gaat de voorkeur uit naar technische middelen om de blootstelling te beperken. Organisatorische maatregelen kunnen in aanvulling op preventieve maatregelen met een hogere prioriteit worden genomen. Indien vermindering van de persoonlijke blootstelling onmogelijk of onuitvoerbaar is of indien de vermindering onvolledig is, vormen persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) een laatste oplossing.

Beschermende behuizingen Afschermingen Blokkeerinrichtingen Schakelaars met uitgestelde werking	Waarschuwingssignalen Geluidssignalen Afstandsbedieningen Uitlijningsinstrumenten	Straalverzwakende kleppen Kijkvensters en vensters met filter Eliminatie van reflectie
--	--	--

9.4.1. Toegangsbewaking

Hiervoor kunnen vaste afschermingen dan wel verplaatsbare afschermingen met een blokkeerinrichting worden gebruikt. Vaste afschermingen worden doorgaans gebruikt voor apparatuur waartoe werknemers maar zelden toegang moeten hebben en zijn permanent bevestigd.

Indien werknemers toegang tot de apparatuur moeten hebben, kunnen beweegbare afschermingen worden gebruikt die het apparaat meteen uitschakelen zodra ze verplaatst of geopend worden.

Belangrijk
Afschermingen zouden geschikt en stevig moeten zijn.
Zij zouden geen bijkomende risico's met zich mee mogen brengen en de hinder zou tot een minimum beperkt moeten blijven.
Indien het vaste afschermingen betreft, zouden zij niet gemakkelijk te omzeilen of uit te schakelen mogen zijn.
Vaste afschermingen zouden op gepaste afstand van de gevarezone geplaatst moeten worden.

Voorkomen van toegang tot laserstraling

9.4.2. Bescherming door gebruiksbepanking

Wanneer werknemers vaak door de fysieke afschermingen moeten gaan, kunnen zij de afschermingen als hinderlijk ervaren, vooral wanneer zij los- of laadwerk moeten verrichten of instellingen van het apparaat moeten wijzigen. In dat geval worden vaak sensoren gebruikt die de aan- of afwezigheid van een werknemer waarnemen en een passend signaal genereren. Deze sensoren kunnen worden gezien als een uitschakelinrichting: zij beperken de toegang niet, maar nemen de aanwezigheid van personen waar. De tijd die een machine nodig heeft om veilig benaderd te kunnen worden, bepaalt de plaats en de afstand waarop dergelijke sensoren worden aangebracht.

9.4.3. Noodstop-schakelaars

Wanneer werknemers toegang hebben tot een gevaarlijke omgeving, is het van cruciaal belang dat van noodstop-schakelaars gebruik wordt gemaakt voor het geval dat iemand binnen de gevarenszone in de problemen komt. De noodstop-schakelaar moet meteen reageren en alle diensten in de gevarenszone stilleggen. De meeste mensen kennen de rode paddenstoelvormige noodstop-schakelaars. Deze zouden op een geschikte plaats en in een voldoende groot aantal moeten worden aangebracht zodat er altijd eentje binnen bereik is. Een andere mogelijkheid is een kabel die verbonden is met een noodstop-schakelaar. Dergelijke kabels zijn vaak handiger voor de beveiliging van een gevaarlijke zone. In de buurt van bewegende onderdelen kan ook aan andere vormen van inrichtingen worden gedacht om onverwachte benadering door werknemers op te vangen, zoals AAN/UIT-schakelaars en veiligheidsstangen.

9.4.4. Blokkeerinrichtingen

Er bestaan vele soorten blokkeerinrichtingen en alle hebben ze hun eigen specifieke kenmerken. Het is belangrijk dat voor elke toepassing het juiste systeem wordt gekozen.

Belangrijk

De blokkeerinrichting moet goed ontworpen zijn alsook betrouwbaar in de extreme omstandigheden die te voorzien zijn.



Zij zouden een ingebouwde veiligheid moeten bevatten die defecten aan de blokkeerinrichting signaleert en zouden manipulatieveilig moeten zijn.

De status van blokkeerinrichting zou duidelijk aangegeven moeten worden, bv. met grote merktokens en waarschuwingen op bedieningspanelen.

De blokkeerinrichting zou het gebruik van de apparatuur moeten beperken wanneer de afscherming niet volledig gesloten is.

Verdere nuttige informatie

- EN 953: 1997. Veiligheid van machines — Afscherming — Algemene eisen voor het ontwerp en de constructie van vaste en beweegbare afschermingen.
- EN 13857: 2008. Veiligheid van machines — Veiligheidsafstanden ter voorkoming van het bereiken van gevaarlijke zones door bovenste en onderste ledematen.
- EN 349: 1993. Veiligheid van machines — Minimumafstanden ter voorkoming van het bekneld raken van menselijke lichaamsdelen.
- EN 1088: 1995. Veiligheid van machines — Blokkeerinrichtingen gekoppeld aan afschermingen.
- EN 60825-4: 2006. Laserafschermingen.

9.4.5. Filters en kijkvensters

Vele industriële procedés kunnen volledig of gedeeltelijk worden afgeschermd. Het procedé kan op afstand worden gevolgd via daartoe bestemde kijkvensters of met optische instrumenten of televisiecamera's. De veiligheid kan worden gewaarborgd door het gebruik van geschikte filtermaterialen die voorkomen dat gevaarlijke niveaus van optische straling worden uitgezonden. Daardoor hoeven werknemers geen veiligheidsbrillen meer te dragen en worden de veiligheid en de arbeidsomstandigheden van de werknemers bevorderd.

Voorbeelden gaan van grote controlekamers tot kijkvensters die zijn ingebouwd in een kleine plaatselijke afscherming rond de gecontroleerde zone.

Belangrijk

Het filtermateriaal zou duurzaam en geschikt moeten zijn en schokvrij.

Het mag de bedrijfsveiligheid niet in het gedrang brengen.



Kijkgaten in het afgeschermd gebied

De uitzending van optische straling door kijkvensters en andere optisch doorzichtige panelen is een potentieel risico dat zou moeten worden beoordeeld. Hoewel de optische straal misschien geen direct gevaar oplevert voor het netvlies, kunnen tijdelijke flitsstralen secundaire veiligheidsproblemen veroorzaken bij andere procedures in de nabije omgeving.

9.4.6. Uitlijningsinstrumenten

Wanneer onderdelen op het straalpad bij een routine-onderhoudsbeurt uitgelijnd moeten worden, zouden daarvoor veilige hulpmiddelen moeten beschikbaar zijn. Voorbeelden:

- gebruik van een minder krachtige zichtbare laserstraal die samenvalt met de as van de sterkere straal;
- maskers of bundelstops.

Belangrijk

De ogen of de huid van een persoon zouden nooit als uitlijningsinstrument gebruikt mogen worden.

9.5. Organisatorische maatregelen

Organisatorische maatregelen vormen de tweede fase in de rangorde van preventieve maatregelen. Zij zijn doorgaans afhankelijk van de reactie van werknemers op verstrekte informatie en zijn dan ook maar zo doeltreffend als de acties van deze werknemers. Zij hebben echter een rol te vervullen en kunnen in bepaalde omstandigheden zelfs de belangrijkste preventieve maatregel vormen, zoals bij de inbedrijfstelling en het nazicht van apparatuur.

Welke organisatorische maatregelen geschikt zijn, hangt af van het risico. Het betreft onder meer de aanstelling van personen in een structuur voor veiligheidsbeheer, toegangsbeperking, borden, etiketten en procedures.

Werkgevers doen er goed aan formele regelingen te treffen voor een geïntegreerde aanpak van het veiligheidsbeheer met betrekking tot optische straling. Deze regelingen zouden schriftelijk moeten worden vastgesteld om duidelijk aan te geven welke maatregelen zijn getroffen en waarom. Deze documenten kunnen ook nuttig zijn voor eventueel onderzoek naar incidenten. Mogelijke documenten zijn:

- een verklaring met betrekking tot het veiligheidsbeleid inzake optische straling;
- een overzicht van de voornaamste organisatorische regelingen (aanstellingen en wat verwacht wordt van de personen die op de verschillende functies zijn aangesteld);
- een gedetailleerd exemplaar van de risico-beoordeling;
- een actieplan waarin aanvullende preventieve maatregelen worden uiteengezet die zijn vastgesteld in het kader van de risicobeoordeling alsook een tijdschema voor de tenuitvoerlegging daarvan;
- een overzicht van de uitgevoerde preventieve maatregelen en een korte motivering van elke maatregel;
- een exemplaar van alle specifieke schriftelijk vastgelegde regelingen of lokale voorschriften die gelden voor werkzaamheden in de gecontroleerde zones die aan optische straling zijn blootgesteld;
- het register van gemachtigde gebruikers;

- een plan voor de instandhouding van de preventieve maatregelen, waaronder eventueel tijdschema's voor positieve acties die nodig zijn om de preventieve maatregelen in stand te houden of te beproeven;
- details van formele regelingen voor het beheer van de contacten met externe personen, zoals onderhoudstechnici;
- gedetailleerde noodplannen;
- een auditplan;
- kopieën van auditverslagen;
- kopieën van relevante correspondentie.

Met het oog op de auditverslagen en veranderingen in de wetgeving en de normen zou de werkgever de doeltreffendheid van het programma geregeld (bijvoorbeeld jaarlijks) moeten evalueren.

9.5.1. Bedrijfsvoorschriften

Wanneer uit de risicobeoordeling is gebleken dat blootstelling aan gevaarlijke niveaus van optische straling mogelijk is, is het wenselijk een systeem van schriftelijke veiligheidsinstructies (of bedrijfsvoorschriften) in te stellen dat aangeeft hoe werkzaamheden met optische straling moeten worden uitgevoerd. Deze instructies zouden een beschrijving van het gebied moeten omvatten, alsook de contactgegevens van een adviseur inzake optische straling (zie 9.5.4), de gegevens van de personen die gemachtigd zijn om de apparatuur te gebruiken, gedetailleerde informatie over alle beproevingen waaraan apparatuur moet worden onderworpen voordat zij gebruikt mag worden, gebruiksinstructies, een overzicht van de gevaren en de instructies die in noodgevallen moeten worden opgevolgd.

De bedrijfsvoorschriften zouden in beginsel beschikbaar moeten zijn in de zones waarop ze betrekking hebben en zouden aan alle betrokken personen moeten worden meegedeeld.

9.5.2. Gecontroleerde zone

Het is mogelijk dat een gecontroleerde zone moet worden afgebakend waarin werknemers wellicht worden blootgesteld aan hogere stralingsniveaus dan de GVB's toelaten. De toegang tot een dergelijke zone zou moeten worden voorbehouden aan daartoe gemachtigde personen. Daarvoor worden bij voorkeur fysieke middelen gebruikt, zoals de muren en de deuren van de volledige ruimte. De toegang tot de zone kan worden beperkt met behulp van sloten, cijferklavieren of slagbomen.

Het management verleent werknemers officiële toelating na een formele beoordeling van hun geschiktheid. Daarbij wordt gekeken naar hun opleiding, competentie en kennis van de bedrijfsvoorschriften. De resultaten van de beoordeling zouden schriftelijk moeten worden vastgelegd en de namen van alle gemachtigde gebruikers zouden in een officieel register moeten worden opgenomen.

9.5.3. Signalisatie en veiligheidsinstructies

Deze vormen een belangrijk onderdeel van elk systeem van organisatorische veiligheidsmaatregelen. Signalisatie is slechts doeltreffend indien deze duidelijk en ondubbelzinnig is en slechts wordt gebruikt wanneer het echt nodig is. Zo niet wordt zij vaak genegeerd.

Waarschuwborden kunnen informatie geven over het soort apparatuur dat gebruikt wordt. Indien personeel verplicht persoonlijke beschermingsmiddelen moet gebruiken, zou dat moeten worden aangegeven.

Waarschuwborden zijn doeltreffender indien zij alleen maar worden aangebracht wanneer de apparatuur is ingeschakeld. Voor een optimale zichtbaarheid zou alle veiligheidssignalisatie op ooghoogte moeten worden geplaatst.



Signalisatie die vaak op de werkplek gebruikt wordt om te wijzen op gevaren en het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen aan te bevelen

Alle veiligheidssignalisatie dient in overeenstemming te zijn met de voorschriften van de richtlijn betreffende veiligheidssignalisatie (92/58/EEG).

9.5.4. Aanstellingen

De veiligheid in verband met optische straling zou moeten worden beheerd door dezelfde beheersstructuur inzake gezondheid en veiligheid als die welke bevoegd is voor andere potentieel gevaarlijke activiteiten. De aard van de organisatorische maatregelen kan verschillen naargelang de omvang en de structuur van de organisatie.

Voor vele toepassingen is het opleiden van een deskundige op het gebied van veiligheidsbeheer met betrekking tot optische straling niet noodzakelijk. Het kan voor de werknemers ook moeilijk zijn om hun kennis inzake veiligheid op het gebied van optische straling actueel te houden indien zij deze kennis maar zelden kunnen

toepassen. Daarom laten sommige ondernemingen zich door externe raadgevers adviseren over veiligheid inzake optische straling. Deze raadgevers kunnen aanbevelingen doen over:

- technische veiligheidsmaatregelen;
- schriftelijke procedures voor een veilig gebruik van de apparatuur, operationele maatregelen en maatregelen inzake veiligheid op het werk;
- de keuze van persoonlijke beschermingsmiddelen;
- onderwijs en opleiding voor werknemers.

Voor het dagelijkse toezicht op de veiligheid inzake optische straling op de werkvloer dient in bepaalde omstandigheden een werknemer te worden aangesteld die voldoende met het onderwerp bekend is.

9.5.5. Opleiding en raadpleging

9.5.5.1. Opleiding

Overeenkomstig de richtlijn (artikel 6) dienen werknemers die aan de risico's van kunstmatige optische straling worden blootgesteld (en/of hun vertegenwoordigers) te worden voorgelicht en opgeleid, met name wat betreft:

maatregelen die zijn genomen ter uitvoering van deze richtlijn;
de grenswaarden voor blootstelling en de bijbehorende potentiële risico's;
de resultaten van de overeenkomstig artikel 4 van deze richtlijn verrichte beoordeling, meting en/of berekening van de blootstelling aan kunstmatige optische straling en een uitleg van de betekenis en de mogelijke risico's ervan;
de wijze waarop schadelijke gevolgen van blootstelling aan straling voor de gezondheid kunnen worden opgespoord en hoe deze kunnen worden gemeld;
de omstandigheden waarin werknemers recht hebben op gezondheidstoezicht;
veilige werkmethoden om de risico's van blootstelling tot een minimum te beperken;
correct gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen.

Werknemers wordt aanbevolen het opleidingsniveau af te stemmen op het risico van blootstelling aan kunstmatige optische straling. Wanneer alle bronnen slechts een verwaarloosbaar risico inhouden, volstaat het de werknemers en/of hun vertegenwoordigers daarvan op de hoogte te brengen. De werknemers of hun vertegenwoordigers zouden echter op het bestaan van bijzonder gevoelige risicogroepen moeten worden gewezen en moeten worden geïnformeerd over de manier waarop daarmee wordt omgegaan.

Indien er op de werkplek bronnen van kunstmatige straling aanwezig zijn die de grenswaarde voor blootstelling wellicht overschrijden, zou formele opleiding en

eventueel de toewijzing van bepaalde functies aan werknemers moeten worden overwogen. Bij het bepalen van het vereiste opleidingsniveau zou de werkgever rekening moeten houden met de volgende factoren:

het kennisniveau van het personeel en hun huidige vertrouwdheid met de risico's van kunstmatige optische straling;
bestaande risicobeoordelingen en de conclusies daarvan;
een eventuele verplichte deelname van werknemers aan risicobeoordelingen of de herziening daarvan;
de aard van de werkplek, met name of de werkplek statisch is en de risico's in het kader van een officiële beoordeling aanvaardbaar zijn bevonden dan wel of de werkomgeving vaak verandert;
de mogelijkheid voor de werknemer om een beroep te doen op externe deskundigen die de risico's kunnen helpen beheren;
werknemers die nog niet vertrouwd zijn met de werkplek of met de bronnen van kunstmatige optische straling.

Het is belangrijk dat de risico's in een juist daglicht worden geplaatst. Zo hoeven werknemers bijvoorbeeld niet te worden opgeleid voor het gebruik van lasers van klasse 2. Voor werknemers die werken met lasers van klasse 3B en klasse 4 en met incoherente bronnen van risicogroep 3, is opleiding daarentegen in vrijwel alle gevallen noodzakelijk. Er kan echter onmogelijk worden bepaald hoelang een opleidingsprogramma moet duren, noch hoe de opleiding moet worden gegeven. Daarom is het belangrijk dat de risico's worden beoordeeld.

Idealiter wordt de behoefte aan opleiding en de wijze waarop deze zou moeten worden verstrekt, bepaald voordat de bron van kunstmatige optische straling in gebruik wordt genomen.

9.5.5.2. Raadpleging

Artikel 7 van de richtlijn verwijst naar de algemene eisen van artikel 11 van Richtlijn 89/391/EEG:

Artikel 11

Raadpleging en deelneming van de werknemers

1. De werkgevers raadplegen de werknemers en/of hun vertegenwoordigers en geven de werknemers en/of hun vertegenwoordigers het recht deel te nemen aan de behandeling van vraagstukken die betrekking hebben op de veiligheid en de gezondheid op het werk.

Dit houdt het volgende in:

- raadpleging van de werknemers;
- recht van de werknemers en/of hun vertegenwoordigers om voorstellen te doen;
- evenwichtige deelneming, overeenkomstig de nationale wetten en/of praktijken.

2. De werknemers of de werknemersvertegenwoordigers met een specifieke taak op het gebied van de bescherming van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers nemen evenwichtig deel volgens de nationale wetten en/of praktijken, of worden door de werkgever vooraf tijdig geraadpleegd over:

- a) alle maatregelen die van wezenlijke invloed kunnen zijn op de veiligheid en de gezondheid;
- b) de in artikel 7, lid 1, en artikel 8, lid 2, bedoelde aanwijzing van werknemers en de in artikel 7, lid 1, bedoelde activiteiten;
- c) de in artikel 9, lid 1, en artikel 10 bedoelde informatie;
- d) het eventuele beroep dat overeenkomstig artikel 7, lid 3, wordt gedaan op deskundigen (personen of diensten) van buiten het bedrijf en/of de inrichting;
- e) de opzet en organisatie van de in artikel 12 bedoelde opleiding.

3. De werknemersvertegenwoordigers met een specifieke taak op het gebied van de bescherming van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers, hebben het recht de werkgever te verzoeken om passende maatregelen en hem in die zin voorstellen te doen, om alle risico's voor de werknemers te ondervangen en/of de bronnen van gevaar uit te schakelen.

4. De in lid 2 bedoelde werknemers en de in de leden 2 en 3 bedoelde werknemersvertegenwoordigers mogen geen nadeel ondervinden van hun in de leden 2 en 3 bedoelde respectieve activiteiten.

5. De werkgever dient de werknemersvertegenwoordigers met een specifieke taak op het gebied van de bescherming van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers gedurende voldoende tijd met behoud van loon vrij te stellen van werk en de nodige middelen ter beschikking te stellen om het deze vertegenwoordigers mogelijk te maken de uit deze richtlijn voortvloeiende rechten en taken uit te oefenen respectievelijk te vervullen.

6. De werknemers en/of hun vertegenwoordigers hebben het recht om zich, overeenkomstig de nationale wetten en/of praktijken, tot de bevoegde autoriteit op het gebied van de veiligheid en de bescherming van de gezondheid op het werk te wenden indien zij menen dat de door de werkgever genomen maatregelen en ingezette middelen niet toereikend zijn om de veiligheid en de gezondheid op het werk te verzekeren.

De werknemersvertegenwoordigers moeten in de gelegenheid worden gesteld hun opmerkingen voor te leggen tijdens bezoeken en inspecties door de bevoegde autoriteit.

IEC TR 60825-14: 2004 beveelt een verplichte minimumopleiding voor gebruikers van lasers aan.

EN 60825-2: 2004 bevat aanvullende eisen voor werknemers die aan communicatiesystemen met optische vezels werken.

EN 60825-12: 2004 bevat aanvullende eisen voor werknemers die aan vrije-ruimtecommunicatiesystemen werken.

CLC/TR 50448: 2005 bevat een leidraad voor de vereiste competentieniveaus op het gebied van laserveiligheid.

9.6. Persoonlijke beschermingsmiddelen

Arbeidsmiddelen zouden zodanig ontworpen moeten zijn dat onopzettelijke blootstelling aan optische straling beperkt wordt. De blootstelling aan optische straling zou moeten worden beperkt in de mate van wat redelijkerwijze mogelijk is, met behulp van fysieke beschermingsmiddelen, zoals technische preventieve maatregelen. Persoonlijke beschermingsmiddelen zouden maar moeten worden gebruikt wanneer technische en organisatorische maatregelen niet uitvoerbaar of onvolledig zijn.

PBM's hebben ten doel de optische straling te verzwakken tot het niveau waarop deze niet meer schadelijk is voor de gezondheid van de blootgestelde persoon. Letsels als gevolg van optische straling zijn niet altijd zichtbaar op het moment van de blootstelling. Het dient opgemerkt te worden dat de grenswaarden voor blootstelling afhankelijk zijn van de golflengten van de straling, waardoor de mate waarin PBM's bescherming bieden, eveneens van de golflengten afhankelijk kan zijn.

Hoewel acuut huidletsel als gevolg van blootstelling aan optische straling de levenskwaliteit van de betrokken persoon doorgaans niet aantast, dient er toch op te

worden gewezen dat de kans op huidletsel groot kan zijn, vooral dan aan de handen en in het gelaat. Met name de blootstelling van de huid aan optische straling van minder dan 400 nm, die het risico op huidkanker kan vergroten, is zorgwekkend.

	Belangrijk
	PBM's moeten geschikt zijn voor de betrokken risico's en mogen het risico zelf niet vergroten.
➤	PBM's moeten geschikt zijn voor de specifieke omstandigheden op de werkplek.
	PBM's dienen aangepast te zijn aan de ergonomische voorschriften en de gezondheidstoestand van de werknemer.

9.6.1. Bescherming tegen andere risico's

De volgende niet-optische gevaren zouden eveneens in aanmerking moeten worden genomen bij de keuze van geschikte PBM's om werknemers tegen optische straling te beschermen:

- stoten;
- penetratie;
- druk;
- chemicaliën;
- hitte/koude;
- schadelijk stof;
- biologische gevaren;
- elektriciteit.

De onderstaande tabel bevat een aantal voorbeelden:

Persoonlijke beschermingsmiddelen	Functie
Oogbescherming: veiligheidsbrillen, nauw aansluitende veiligheidsbrillen, gelaatsschermen en kleppen	Oogbeschermers zouden ervoor moeten zorgen dat werknemers op de werkplek alles kunnen zien, terwijl de optische straling tot aanvaardbare niveaus wordt teruggebracht. De keuze van geschikte oogbeschermers hangt af van vele factoren: golflengte, vermogen/energie, optische dichtheid, bruikbaarheid voor dragers van brillen en contactlenzen, comfort enz.
Beschermende kleding en handschoenen	Bronnen van optische straling kunnen brandgevaar opleveren, waardoor het gebruik van beschermende kleding noodzakelijk kan zijn. Apparatuur die UV-straling uitzendt, kan gevaarlijk zijn voor de huid. De huid zou dan ook bedekt moeten worden met geschikte beschermende kleding en handschoenen. Werknemers zouden handschoenen moeten dragen wanneer zij met chemische of biologische agentia werken. Voor bepaalde toepassingen is ook beschermende kleding vereist.

Persoonlijke beschermingsmiddelen	Functie
Ademhalingsapparatuur	Bij bepaalde procedés kunnen giftige en schadelijke dampen of stofdeeltjes vrijkomen. Voor noodgevallen moet mogelijkermogelijk ademhalingsapparatuur beschikbaar zijn.
Oorbeschermers	Bij sommige industriële procedés worden gevaarlijk hoge geluidsniveaus geproduceerd.

9.6.2. Oogbescherming

Optische straling kan oogletsel veroorzaken indien de grenswaarden voor blootstelling (GVB's) worden overschreden. Indien de andere maatregelen het risico op blootstelling van de ogen niet kunnen beperken tot de toepasselijke GVB's, zouden de oogbeschermingsmiddelen moeten worden gedragen die door de fabrikant van de apparatuur of door de veiligheidsadviseur op het gebied van optische straling zijn aanbevolen en die speciaal ontworpen zijn voor de golflengten en de output van de betrokken apparatuur.

Op alle oogbeschermers zou duidelijk het golflengtegebied en het overeenkomstige beschermingsniveau moeten worden aangegeven. Dat is met name belangrijk wanneer er meerdere bronnen zijn waarvoor verschillende soorten oogbeschermers nodig zijn, zoals lasers met verschillende golflengten, waarvoor alleen de speciaal daarvoor ontworpen oogbeschermers mogen worden gebruikt. Bovendien wordt aanbevolen een ondubbelzinnige en betrouwbare methode voor de markering van oogbeschermers te gebruiken zodat er geen enkele twijfel kan bestaan over de PBM's die voor elk specifiek apparaat moeten worden gebruikt.

Oogbeschermers zouden optische straling in het gevaarlijke spectrale gebied op zijn minst moeten verzwakken tot onder de grenswaarden voor blootstelling.

De lichtdoorlaatbaarheid en de kleur van de omgeving zoals deze wordt waargenomen door de beschermende filters van oogbeschermers zijn belangrijke kenmerken die van invloed kunnen zijn op het vermogen van de gebruikers om bepaalde handelingen te verrichten zonder dat de niet-stralingsgerelateerde veiligheid in het gedrang komt.

Oogbeschermers zouden op de juiste manier moeten worden opgeslagen, geregeld worden gereinigd en periodiek gecontroleerd.

Keuze van oogbeschermingsmiddelen

V: Welk beschermingsniveau?	→ Kies oogbeschermingsmiddelen met een verzwakking $> \frac{\text{blootstellingsniveau}}{\text{GVB's}}$
V: Lichtdoorlaatbaarheid? Zichtkwaliteit?	→ Kies oogbeschermingsmiddelen met een lichtdoorlaatbaarheid van $> 20\%$. Indien niet beschikbaar: verhoog de belichting. Controleer filters op krassen en strooiing.
V: Wordt de werkomgeving in een bepaalde kleur waargenomen?	→ Controleer of de bedieningsinstrumenten van de apparatuur en de veiligheidssignalisatie door de oogbeschermers goed zichtbaar zijn.
V: Te veel reflectie?	→ Vermijd oogbeschermers met een weerspiegelende afwerking en met glanzende filters en monturen.
V: Komt de veiligheid in gevaar wanneer de stroomvoorziening van op batterijen of netstroom werkende oogbeschermers uitvalt?	→ Kies de filter die straling het meest verzwakt wanneer hij niet onder stroom staat.

9.6.3. Bescherming van de huid

Bij blootstelling aan optische straling op de werkplek lopen vooral de handen, het gelaat, het hoofd en de nek het meeste risico. Op andere plaatsen van het lichaam is de huid gewoonlijk bedekt met werkkleding. Handen kunnen worden beschermd met handschoenen die het grootste deel van gevaarlijke optische straling tegenhouden. Het gelaat kan worden beschermd met een absorberend gelaatsscherm of een klep, waarmee tegelijkertijd ook de ogen kunnen worden beschermd. Geschikte hoofdbeschermingsmiddelen beschermen het hoofd en de nek.



9.7. Verdere nuttige informatie

Richtlijn 89/656/EEG van de Raad betreffende de minimumvoorschriften inzake veiligheid en gezondheid voor het gebruik op het werk van persoonlijke beschermingsmiddelen door de werknemers.

9.7.1. Basisnormen

EN 165: 2005. Oogbescherming — Termen en definities.
EN 166: 2002. Oogbescherming — Specificaties.
EN 167: 2002. Oogbescherming — Optische beproevingsmethoden.
EN 168: 2002. Oogbescherming — Niet-optische beproevingsmethoden.

9.7.2. Productnormen

EN 169: 2002. Oogbescherming — Filters voor lassen en verwante technieken — Doorlatingsfactoren en aanbevolen gebruik.
EN 170: 2002. Oogbescherming — Ultravioletfilters — Doorlatingsfactoren en aanbevolen gebruik.
EN 171: 2002. Oogbescherming — Infraroodfilters — Doorlatingsfactoren en aanbevolen gebruik.

9.7.3. Lassen

EN 175: 1997. Persoonlijke bescherming — Middelen voor oog- en gezichtsbescherming tijdens lassen en aanverwante processen.
EN 379: 2003. Oogbescherming — Automatische lasfilters.
EN 1598: 1997. Gezondheid en veiligheid bij lassen en verwante processen — Doorzichtige lasgordijnen en -schermen voor booglasprocessen.

9.7.4. Laser

EN 207: 1998. Filters en oogbeschermers tegen laserstraling.

EN 208: 1998. Oogbeschermers voor instelwerkzaamheden aan lasers en lasersystemen.

9.7.5. Bronnen van intense lichtstralen

BS 8497-1: 2008. Eyewear for protection against intense light sources used on humans and animals for cosmetic and medical applications. Part 1: Specification for products.

BS 8497-2: 2008. Eyewear for protection against intense light sources used on humans and animals for cosmetic and medical applications. Part 2: Guidance on use.

10. Incidentbeheersing

In deze gids verwijst de term incident naar alle situaties waarbij een persoon gewond raakt of ziek wordt (ongevallen) alsook naar nipt voorkomen ongevallen en ongewenste omstandigheden (incidenten).

Op werkplekken waar gecollimeerde laserstralen gebruikt worden, is het risico van blootstelling aan de laserstraal over het algemeen klein, maar kunnen de gevolgen ernstig zijn. Anderzijds is het risico op blootstelling aan kunstmatige optische straling van incoherente bronnen groot, maar kunnen de gevolgen beperkt zijn.

Werkgevers wordt aangeraden noodplannen op te stellen voor de beheersing van incidenten in verband met kunstmatige optische straling die redelijkerwijze kunnen worden voorzien. De mate van gedetailleerdheid en de complexiteit van deze plannen hangen af van het risico. De kans is groot dat de werkgever al over algemene regelingen voor noodsituaties beschikt. Deze kunnen als basis dienen voor soortgelijke maatregelen voor optische straling.

Werkgevers wordt aanbevolen noodplannen op te stellen voor werkactiviteiten waarbij werknemers waarschijnlijk worden blootgesteld aan optische straling van:

lasers van klasse 3B

lasers van klasse 4

incoherente bronnen van risicogroep 3

De noodplannen zouden moeten aangeven wat moet worden gedaan en wie welke verantwoordelijkheid draagt wanneer:

een werknemer is blootgesteld aan een hoger stralingsniveau dan de GVB toelaat;

een werknemer vermoedelijk is blootgesteld aan een hoger stralingsniveau dan de GVB toelaat.

11. Gezondheidstoezicht

In artikel 8 van de richtlijn zijn de voorschriften in verband met gezondheidstoezicht vastgesteld, waarbij verwezen wordt naar de algemene eisen van Richtlijn 89/391/EEG. De concrete invulling van het gezondheidstoezicht hangt in beginsel af van de nationale voorschriften. Dit hoofdstuk is om die reden dan ook heel algemeen.

De in artikel 8 vastgestelde eisen zijn gebaseerd op informatie over de blootstelling van werknemers aan kunstmatige optische straling die betrekking heeft op een periode van meer dan honderd jaar. Er zijn slechts een klein aantal gevallen van schadelijke gevolgen voor de gezondheid gemeld. Bovendien zijn deze gevallen beperkt gebleven tot een aantal sectoren waarin over het algemeen al preventieve maatregelen zijn genomen om het aantal incidenten nog verder terug te dringen.

Na de uitvinding van de laser werd aangeraden de ogen van personen die met lasers werken, geregeld te onderzoeken. Bijna 50 jaar ervaring heeft echter aangetoond dat dergelijke onderzoeken in het kader van gezondheidstoezicht geen enkele waarde hebben en de werknemer mogelijk zelfs aan bijkomende risico's blootstellen.

Een werknemer die op het werk aan kunstmatige optische straling wordt blootgesteld, hoeft geen oogonderzoek te ondergaan vóór zijn indiensttreding, noch tijdens of na zijn loopbaan, gewoon omdat hij dergelijk werk verricht. Hetzelfde geldt voor huidonderzoeken. Deze kunnen goed zijn voor werknemers, maar het feit dat werknemers vaak aan kunstmatige optische straling worden blootgesteld, is op zich doorgaans geen afdoende reden.

11.1. Wie zou het gezondheidstoezicht moeten uitoefenen?

Het gezondheidstoezicht zou moeten worden uitgeoefend door:

- een arts;
- een deskundige op het gebied van de arbeidsgezondheidszorg; of

- een medische autoriteit verantwoordelijk voor gezondheidstoezicht overeenkomstig intern recht en praktijk.

11.2. Dossiers

De lidstaten dienen regelingen uit te werken die ervoor moeten zorgen dat persoonlijke dossiers worden aangelegd en geregeld worden bijgewerkt. Deze dossiers bevatten een samenvatting van de resultaten van het uitgeoefende gezondheidstoezicht.

Zij worden zodanig bewaard dat zij op een later tijdstip kunnen worden geraadpleegd, met inachtneming van de vertrouwelijkheid van de gegevens.

Alle individuele werknemers hebben op verzoek toegang tot hun persoonlijke dossier.

11.3. Geneeskundig onderzoek

Elke werknemer zou een geneeskundig onderzoek moeten kunnen ondergaan wanneer hij (vermoedelijk) is blootgesteld aan sterkere kunstmatige optische straling dan de grenswaarde voor blootstelling toelaat.

Een dergelijk onderzoek zou ook moeten worden uitgevoerd wanneer een werknemer een aantoonbare ziekte heeft opgelopen of wanneer zijn gezondheid schade heeft geleden als gevolg van blootstelling aan kunstmatige optische straling.

Een moeilijkheid is daarbij dat vele schadelijke gevolgen voor de gezondheid het gevolg kunnen zijn van blootstelling aan natuurlijke optische straling. Het is dan ook belangrijk dat de persoon die het geneeskundige onderzoek uitvoert, vertrouwd is met de potentiële schadelijke gezondheidseffecten van de specifieke bronnen van kunstmatige optische straling waaraan de werknemers op de betrokken werkplek worden blootgesteld.

11.4. Maatregelen bij overschrijding van een grenswaarde voor blootstelling

Indien vermoed wordt dat een grenswaarde voor blootstelling is overschreden of indien aantoonbare ziekten of schadelijke gezondheidseffecten teruggevoerd kunnen worden op kunstmatige optische straling op de werkplek, zouden de volgende maatregelen moeten worden genomen:

- de werknemer wordt op de hoogte gebracht van de onderzoeksresultaten;
- de werknemer krijgt informatie en advies over het gezondheidstoezicht waaraan hij zich in de toekomst dient te onderwerpen;
- de werkgever wordt geïnformeerd, waarbij rekening wordt gehouden met het vertrouwelijke karakter van de medische gegevens;
- de werkgever voert een nieuwe risicobeoordeling uit;
- de werkgever herzielt de bestaande preventieve maatregelen (waarbij eventueel deskundig advies wordt ingewonnen);
- de werkgever voorziet indien nodig in voortgezet gezondheidstoezicht.

Appendix A. Kenmerken van optische straling

Licht is een voorbeeld van optische straling uit het leven van alledag. Er wordt gesproken van kunstmatige optische straling wanneer zij uitgezonden wordt door een lamp. De term „optische straling” wordt gebruikt omdat licht een vorm van elektromagnetische straling is en omdat het effect heeft op het oog, d.w.z. het komt het oog binnen, wordt gebundeld en vervolgens waargenomen.

Licht bestrijkt een kleurenspectrum dat gaat van violette en blauwe tinten over groene en gele tot oranje en rode tinten. De lichtkleuren die we kunnen zien, worden bepaald door de golflengten in het lichtspectrum. Kortere golflengten liggen aan het blauwe en langere golflengten aan het rode uiteinde van het spectrum. Licht kan worden beschouwd als een stroom van deeltjes zonder massa, zogenoemde fotonen, die elk hun eigen golflengte hebben.

Het spectrum van elektromagnetische straling is veel breder dan de golflengten die we kunnen zien. Infrarode straling, microgolven en radiogolven zijn voorbeelden van elektromagnetische straling met langere golflengten. Ultraviolette straling, röntgenstralen en gammastralen hebben een kortere golflengte.

Van de golflengte van elektromagnetische straling kan andere nuttige informatie worden afgeleid.

Wanneer elektromagnetische straling op een bepaald materiaal inwerkt, is de kans groot dat de straal op het raakpunt enige energie zal overdragen. Deze energieoverdracht kan gevolgen hebben voor het materiaal. Wanneer zichtbaar licht bijvoorbeeld het netvlies bereikt, wordt voldoende energie overgedragen om biochemische reacties in gang te zetten die een signaal opwekken dat via de oogzenuw naar de hersenen wordt gezonden. De hoeveelheid energie die voor dergelijke wisselwerkingen beschikbaar is, hangt af van zowel de hoeveelheid als van het energieniveau van de straling. De hoeveelheid energie die in elektromagnetische straling

aanwezig is, hangt samen met de golflengte. Hoe korter de golflengte, hoe meer energie in de straling aanwezig is. Blauw licht bevat dus meer energie dan groen licht, dat op zijn beurt meer energie bevat dan rood licht. Ultraviolette straling bevat meer energie dan eender welke zichtbare golflengte.

De golflengte van straling bepaalt ook in welke mate deze het lichaam binnendringt en wat de gevolgen zijn voor het lichaam. Zo dringt UVA-straling bijvoorbeeld minder gemakkelijk het oog binnen dan groen licht.

De term „optische straling” omvat een aantal onzichtbare delen van het elektromagnetische spectrum. Het betreft meer bepaald de spectrale gebieden van ultraviolette en infrarode straling. Hoewel de mens ze niet kan zien (het netvlies heeft voor deze golflengten geen receptoren), kan straling van deze spectrale gebieden het oog in meer of minder ruime mate binnendringen. Om praktische redenen is het spectrum van optische straling onderverdeeld op basis van de golflengte:

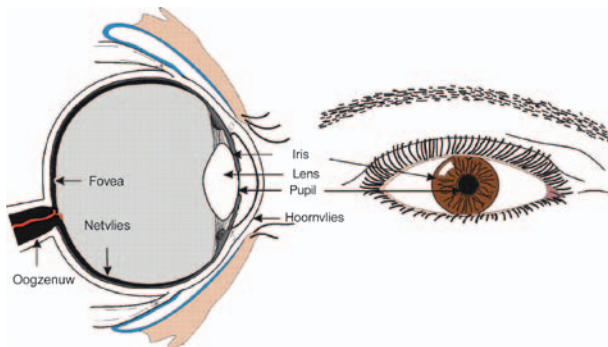
<i>Ultraviolet „C” (UVC):</i>	100-280 nm
UVB	280-315 nm
UVA	315-400 nm
<i>Zichtbaar</i>	380-780 nm
<i>Infrarood „A” (IRA)</i>	780-1 400 nm
IRB	1 400-3 000 nm
IRC	3 000-1 000 000 nm (3 µm-1 mm)

In de richtlijn zijn grenswaarden voor blootstelling vastgelegd voor het spectrale gebied van 180 tot 3 000 nm voor incoherente optische straling en van 180 nm tot 1 mm voor laserstraling.

Appendix B. Biologische effecten van optische straling op ogen en huid

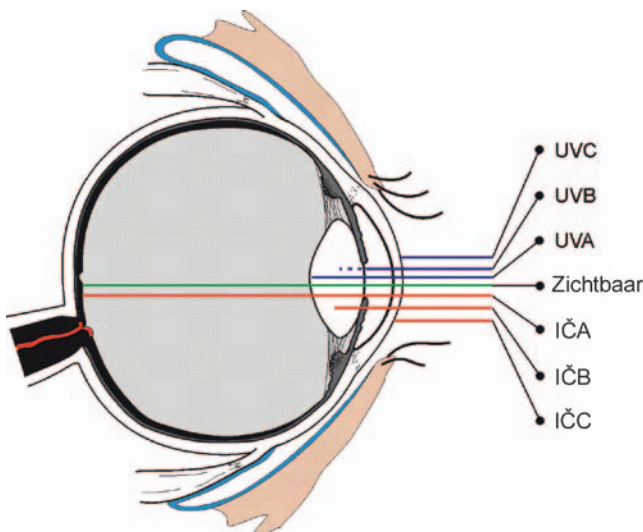
B.1. Het oog

Figuur B1. Bouw van het oog



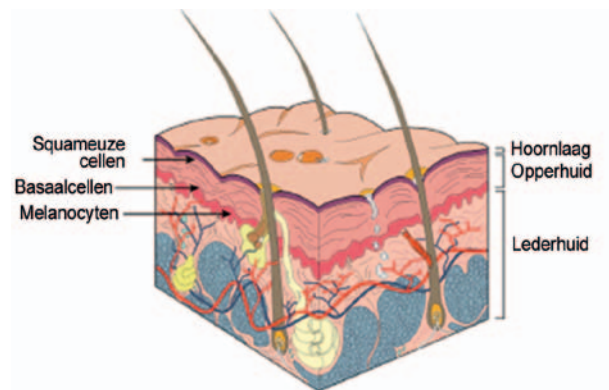
Licht dat het oog binnenkomt, dringt door het hoornvlies, de voorste oogkamer en een variabele opening (pupil). Vervolgens gaat het door de lens en het glasachtige lichaam en wordt het op het netvlies gebundeld. De oogzenuw voert signalen van de lichtreceptoren van het netvlies naar de hersenen.

Figuur B2. Penetratie van verschillende golflengten in het oog



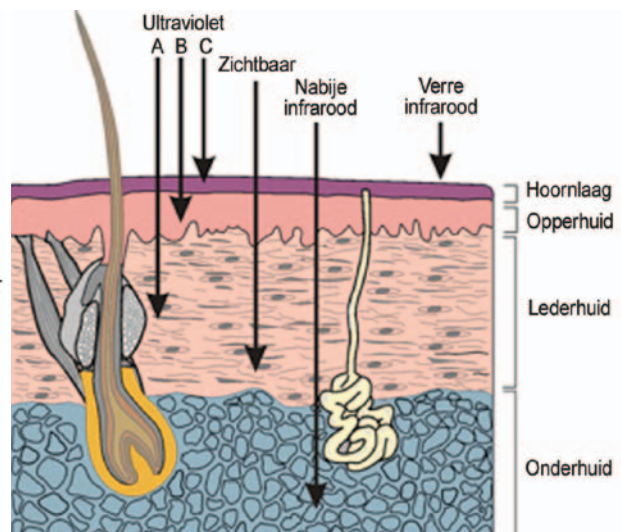
B.2. De huid

Figuur B3. Bouw van de huid



De buitenlaag van de huid, de opperhuid, bestaat voornamelijk uit keratinocyten (squameuze cellen), die geproduceerd worden in de basale laag en geleidelijk aan naar boven komen en uiteindelijk afschilferen. De onderhuid bestaat hoofdzakelijk uit collageenvezels en bevat zenuwuiteinden, zweetklieren, haarzakjes en bloedvaten.

Figuur B4. Penetratie van verschillende golflengten door de huid



B.3. Biologische effecten van verschillende golflengten op ogen en huid

B.3.1. Ultraviolette straling: UVC (100-280 nm), UVB (280-315 nm) en UVA (315-400 nm)

Effecten op de huid

Een groot deel van de ultraviolette straling (UVS) die op de huid valt, wordt door de opperhuid geabsorbeerd, hoewel de langere UVA-golflengten heel wat dieper doordringen.

Een te sterke blootstelling aan UV-straling op korte tijd leidt tot erytheem, een rode, gezwollen huid. De symptomen kunnen zeer ernstig zijn en bereiken hun piek 8 tot 24 uur na de blootstelling. Zij verdwijnen weer na 3 tot 4 dagen, waarna de huid verdroogt en vervelt. Daarbij kan ook de huidpigmentatie toenemen (uitgestelde pigmentatie of bruining). Blootstelling aan UVA-straling kan ook een onmiddellijke, zij het tijdelijke verandering in de huidpigmentatie veroorzaken (onmiddellijke pigmentatie).

De huid van bepaalde personen reageert niet normaal op blootstelling aan UV-stralen (lichtgevoeligheid), als gevolg van stofwisselingsstoornissen of genetische of andere afwijkingen dan wel als gevolg van de inname van of contact met bepaalde geneesmiddelen of chemicaliën.

Huidkanker is het ergste effect dat UV-straling op lange termijn kan hebben. De soorten huidkanker, zonder melanome, bevatten basale en spinocelcarcinomen. Deze vormen komen vrij vaak voor bij blanken, maar zijn zelden dodelijk. Zij komen het meest voor op delen van het lichaam die aan de zon worden blootgesteld, zoals het gelaat en de handen, en komen ook steeds vaker voor naarmate de leeftijd toeneemt. Uit epidemiologisch onderzoek is gebleken dat het risico op deze twee vormen van huidkanker samenhangt met de gecumuleerde blootstelling aan UV-straling, vooral wat squameuze celcarcinomen betreft. De meeste sterfgevallen als gevolg van huidkanker zijn te wijten aan kwaadaardige melanomen, hoewel deze vorm van huidkanker minder vaak voorkomt dan de andere. Melanomen worden het vaakst vastgesteld bij mensen met een groot aantal pigmentvlekken, met een bleke huid en met rood of blond haar en bij mensen die bij blootstelling aan de

zon gemakkelijk sproeten krijgen en niet bruinen. Zowel acute zonnebrand als chronische blootstelling aan de zon in het kader van beroeps- en vrijetijdsactiviteiten kunnen het risico op kwaadaardige melanomen vergroten.

Chronische blootstelling aan UV-stralen kan ook leiden tot vroegtijdige veroudering van de huid, waarbij de huid haar elasticiteit verliest en leerachtig en gerimpeld wordt: UVA-golflengten hebben het grootste effect, aangezien zij kunnen doordringen tot de collageen- en elastinevezels van de lederhuid. Er is ook bewijs dat UV-stralen inwerken op het immuunsysteem.

Het meest bekende positieve effect van UV-straling is de synthese van vitamine D. Indien via de voeding onvoldoende vitamine D wordt ingenomen, volstaat een dagelijkse korte blootstelling aan zonlicht om het tekort te compenseren.

Effecten op de ogen

UV-straling wordt in de ogen geabsorbeerd door het hoornvlies en de lens. Het hoornvlies en het bindvlies absorberen vooral golflengten die korter zijn dan 300 nm. UVC-straling wordt geabsorbeerd in de bovenste lagen van het hoornvlies en UVB-straling door het hoornvlies en de lens. UVA-straling dringt door het hoornvlies en wordt in de lens geabsorbeerd.

Acute overmatige blootstelling van het menselijke oog aan UV-stralen kan onder andere leiden tot fotokeratitis en fotoconjunctivitis (ontsteking van respectievelijk het hoornvlies en het bindvlies), beter bekend onder de naam sneeuwblindheid of lasoog. De symptomen gaan van lichte irritatie, lichtgevoeligheid en traanvorming tot hevige pijn. Afhankelijk van de mate van blootstelling manifesteren de symptomen zich 30 minuten tot een dag na de blootstelling en verdwijnen zij ook weer na een paar dagen.

Chronische blootstelling aan UVA- en UVB-stralen kan leiden tot staarvorming als gevolg van een wijziging van de eiwitten in de ooglens. Normaal gezien komt slechts een zeer kleine hoeveelheid UV-straling (minder dan 1 % UVA) door het netvlies doordat de voorliggende weefsels alle straling absorberen. Bij personen die als gevolg van een staaroperatie geen natuurlijke lens meer hebben, kan UV-straling (met een golflengte van minder dan 300 nm) het netvlies beschadigen indien de

geïmplanteerde kunstlens dergelijke stralen niet absorbeert. Deze schade wordt veroorzaakt door vrije radicalen die door een fotochemisch proces zijn ontstaan en die de structuur van de cellen van het netvlies beschadigen. Het netvlies wordt normaal gezien tegen acute schade beschermd door natuurlijke afweerreflexen. UV-stralen activeren dergelijke reflexen echter niet: personen van wie de lens geen UV-straling absorbeert en die met bronnen van UV-straling werken, maken dus meer kans op netvliesbeschadiging.

Chronische blootstelling aan UV-stralen draagt in ruime mate bij tot aandoeningen aan het hoornvlies en het bindvlies, zoals keratopathie (opieenhoping van gele of bruine afzettingen op het bindvlies en het hoornvlies), pterygium (weefsel dat over het hoornvlies heen groeit) en wellicht ook pinguecula (proliferatief geel letsel op het bindvlies).

B.3.2. Zichtbare straling

Effecten op de huid

Zichtbare straling (licht) dringt de huid binnen en kan de temperatuur plaatselijk voldoende doen stijgen om brandwonden te veroorzaken. Het lichaam past zich aan geleidelijke temperatuurstijgingen aan door de bloedstroom te verhogen (en zodoende de hitte af te voeren) en te transpireren. Indien de straling niet sterk genoeg is om acute brandwonden te veroorzaken (in 10 s of minder), wordt de blootgestelde persoon beschermd door de natuurlijke afweerreactie op hitte.

Het voornaamste effect van langdurige blootstelling is hittebelasting als gevolg van hittestress (toename van de lichaamstemperatuur). Hoewel dit thema niet uitdrukkelijk in de richtlijn aan bod komt, moeten de omgevings-temperatuur en de werkbelasting wel degelijk in aanmerking worden genomen.

Effecten op de ogen

Aangezien de ogen zichtbare straling verzamelen en bundelen, loopt het netvlies meer gevaar dan de huid. Het staren in een felle lichtbron kan tot netvliesbeschadiging leiden. Indien het letsel zich ter hoogte van de fovea bevindt, bijvoorbeeld wanneer rechtstreeks in een laserstraal gekeken wordt, kan dit een zware visuele

handicap tot gevolg hebben. De ogen worden onder meer beschermd door de natuurlijke afweerreflex bij fel licht (deze reflex treedt na ongeveer een kwart seconde in werking; de pupil trekt samen en kan de bestralingssterkte op het netvlies met een factor van ongeveer 30 verminderen; en het hoofd wordt vaak onwillekeurig afgewend).

Een stijging van de netvliestemperatuur met 10 tot 20 °C kan onherstelbare schade aanrichten als gevolg van de denaturatie van eiwitten. Indien de stralingsbron een groot deel van het gezichtsveld bestrijkt, waardoor het beeld op het netvlies groot is, kunnen de netvliescellen in het midden van het beeldgebied de warmte niet meer zo snel afvoeren.

Zichtbare straling kan dezelfde fotochemische schade als UV-straling veroorzaken (ook al biedt de afweerreflex in reactie op fel licht bij de zichtbare golflengten bescherming). Het effect is het grootst bij golflengten van 435 tot 440 nm. Er wordt ook wel gesproken van „blauwlichtschade”. Chronische blootstelling aan hoge niveaus van zichtbaar omgevingslicht kan fotochemische schade veroorzaken aan de cellen van het netvlies, wat tot een verminderd kleuren- en nachtzien leidt.

Wanneer een evenwijdige stralenbundel het oog binnendringt (d.w.z. zeer beperkte divergentie van een bron op afstand of een laser), beslaat het beeld op het netvlies een zeer kleine oppervlakte, waardoor de energie in grote mate wordt geconcentreerd en ernstige schade wordt aangericht. Door dit concentratieproces kan de bestralingssterkte op het netvlies tot wel 500 000 keer hoger liggen dan de sterkte van de stralenbundel die het oog binnendringt. In deze gevallen kan de helderheid die van alle bekende natuurlijke en door de mens vervaardigde lichtbronnen overtreffen. De meest voorkomende laserletsels zijn brandwonden: sterke impulslasers kunnen de temperatuur zo snel doen stijgen dat cellen letterlijk exploderen.

B.3.3. IRA

Effecten op de huid

IRA dringt verschillende millimeters diep door, met andere woorden tot in de lederhuid. Deze stralen kunnen hetzelfde hitte-effect als zichtbare straling hebben.

Effecten op de ogen

Net zoals zichtbare straling worden ook IRA-stralen door het hoornvlies en de lens gebundeld en op het netvlies overgebracht. Daar kunnen zij dezelfde hitteschade aanrichten als zichtbare straling. Het netvlies neemt echter geen IRA-stralen waar. De natuurlijke afweerreflex biedt dan ook geen bescherming. Het spectrale gebied van 380 tot 1 400 nm (zichtbaar en IRA) wordt in het Engels ook wel „retinal hazard region” (voor het netvlies gevaarlijke gebied) genoemd.

Chronische blootstelling aan IRA-stralen kan ook leiden tot staarvorming.

IRA-straling bevat onvoldoende fotonen om fotochemische schade te kunnen veroorzaken.

B.3.4. IRB

Effecten op de huid

IRB-straling dringt minder dan 1 mm in weefsel door. Deze stralen kunnen hetzelfde hitte-effect hebben als zichtbare en IRA-straling.

Effecten op de ogen

Golflengten van ongeveer 1 400 nm worden vooral door de voorste oogkamer geabsorbeerd. Langere golflengten worden verzwakt door het glasachtig lichaam, waardoor het netvlies beschermd wordt. Opwarming van de voorste oogkamer en de iris kan ook de temperatuur van omringend weefsel doen toenemen, waaronder ook van de lens, die niet van bloedvaten is voorzien en bijgevolg de temperatuur niet kan regelen. Een dergelijke opwarming en de directe absorptie van IRB-straling door de lens veroorzaken staar, een veel voorkomende beroepsziekte in bepaalde beroepscategorieën (voornamelijk glasblazers en kettingsmeden).

B.3.5. IRC

Effecten op de huid

IRC-straling dringt slechts door tot de bovenste laag van de huid, die bestaat uit dode cellen (hoornlaag). Krachtige lasers, die de hoornlaag kunnen afbreken en de onderliggende weefsels kunnen beschadigen, vormen het grootste acute gevaar in het IRC-gebied. De schade wordt meestal door hitte veroorzaakt, maar zeer krachtige lasers kunnen ook mechanische of akoestische schade veroorzaken.

Net als bij zichtbare, IRA- en IRB-straling moet ook bij IRC-straling rekening gehouden worden met hittebelasting en ongemak als gevolg van hittestress.

Effecten op de ogen

IRC-stralen worden door het hoornvlies geabsorbeerd. Het grootste gevaar is dan ook verbranding van het hoornvlies. De temperatuur van de omringende structuren van het oog kan stijgen door thermische geleiding, maar warmteverlies (door verdamping en knippen) en temperatuurstijgingen (door de lichaamstemperatuur) beïnvloeden dit proces.

Appendix C. Grootheden en eenheden van kunstmatige optische straling

Zoals in het aanhangsel „Kenmerken van optische straling” werd aangegeven, hangen de effecten van optische straling af van het energieniveau van de straling en van de hoeveelheid straling. Optische straling kan op velerlei manieren in cijfers worden uitgedrukt. De in de richtlijn daarvoor gebruikte grootheden worden hierna kort besproken.

C.1. Basisgrootheden

C.1.1. Golflengte

Deze term verwijst naar de kenmerkende golflengte van optische straling. De golflengte wordt in kleine subeenheden van de meter uitgedrukt, gewoonlijk de nanometer (nm), die overeenkomt met één miljoenste van een millimeter. Bij langere golflengten is het soms handiger om de micrometer (μm) te gebruiken. Eén micrometer is gelijk aan 1 000 nanometer.

Vaak zendt de betrokken bron van optische straling fotonen uit met vele verschillende golflengten.

In formules wordt de golflengte weergegeven met het symbool λ (lambda).

C.1.2. Energie

Deze grootheid wordt uitgedrukt in joule (J). Zij verwijst naar het energieniveau van elk foton (dat afhankelijk is van de golflengte van het foton) of naar de hoeveelheid energie die vervat zit in een bepaalde hoeveelheid fotonen, bijvoorbeeld een laserpuls.

Energie wordt weergegeven met het symbool Q .

C.1.3. Andere nuttige grootheden

Koordenhoek

Dit is de schijnbare breedte van een voorwerp (gewoonlijk een bron van optische straling), zoals gezien vanaf een bepaalde plaats (gewoonlijk het punt waarop metingen worden verricht). De koordenhoek wordt berekend door de werkelijke breedte van het voorwerp te delen door de afstand tot het voorwerp. Daarbij moeten beide waarden in dezelfde eenheid zijn uitgedrukt. Ongeacht de eenheid van de waarden, wordt de bekomen koordenhoek in radialen (r) uitgedrukt.

Indien het voorwerp zich onder een hoek ten opzichte van de waarnemer bevindt, moet de koordenhoek vermenigvuldigd worden met de cosinus van die hoek.

De koordenhoek wordt in de richtlijn weergegeven met het symbool α (alfa).

Ruimtehoek

Dit is het driedimensionale equivalent van de koordenhoek. De oppervlakte van het voorwerp wordt gedeeld door het kwadraat van de afstand tot het voorwerp. Ook hier kan de cosinus van de gezichtshoek worden gebruikt indien het voorwerp zich in een hoek ten opzichte van de waarnemer bevindt. De eenheid is de steradiaal (sr) en het symbool is ω (omega).

Straaldivergentie

Dit is de hoek waaronder een optische straal divergeert naarmate zij zich van de bron verwijdert. De straaldivergentie kan worden berekend door het verschil tussen de breedte van de straal op twee punten te delen door de afstand tussen deze twee punten. Zij wordt uitgedrukt in radialen.

C.1.4. Grootheden van de grenswaarden voor blootstelling

Stralingsenergiestroom

Energiestroom betekent in dit geval de hoeveelheid energie die langs een bepaalde plaats in de ruimte komt. Deze wordt uitgedrukt in watt (W), waarbij 1 watt gelijk is aan 1 joule per seconde. De stralingsenergiestroom wordt weergegeven met het symbool Φ (phi).

De term „energiestroom” kan naar de energiestroom van een bepaalde optische straal verwijzen en wordt dan ook wel CW-energiestroom genoemd. Een CW-laser met een stralingsenergiestroom van 1 mW zendt bijvoorbeeld elke seconde fotonen uit met een totale energie van 1 mJ.

De term wordt ook gebruikt om een optischestringspuls te beschrijven. Wanneer een laser bijvoorbeeld in 1 ms één enkele puls uitzendt met een energieniveau van 1 mJ, bedraagt de energiestroom van de puls 1 W. Indien de puls sneller wordt uitgezonden, bijvoorbeeld in 1 μ s, is de energiestroom 1 000 W.

Bestralingssterkte

De bestralingssterkte is de invallende stralingsenergie per eenheid van oppervlakte op een bepaalde plaats. Zij hangt bijgevolg af van de energiestroom van de optische straling en van de oppervlakte die de straal op het bestraalde oppervlak bestrijkt. De bestralingssterkte wordt berekend door de energiestroom te delen door de oppervlakte, waarbij de grootheden zijn uitgedrukt in watt per vierkante meter (W m^{-2}). Zij wordt weergegeven met het symbool E .

Bestralingsdosis

De bestralingsdosis is de hoeveelheid energie die een bepaalde plaats, per eenheid van oppervlakte, bereikt. Deze wordt berekend door de bestralingssterkte, uitgedrukt in W m^{-2} , te vermenigvuldigen met de duur van de blootstelling, uitgedrukt in seconden. De eenheid van deze grootheid is joule per vierkante meter (J m^{-2}). De bestralingssterkte wordt weergegeven met het symbool H .

Radiantie

Radiantie is een grootheid die aangeeft hoe geconcentreerd een optische straal is. Zij wordt berekend door de bestralingssterkte op een bepaalde plaats te delen door de ruimtehoek van de bron, zoals gezien vanaf die plaats. Deze grootheid wordt uitgedrukt in watt per vierkante meter per steradiaal ($\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$) en wordt weergegeven met het symbool L .

C.1.5. Spectrale grootheden en breedbandgrootheden

Wanneer een bron van optische straling, zoals een laser, straling met slechts één golflengte uitzendt (bijvoorbeeld 633 nm), verwijzen alle eventueel genoemde grootheden in dat geval uitsluitend naar de straling met die golflengte (bv. $\Phi = 5 \text{ mW}$).

Wanneer er sprake is van meerdere golflengten, heeft elke afzonderlijke golflengte zijn eigen grootheden. Een laser kan bijvoorbeeld 3 mW uitstralen met een golflengte van 633 nm en 1 mW met een golflengte van 1 523 nm. Dit is een beschrijving van de spectrale energieverdeling van de bron, die vaak wordt weergegeven door het symbool Φ_λ . Tegelijkertijd kan van deze laser ook gezegd worden dat de totale stralingsenergiestroom Φ 4 mW bedraagt. Deze waarde is een breedbandwaarde.

Breedbandgegevens worden berekend door alle spectrale gegevens binnen het betrokken golflengtegebied op te tellen.

C.1.6. Radiometrische en effectieve grootheden

Alle tot nu toe besproken grootheden zijn radiometrische grootheden. Radiometrische grootheden kwantificeren en beschrijven bepaalde kenmerken van een stralingsveld. Zij geven niet noodzakelijk aanwijzingen over de effecten van de straling op een levend doelwit. Een bestralingssterkte van 1 W m^{-2} op 270 nm is bijvoorbeeld gevaarlijker voor het hoornvlies dan 1 W m^{-2} op 400 nm. Indien informatie over de biologische effecten vereist is, dienen effectieve grootheden gebruikt te worden. Een groot deel van de grenswaarden voor blootstelling zijn uitgedrukt in effectieve grootheden, aangezien zij ten doel hebben een biologisch effect te voorkomen.

Er zijn slechts effectieve grootheden wanneer wetenschappers enig idee hebben van het verband tussen het vermogen van straling om een bepaald effect te genereren en de golflengte ervan. Zo neemt het vermogen van straling om fotokeratitis te veroorzaken toe vanaf 250 nm. Het is maximaal op 270 nm en daalt vervolgens snel tot 400 nm. Indien de relatieve spectrale effectiviteit bekend is, wordt deze vaak weergegeven met een symbool, zoals S_λ , B_λ of R_λ . Deze symbolen staan respectievelijk voor het spectrale vermogen om fotokeratitis/erytheem, fotochemische netvliesbeschadiging en thermische netvliesbeschadiging te veroorzaken.

De relatieve spectrale effectiviteit kan vermenigvuldigd worden met een reeks spectrale radiometrische gegevens om effectieve spectrale gegevens te bekomen. De som van deze effectieve gegevens is een effectieve breedbandgrootheid, waarbij de gebruikte spectrale-effectiviteitswaarden vaak in subscript worden opgenomen. Zo staat L_b symbool voor een breedbandradiantie (L) die spectraal gewogen is met de spectrale wegingswaarden van B_λ .

C.1.7. Lichtsterkte

Een grootheid voor de biologische effectiviteit die tot nog toe niet werd vermeld, is de lichtsterkte. Hoewel deze voor geen enkele grenswaarde voor blootstelling gebruikt wordt, is zij bijzonder nuttig voor de voorlopige beoordeling van het potentiële vermogen van witlichtbronnen uit het breedbandspectrum om het netvlies te beschadigen.

De lichtsterkte wordt weergegeven met het symbool L_v en wordt uitgedrukt in candela per vierkante meter (cd m^{-2}). Het biologische effect dat met deze grootheid beschreven wordt, is licht zoals het oog dat bij daglicht waarneemt. Zij is nauw verwant met de grootheid verlichtingssterkte (E_v , uitgedrukt in lux), die belichtingstechnici heel goed kennen.

Het verband tussen beide grootheden wordt door de volgende formule weergegeven: $L_v = E_v/\omega$. De lichtsterkte kan gemakkelijk berekend worden wanneer de verlichtingssterkte van een bron op een oppervlak, de afstand tot de bron en de afmetingen van de bron bekend zijn.

Appendix D. Uitgewerkte voorbeelden

D.1. Kantoor

De volgende voorbeelden hebben betrekking op verschillende bronnen van optische straling die, zo niet op de meeste, dan toch op vele werkplekken, aanwezig zijn.

Het risico van deze eenvoudige bronnen werd volgens een gangbare methode beoordeeld. Deze methode wordt hierna beschreven en werd op alle gegeven voorbeelden toegepast.

D.1.1. Toelichting bij de algemene methode

Deze algemene methode is gebaseerd op de norm EN 62471 (2008). Waar mogelijk worden hypothesen echter vereenvoudigd en voorzichtiger gemaakt om het gevaar op netvliesbeschadiging tot een absoluut minimum te beperken. De onderstaande uitleg is vrij omstandig omdat deze als toelichting dient bij alle voorbeelden die later in dit document besproken worden. De risicobeoordeling wordt in de volgende stappen uitgevoerd:



In een eerste fase worden de bron en de afmetingen hiervan beschreven. Deze afmetingen zijn noodzakelijk indien de bron zichtbare of IRA-straling uitzendt.

Er moet worden bepaald op welke afstand de risicobeoordeling zal worden uitgevoerd. Deze afstand is gewoonlijk de kortste afstand tot waarop personen de bron onder realistische omstandigheden (eerder voorzichtige inschatting) kunnen naderen. Het gaat dus niet om de kortst mogelijke afstand tot de bron.

Keuze van de grenswaarden voor blootstelling

Welke grenswaarden voor blootstelling zijn toepasselijk? Indien we rekening houden met de ergst mogelijke blootstelling, namelijk wanneer een persoon gedurende 8 uur recht in de bron kijkt, en met tabel 1.1 van de richtlijn:

Nr.	Golflengte in nm	Eenheden	Deel van het lichaam	Risico	Toepasselijkheid
a	180-400 (UVA, UVB, UVC)	J m ⁻²	hoornvlies bindvlies lens huid	fotokeratitis fotoconjunctivitis staarvorming erytheem elastose huidkanker	Ja, indien de bron UV-stralen uitzendt
b	315-400 (UVA)	J m ⁻²	lens	staarvorming	Ja, indien de bron UV-stralen uitzendt
c	300-700 (blauwlicht) (met α ≥ 11 mrad en t ≤ 10 000 s)	W m ⁻² sr ⁻¹	netvlies	fotoretinitis	Nee, het ergste geval is de langste blootstelling
d	300-700 (blauwlicht) (met α ≥ 11 mrad en t > 10 000 s)	W m ⁻² sr ⁻¹			Ja, indien de bron zichtbare stralen uitzendt. Deze grenswaarde is gebaseerd op een ergste geval van blootstelling gedurende 8 uur
e	300-700 (blauwlicht) (met α < 11 mrad en t ≤ 10 000 s)	W m ⁻²			Niet vaak, aangezien de gangbare bronnen gewoonlijk vrij groot zijn
f	300-700 (blauwlicht) (met α < 11 mrad en t > 10 000 s)	W m ⁻²			
g	380-1 400 (zichtbaar en IRA) (voor t > 10 s)	W m ⁻² sr ⁻¹	netvlies	verbranding van het netvlies	Ja, indien de bron zichtbare stralen uitzendt. Deze grenswaarde is gebaseerd op een ergste geval van blootstelling gedurende 8 uur
h	380-1 400 (zichtbaar en IRA) (voor t 10 μs tot 10 s)	W m ⁻² sr ⁻¹			Nee, het ergste geval is de langste blootstelling
i	380-1 400 (zichtbaar en IRA) (voor t < 10 μs)	W m ⁻² sr ⁻¹			
j	780-1 400 (IRA) (voor t > 10 s)	W m ⁻² sr ⁻¹	netvlies	verbranding van het netvlies	Niet zo vaak, aangezien de gangbare bronnen gewoonlijk straling uitzenden waarvoor grenswaarden g , h en i beter geschikt zijn
k	780-1 400 (IRA) (voor t 10 μs tot 10 s)	W m ⁻² sr ⁻¹			
l	780-1 400 (IRA) (voor t < 10 μs)	W m ⁻² sr ⁻¹			
m	780-400 (IRA, IRB) (voor t ≤ 1 000 s)	W m ⁻²	hoornvlies lens	verbranding van het hoornvlies	
n	780-3 000 (IRA, IRB) (voor t > 1 000 s)	W m ⁻²			
o	380-3 000 (zichtbaar, IRA, IRB)	J m ⁻²	huid	verbranding	Niet zo vaak, aangezien er slechts bij krachtige warmtegenererende industriële bronnen reden tot bezorgdheid is

Bijgevolg worden vooral de grenswaarden **a** en **b** (voor bronnen die UV-stralen uitzenden) en/of **d** en **g** (voor bronnen die zichtbare en IRA-stralen uitzenden) toegepast.

In uitzonderlijke omstandigheden kunnen andere grenswaarden voor blootstelling toegepast worden. Grenswaarde **c** wordt bijvoorbeeld gebruikt wanneer grenswaarde **d** waarschijnlijk wordt overschreden en grenswaarde **h** wordt gebruikt wanneer grenswaarde **g** waarschijnlijk wordt overschreden. Dergelijke omstandigheden worden pas tijdens de risicobeoordeling duidelijk.

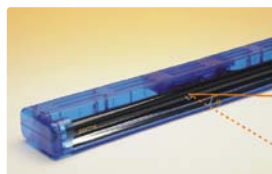
Voor deze grenswaarden voor blootstelling moeten de spectralewegingskrommen $S(\lambda)$, $B(\lambda)$ en $R(\lambda)$ gebruikt worden. Deze factoren worden toegelicht onder punt 5.2. Om deze wegingsfactoren te kunnen gebruiken, zijn spectrale gegevens nodig.

Geometrische factoren

Indien de bron zichtbare en/of infraroodstralen uitzendt, hangen de geschikte grenswaarden voor blootstelling en de radiometrische grootheden af van geometrische factoren die moeten worden berekend. Enkele van deze factoren zijn gedefinieerd in de richtlijn, andere zijn uitgelegd in de norm 62471 (2008). Indien de bron alleen maar UV-stralen uitzendt, doen al deze factoren niet ter zake.

De geometrische factoren zijn:

- θ (hoek tussen de loodrechte op de oppervlakte van de bron en de voor de meting gebruikte kijkrichting) (zie diagram rechts)
- Z (gemiddelde afmeting van de bron)
- α (door de bron ingenomen hoek)
- C_a (van α afhankelijke factor)
- ω (door de bron ingenomen ruimtehoek).



Voordat deze factoren kunnen worden berekend, moet worden nagegaan of de bron al dan niet een relatief homogeen stralingsveld uitzendt. Indien de bron homogeen is, hebben alle afmetingen (lengte, breedte enz.) betrekking op de volledige bronoppervlakte. Indien de bron duidelijk niet homogeen is (zoals een felle lamp met een zwakke achterreflector), hebben deze afmetingen alleen betrekking op het helderste deel. Indien een bron is uitgerust met twee of meer identieke zenders van stralen, dient elke zender als een aparte bron te worden beschouwd die pro rata tot de gemeten hoeveelheid straling bijdraagt.

Berekening van Z

schijnbare lengte van de bron (l) = reële lengte $\times \cos \theta$

schijnbare breedte van de bron (w) = reële breedte $\times \cos \theta$

Z is het gemiddelde van l en w

Opmerking:

- indien de bron loodrecht op de oppervlakte wordt waargenomen, is $\cos \theta = 1$;
- indien de bron cirkelvormig is en onder een hoek van 90° wordt waargenomen, is Z gelijk aan de diameter.

De schijnbare oppervlakte (A) van de bron is gelijk aan:

de reële oppervlakte $\times \cos \theta$ (voor een cirkelvormige bron); of

$l \times w$ voor andere bronnen.

Indien de afstand tot de bron gelijk is aan r en indien alle afmetingen in dezelfde eenheid zijn uitgedrukt, geldt het volgende:

$\alpha = Z/r$, in *radialen* (rad);

$\omega = A/r^2$ in *steradianen* (sr).

C_a is gebaseerd op α en wordt alleen maar gebruikt om de grenswaarden voor blootstelling te berekenen voor hitteletsel aan het netvlies. Aangezien alle hierna toegevoegde beoordelingen gebaseerd zijn op vereenvoudigde hypothesen, wordt C_a niet berekend.

Voorlopige beoordeling

Volgens ICNIRP, de instantie die de grenswaarden voor blootstelling heeft vastgesteld, hoeft voor netvliesrisico's geen volledige spectrumanalyse gemaakt te worden in geval van een algemene lichtbron die „witlicht” produceert met een lichtsterkte van minder dan 10^4 cd m⁻². Naar verluidt geldt dit voor ongefilterde gloei-, fluorescentie- en booglampen.

Deze grenswaarde is een richtsnoer en mag *niet* gebruikt worden om de risico's van ultraviolette straling te beoordelen. Zij mag wel gebruikt worden om te bepalen of een grondige beoordeling van de risico's van zichtbare en infraroodstralen al dan niet noodzakelijk is.

Voor de toepassing van deze indicatieve grenswaarde kan de spectrale bestralingssterkte van 380 tot 760 nm gewogen worden volgens de fotopische spectrale lichtgevoeligheidskromme $V(\lambda)$ van de Internationale Commissie voor Verlichtingskunde (CIE), waarna de som

wordt gemaakt om de fotopische effectieve bestralingssterkte E_v te berekenen, die wordt uitgedrukt in $W\ m^{-2}$. Deze waarde wordt vermenigvuldigd met een standaardlichtefficiëntiefactor van $683\ lm\ W^{-1}$, wat de in lux uitgedrukte verlichtingssterkte oplevert. De lichtsterkte is gelijk aan de verlichtingssterkte gedeeld door ω .

Het dient evenwel te worden opgemerkt dat geen spectrale metingen hoeven gedaan te worden om de verlichtingssterkte van een verlichtingsapparaat te bepalen. Deze waarde kan met elke goed ontworpen, geijkte lichtmeter worden gemeten. Daardoor kan de voorlopige beoordeling snel en gemakkelijk worden uitgevoerd.

Vereiste gegevens

Over het algemeen zijn gegevens nodig die het volledige spectrale bereik van alle toepasselijke grenswaarden voor blootstelling bestrijken. In het ergste geval zijn gegevens nodig voor het golflengtegebied dat gaat van 180 nm tot 1 400 nm.

Het spectrale gebied waarvoor gegevens nodig zijn, kan worden beperkt. Dat spreekt vanzelf wanneer een bepaalde grenswaarde voor blootstelling niet van toepassing is. Indien een bron bijvoorbeeld geen UV-stralen uitzendt, zijn alleen maar gegevens voor het golflengtegebied van 400 nm tot 1 400 nm nodig.

Het is ook mogelijk dat een bron geen enkele straling uitzendt in een bepaald spectraal gebied. Bijvoorbeeld:

- de stralen van leds blijven beperkt tot een vrij klein golflengtegebied. Indien een groene led moet worden beoordeeld, kan het volstaan enkel het golflengtegebied van 400 tot 600 nm te meten, waarbij ervan wordt uitgegaan dat waarden boven dat gebied nul bedragen;
- er zijn maar weinig bronnen die straling uitzenden met een golflengte van minder dan 254 nm. Deze zijn op de meeste werkplekken dan ook niet aanwezig;
- vele verlichtingsapparaten hebben een glazen dekplaat die straling onder 350 nm tegenhoudt;
- afgezien van gloeilampen is de infraroodstraling van de meeste gangbare bronnen verwaarloosbaar.

Wanneer het spectrale gebied van de gegevens bepaald is, moeten de gegevens worden verzameld (door meting of anderszins). De meest nuttige informatie is

de spectrale bestralingssterkte. Deze informatie kan worden gewogen met de functies die voor de gebruikte grenswaarden voor blootstelling geschikt zijn ($S(\lambda)$, $B(\lambda)$, $R(\lambda)$ en eventueel $V(\lambda)$). Vervolgens wordt de som van de gewogen waarden gemaakt.

Vereenvoudigde hypothesen

Er wordt van vereenvoudigde hypothesen uitgegaan om de meting en de beoordeling in het zichtbare spectrale gebied te vereenvoudigen. Zij zijn niet noodzakelijk indien UV-straling het enige gevaar vormt.

De spectrale bestralingssterkte moet steeds met passende instrumenten worden gemeten: voor grenswaarden voor blootstelling van het netvlies moet het gezichtsveld van het instrument beperkt zijn tot specifieke γ -waarden, afhankelijk van de verwachte blootstelduur. Voor grenswaarde **d** bedraagt de verwachte blootstelduur 8 uur. Voor grenswaarde **g** wordt uitgegaan van een maximale blootstelduur van 10 seconden, aangezien de grenswaarde bij een langere blootstelling niet meer verandert.

Tabel 2.5 van de richtlijn bevat de passende waarden voor γ :

- $\gamma = 110\ mrad$ voor grenswaarden voor blootstelling wat gevaar voor fotochemische netvliesbeschadiging betreft (d.w.z. grenswaarde **d** voor een blootstelling van 10 000 s);
- $\gamma = 11\ mrad$ voor grenswaarden voor blootstelling wat gevaar voor thermische netvliesbeschadiging betreft (d.w.z. grenswaarde **g** voor een blootstelling van 10 s).

Gezien deze gezichtsveldvereisten lijken meerdere metingen noodzakelijk. Indien de reële bron een ruimtehoek inneemt die groter is dan γ , zal meting met een onbeperkt gezichtsveld evenwel een grotere bestralingssterkte opleveren, wat leidt tot een eerder voorzichtige risicobeoordeling. Daarom kunnen alle berekeningen gebeuren op basis van één enkele reeks meetgegevens die op basis van een onbeperkt gezichtsveld zijn bekomen.

Om de straling te berekenen aan de hand van de bestralingssterkte, wordt de bestralingssterkte door een ruimtehoek gedeeld. Deze ruimtehoek is ofwel de reële waarde van ω ofwel een op γ gebaseerde waarde, afhankelijk van welke waarde de grootste is.

- Voor grenswaarde **d** moet γ voor het gezichtsveld 110 mrad bedragen, wat overeenkomt met een ruimtehoek van 0,01 sr.
- Voor grenswaarde **g** moet γ voor het gezichtsveld 11 mrad bedragen, wat overeenkomt met een ruimtehoek van 0,0001 sr.

Deze vereenvoudigde hypothesen kunnen bij niet-homogene bronnen tot kunstmatig hoge resultaten leiden die groter zijn dan γ . Indien een bron wordt beoordeeld en de grenswaarde voor blootstelling schijnbaar overschreden is, kan het raadzaam zijn de metingen opnieuw te verrichten met een kleiner gezichtsveld met een passende γ -waarde.

In de onderstaande voorbeelden wordt naar deze waarden verwezen met:

ω = de reële ruimtehoek die door de bron wordt ingenomen;

$\omega_B = 0,01$ sr of ω , afhankelijk van welke waarde de grootste is;

$\omega_R = 0,0001$ sr of ω , afhankelijk van welke waarde de grootste is.

Vergelijking met de grenswaarden voor blootstelling

Grenswaarde a
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$.
Indien de effectieve bestralingsterkte E_{eff} in W m^{-2} uitgedrukt is, is de maximaal toegelaten blootstellingsduur (MTB), uitgedrukt in seconden, gelijk aan $30 \text{ J m}^{-2} / E_{\text{eff}}$.
<i>Indien de MTB > 8 uur, is er geen gevaar dat de grenswaarde voor blootstelling op afstand r overschreden wordt.</i>
Grenswaarde b
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$.
Indien de effectieve bestralingsterkte E_{UVA} in W m^{-2} uitgedrukt is, is de maximaal toegelaten blootstellingsduur (MTB), uitgedrukt in seconden, gelijk aan $10^4 \text{ J m}^{-2} / E_{\text{UVA}}$.
<i>Indien de MTB > 8 uur, is er geen gevaar dat de grenswaarde voor blootstelling op afstand r overschreden wordt.</i>
Grenswaarde d
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.
<i>Indien de effectieve straling L_B kleiner is dan de grenswaarde voor blootstelling, is er geen gevaar dat deze grenswaarde zal worden overschreden. Dit geldt voor alle afstanden, op voorwaarde dat θ constant blijft.</i>
Grenswaarde g
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $2,8 \times 10^7 / C_a$. In dit geval hangt C_a af van α . De grenswaarde is het laagst bij $\alpha \geq 100$ mrad. In dat geval bedraagt C_a 100 mrad en is de grenswaarde gelijk aan $280\,000 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.
<i>Indien de effectieve straling L_R kleiner is dan de grenswaarde voor blootstelling, is er geen gevaar dat deze grenswaarde zal worden overschreden. Dit geldt voor alle afstanden, op voorwaarde dat θ constant blijft.</i>

Indien de grenswaarden voor blootstelling overschreden worden

Grenswaarde van ICNIRP voor de lichtsterkte
Indien de lichtsterkte meer bedraagt dan 10^4 cd m^{-2} moet de beoordeling met voldoende gegevens worden overgedaan om vergelijking met de grenswaarden d en g mogelijk te maken.
Grenswaarde a
Indien de MTB < 8 uur, moet worden aangetoond dat de reële tijd die medewerkers op afstand r doorbrengen, minder dan de MTB bedraagt.
Grenswaarde b
Indien de MTB < 8 uur, moet worden aangetoond dat de reële tijd die medewerkers op afstand r doorbrengen, minder dan de MTB bedraagt. Er hoeft geen rekening te worden gehouden met de tijd die werknemers op afstand r doorbrengen wanneer hun gelaat niet naar de bron is gericht.
Indien de bron erg fel is, mag ervan uitgegaan worden dat de afweerreflex de blootstellingsmomenten beperkt tot 0,25 s.
Grenswaarde d
Indien L_B groter is dan de grenswaarde voor blootstelling, zou een MTB berekend moeten worden op basis van grenswaarde c.
Grenswaarde c is $L_B \leq 10^6/t$. De MTB (uitgedrukt in seconden) is $t_{\max} \leq 10^6/L_B$. Vervolgens moet worden aangetoond dat de reële tijd die medewerkers binnen gezichtsveld θ doorbrengen minder dan $t_{\max}$ bedraagt. Er hoeft geen rekening te worden gehouden met de tijd die werknemers op afstand r doorbrengen wanneer hun gelaat niet naar de bron is gericht.
Indien de bron erg fel is, mag ervan uitgegaan worden dat de afweerreflex de blootstellingsmomenten beperkt tot 0,25 s.
Ook grenswaarde e mag worden gebruikt. Op basis van de verhoudingen $\alpha = Z/r$ en $L_B = E_b/\omega$ wordt de afstand berekend waarop $\alpha = 11 \text{ mrad}$. Indien op dit punt of op een grotere afstand $E_b \leq 10 \text{ mW m}^{-2}$, worden de grenswaarden voor blootstelling op een grotere afstand dan het betrokken punt niet overschreden.
Grenswaarde g
Indien L_R groter is dan de grenswaarde voor blootstelling, is de grenswaarde misschien te laag: indien de reële ruimtehoek van de bron $\alpha < 100 \text{ mrad}$, dient de grenswaarde voor blootstelling opnieuw te worden berekend.
Indien L_R nog altijd groter is dan de nieuwe grenswaarde voor blootstelling, zou een MTB berekend moeten worden op basis van grenswaarde h.
Grenswaarde h is $L_R \leq 5 \times 10^7/c_a t^{0,25}$. De MTB (uitgedrukt in seconden) is bijgevolg $t_{\max} \leq (5 \times 10^7/c_a L_R)^4$. Ga ervan uit dat c_a gelijk is aan α . Vervolgens moet worden aangetoond dat de reële tijd die medewerkers binnen gezichtsveld θ doorbrengen, minder dan $t_{\max}$ bedraagt. Er hoeft geen rekening te worden gehouden met de tijd die werknemers op afstand r doorbrengen wanneer hun gelaat niet naar de bron is gericht.
Indien de bron erg fel is, mag ervan uitgegaan worden dat de afweerreflex de blootstellingsmomenten beperkt tot 0,25 s.

D.1.2. Structuur van de voorbeelden

De in dit document opgenomen voorbeelden zijn op basis van de bovenstaande methode uitgewerkt. Wanneer van een vereenvoudigde hypothese is uitgegaan, werd het voorbeeld wel volledig uitgewerkt, maar

zijn de stappen die overbodig zijn indien de hypothesen aanvaard worden in het grijs weergegeven, om de toepasbaarheid aan te tonen van de hypothesen die in de beginfase kunnen worden aangenomen. Aan het einde van dit aanhangsel is een overzicht opgenomen van de resultaten van alle voorbeelden.

D.1.3. Tegen het plafond bevestigde fluorescentielampen met een lamprooster



Een reeks van 3 fluorescentielampen van 36 W voor algemene verlichtingsdoeleinden in een plafondarmatuur van 57,5 cm x 117,5 cm. De armatuur is voorzien van een plastic lamprooster dat de lampen volledig bedekt. Daardoor wordt de bron vrij homogeen.

Keuze van de grenswaarden voor blootstelling

Dit soort lampen zendt geen grote hoeveelheden infraroodstralen uit. Het gevaar is afkomstig van de blootstelling aan zichtbare of ultraviolette golflengten. Ultraviolette golflengten zullen door het lamprooster verzwakt worden. Enkel grenswaarde **d** is van toepassing.

Geometrische factoren

De spectrale bestralingssterkte wordt gemeten op 100 cm van de lamp, waarbij recht in de lamp wordt gekeken.

De gemiddelde afmeting van de bron bedraagt 87,5 cm.

Dat levert een α -waarde van 0,875 rad op.

De oppervlakte van de bron bedraagt 6 756 cm².

Dat betekent dat $\omega = 0,68$ sr.

Bijgevolg zijn ω_B en ω_R gelijk aan 0,68 sr.

Voorlopige beoordeling

De fotopische effectieve bestralingssterkte werd gemeten en bedraagt 1 477 mW m⁻², wat overeenkomt met een verlichtingssterkte van 1 009 lux.

De lichtsterkte van deze bron bedraagt bijgevolg $1\,009/0,68 = 1\,484$ cd m⁻².

Geen verdere beoordeling vereist.

Radiometrische gegevens

De meetwaarden van de effectieve bestralingssterkte zijn:

effectieve bestralingssterkte $E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W m}^{-2}$

UVA-bestralingssterkte $E_{\text{UVA}} = 17 \text{ mW m}^{-2}$

effectieve bestralingssterkte (blauwlicht)
 $E_B = 338 \text{ mW m}^{-2}$

effectieve bestralingssterkte (hitteletsel)
 $E_R = 5\,424 \text{ mW m}^{-2}$

Vereenvoudigde hypothesen

Effectieve straling (blauwlicht)

$L_B = 338 \text{ mW m}^{-2}/0,68 \text{ sr} = 0,5 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effectieve straling (hitteletsel)

$L_R = 5\,424 \text{ mW m}^{-2}/0,68 \text{ sr} = 8 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Vergelijking met de grenswaarden voor blootstelling

Grenswaarde a			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde b			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 17 \text{ mW m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde d			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_B = 0,5 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden
Grenswaarde g			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 8 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden

D.1.4. Eén enkele tegen het plafond bevestigde fluorescentielamp zonder lamprooster

Een fluorescentielamp voor algemene verlichtingsdoeleinden van 153 cm x 2 cm en een vermogen van 58 W in een plafondarmatuur van 153 cm x 13 cm die voorzien is van achterreflectoren en vooraan open is. De bron is niet homogeen en de lamp is het helderste deel.



Zie ook voorbeeld D.1.5

Keuze van de grenswaarden voor blootstelling

Dit soort lampen zendt geen grote hoeveelheden infraroodstralen uit. Het gevaar is afkomstig van de blootstelling aan zichtbare of ultraviolette golflengten. Grenswaarden **a**, **b** en **d** zijn van toepassing.

Geometrische factoren

De spectrale bestralingssterkte wordt gemeten op 100 cm van de lamp, waarbij recht in de lamp wordt gekeken.

De gemiddelde afmeting van de lamp bedraagt 77,5 cm. Dat levert een α -waarde van 0,775 rad op.

De oppervlakte van de lamp bedraagt 306 cm². Dat betekent dat $\omega = 0,03$ sr. Bijgevolg zijn ω_B en ω_R gelijk aan 0,03 sr.

Voorlopige beoordeling

De fotopische effectieve bestralingssterkte werd gemeten en bedraagt 1 640 mW m⁻², wat overeenkomt met een verlichtingssterkte van 1 120 lux.

De lichtsterkte van deze bron bedraagt bijgevolg $1\,120/0,03 = 37\,333$ cd m⁻².

Een verdere beoordeling van het gevaar op netvliesbeschadiging lijkt aangewezen. Ook het UV-stralingsrisico moet worden beoordeeld.

Radiometrische gegevens

De meetwaarden van de effectieve bestralingssterkte zijn:

effectieve bestralingssterkte $E_{\text{eff}} = 600$ $\mu\text{W m}^{-2}$

UVA-bestralingssterkte $E_{\text{UVA}} = 120$ mW m⁻²

effectieve bestralingssterkte (blauwlicht)

$E_B = 561$ mW m⁻²

effectieve bestralingssterkte (hittedetector)

$E_R = 7\,843$ mW m⁻²

Vereenvoudigde hypothesen

Effectieve straling (blauwlicht)

$L_B = 561$ mW m⁻²/0,03 sr = 19 W m⁻² sr⁻¹.

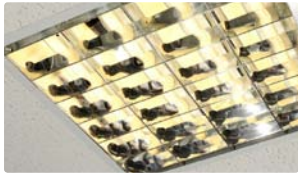
Effectieve straling (hittedetector)

$L_R = 7\,843$ mW m⁻²/0,03 sr = 261 W m⁻² sr⁻¹.

Vergelijking met de grenswaarden voor blootstelling

Grenswaarde a			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{eff}} = 30$ J m ⁻²	→	$E_{\text{eff}} = 600$ $\mu\text{W m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde b			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{UVA}} = 10^4$ J m ⁻²	→	$E_{\text{UVA}} = 120$ mW m ⁻²	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde d			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt 100 W m ⁻² sr ⁻¹	→	$L_B = 19$ W m ⁻² sr ⁻¹	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden
Grenswaarde g			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt 280 kW m ⁻² sr ⁻¹	→	$L_R = 261$ W m ⁻² sr ⁻¹	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden

D.1.5. Een reeks tegen het plafond bevestigde fluorescentielampen zonder lamprooster



Vier fluorescentielampen voor algemene verlichtingsdoeleinden van 57 cm x 2 cm en een vermogen van 18 W in een

plafondarmatuur van 57 cm x 57 cm, die van achterreflektoren is voorzien en vooraan open is. Deze situatie lijkt sterk op die van voorbeeld D.1.4, met het verschil dat de lampen door een andere fabrikant zijn geproduceerd. De bron is niet homogeen en de 4 lampen zijn de meest heldere delen van de installatie.

Keuze van de grenswaarden voor blootstelling

Dit soort lampen zendt geen grote hoeveelheden infraroodstralen uit. Het gevaar is afkomstig van de blootstelling aan zichtbare of ultraviolette golflengten. Grenswaarden **a**, **b** en **d** zijn van toepassing.

Geometrische factoren

De spectrale bestralingssterkte wordt gemeten op 100 cm van de lamp, waarbij recht in de lamp wordt gekeken. Elke lamp heeft een gemiddelde afmeting van 29,5 cm. Dat levert een α -waarde van 0,295 rad op. Elke lamp heeft een oppervlakte van 114 cm². Dat betekent dat $\omega = 0,011$ sr. $\omega_b = 0,011$ sr en $\omega_r = 0,011$ sr.

Voorlopige beoordeling

De fotopische effectieve bestralingssterkte werd gemeten en bedraagt 1 788 mW m⁻². Die waarde heeft betrekking op de 4 lampen samen. Aangezien elke lamp als een aparte bron wordt gezien, dragen zij elk 447 mW m⁻² bij tot de totale waarde. 447 mW m⁻² komt overeen met een verlichtingssterkte van 305 lux per lamp.

De lichtsterkte van elke lamp bedraagt bijgevolg $305/0,011 = 28\,000$ cd m⁻².

Het risico op netvliesbeschadiging dient verder te worden onderzocht. Ook het UV-stralingsrisico moet worden beoordeeld.

Radiometrische gegevens

De meetwaarden van de effectieve bestralingssterkte zijn:

effectieve bestralingssterkte $E_{\text{eff}} = 1,04$ mW m⁻²;

UVA-bestralingssterkte $E_{\text{UVA}} = 115$ mW m⁻²;

effectieve bestralingssterkte (blauwlicht)

$E_b = 555$ mW m⁻² = 139 mW m⁻² per lamp;

effectieve bestralingssterkte (hiteletsel)

$E_r = 8\,035$ mW m⁻² = 2 009 mW m⁻² per lamp.

Vereenvoudigde hypothesen

Effectieve straling (blauwlicht)

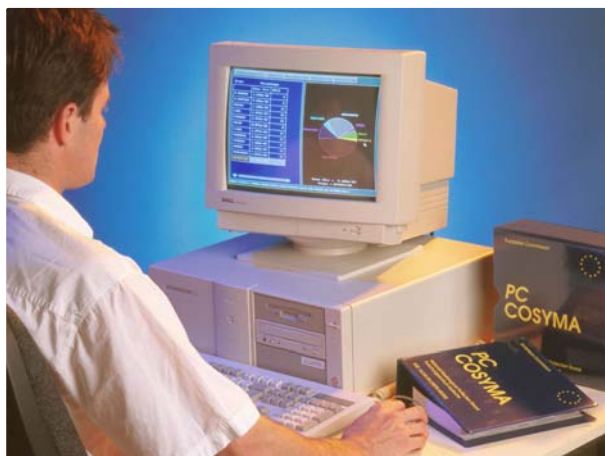
$L_b = 139$ mW m⁻²/0,011 sr = 13 W m⁻² sr⁻¹.

Effectieve straling (hiteletsel) $L_r = 2\,009$ mW m⁻²/0,011 sr = 183 W m⁻² sr⁻¹.

Vergelijking met de grenswaarden voor blootstelling

Grenswaarde a			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{eff}} = 30$ J m ⁻²	→	$E_{\text{eff}} = 1,04$ mW m ⁻²	→ De MTB bedraagt 8 uur, waardoor de grenswaarde voor blootstelling bijna overschreden wordt.
<i>Hoewel langdurige blootstelling op een afstand van 100 cm weinig waarschijnlijk is, moet hiermee toch rekening worden gehouden indien andere bronnen van UV-straling in de omgeving aanwezig zijn.</i>			
Grenswaarde b			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{UVA}} = 10^4$ J m ⁻²	→	$E_{\text{UVA}} = 115$ mW m ⁻²	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde d			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt 100 W m ⁻² sr ⁻¹	→	$L_b = 13$ W m ⁻² sr ⁻¹	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden
Grenswaarde g			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt 280 kW m ⁻² sr ⁻¹	→	$L_r = 183$ W m ⁻² sr ⁻¹	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden

D.1.6. Een beeldscherm met een kathodestraalbuis



Een desktopcomputer is aangesloten op een beeldscherm dat is uitgerust met een kathodestraalbuis.

Keuze van de grenswaarden voor blootstelling

Kathodestraalbuizen zenden geen grote hoeveelheden ultraviolette of infraroodstraling uit. Het gevaar is afkomstig van de blootstelling aan zichtbare golflengten. Grenswaarde **d** is van toepassing.

Geometrische factoren

Het beeldscherm mengt de drie hoofdkleuren om kleurbeelden weer te geven. In het ergste geval zijn alle drie de hoofdkleuren aanwezig (een wit beeld). De spectrale bestralingssterkte wordt gemeten op 10 cm van een homogene witte rechthoek waar recht wordt ingekeken.

De gemiddelde afmeting van de bron bedraagt 17 cm.

Dat levert een α -waarde van 1,7 rad op.

De oppervlakte van de bron bedraagt 250 cm².

Dat betekent dat $\omega = 2,5$ sr.

Bijgevolg zijn ω_b en ω_r gelijk aan 2,5 sr.

Voorlopige beoordeling

De fotopische effectieve bestralingssterkte werd gemeten en bedraagt 64 mW m⁻², wat overeenkomt met een verlichtingssterkte van 43 lux.

De lichtsterkte van deze bron bedraagt bijgevolg $43/2,5 = 17$ cd m⁻².

Geen verdere beoordeling vereist.

Radiometrische gegevens

De meetwaarden van de effectieve bestralingssterkte zijn:

effectieve bestralingssterkte $E_{\text{eff}} = 130 \mu\text{W m}^{-2}$;

UVA-bestralingssterkte $E_{\text{UVA}} = 8 \text{ mW m}^{-2}$;

effectieve bestralingssterkte (blauwlicht)
 $E_b = 61 \text{ mW m}^{-2}$;

effectieve bestralingssterkte (hitteletsel)
 $E_r = 716 \text{ mW m}^{-2}$.

Vereenvoudigde hypothesen

Effectieve straling (blauwlicht)

$L_b = 61 \text{ mW m}^{-2}/2,5 \text{ sr} = 24 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effectieve straling (hitteletsel)

$L_r = 716 \text{ mW m}^{-2}/2,5 \text{ sr} = 286 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Vergelijking met de grenswaarden voor blootstelling

Grenswaarde a			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 130 \mu\text{W m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde b			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 8 \text{ mW m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde d			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 24 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden
Grenswaarde g			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_r = 286 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden

D.1.7. Het beeldscherm van een laptop



Laptops zijn uitgerust met een lcd-scherm.

Keuze van de grenswaarden voor blootstelling

Lcd-schermen zenden geen grote hoeveelheden ultraviolette of infraroodstraling uit. Het gevaar is afkomstig van de blootstelling aan zichtbare golflengten. Grenswaarde **d** is van toepassing.

Geometrische factoren

Het lcd-scherm mengt de drie hoofdkleuren om kleurbeelden weer te geven. In het ergste geval zijn alle drie de hoofdkleuren aanwezig (een wit beeld). De spectrale bestralingssterkte wordt gemeten op 10 cm van een homogene witte rechthoek waar recht wordt ingekeken.

De gemiddelde afmeting van de bron bedraagt 13 cm.

Dat levert een α -waarde van 1,3 rad op.

De oppervlakte van de bron bedraagt 173 cm².

Dat betekent dat $\omega = 1,7$ sr.

Bijgevolg zijn ω_B en ω_R gelijk aan 1,7 sr.

Voorlopige beoordeling

De fotopische effectieve bestralingssterkte werd gemeten en bedraagt 134 mW m⁻², wat overeenkomt met een verlichtingssterkte van 92 lux.

De lichtsterkte van deze bron bedraagt bijgevolg $92/1,7 = 54$ cd m⁻².

Geen verdere beoordeling vereist.

Radiometrische gegevens

De meetwaarden van de effectieve bestralingssterkte zijn:

effectieve bestralingssterkte $E_{\text{eff}} = 70 \mu\text{W m}^{-2}$;

UVA-bestralingssterkte $E_{\text{UVA}} = 4 \text{ mW m}^{-2}$;

effectieve bestralingssterkte (blauwlicht)
 $E_B = 62 \text{ mW m}^{-2}$;

effectieve bestralingssterkte (hittedetector)
 $E_R = 794 \text{ mW m}^{-2}$.

Vereenvoudigde hypothesen

Effectieve straling (blauwlicht)

$L_B = 62 \text{ mW m}^{-2}/1,7 \text{ sr} = 36 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effectieve straling (hittedetector)

$L_R = 794 \text{ mW m}^{-2}/1,7 \text{ sr} = 467 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Vergelijking met de grenswaarden voor blootstelling

Grenswaarde a			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 70 \mu\text{W m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde b			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 4 \text{ mW m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde d			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_B = 36 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden
Grenswaarde g			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 467 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden

D.1.8. Een schijnwerper met een metaalhalidelamp voor buitengebruik



Een metaalhalidelamp van 70 W in een armatuur van 18 x 18 cm met een achterreflector en een doorschijnende dekplaat. Het geheel is bedoeld om op de balustrade van een gebouw te worden gemonteerd, teneinde de onderliggende omgeving te verlichten. De bron is niet homogeen. Het helderste gebied is de lichtboog zelf, die naar schatting min of meer bolvormig is en een diameter van ongeveer 5 mm heeft.

Keuze van de grenswaarden voor blootstelling

Het gevaar is afkomstig van blootstelling aan zichtbare en mogelijk ook aan ultraviolette golflengten. Metaalhalidelampen zenden grote hoeveelheden ultraviolette straling uit. In dit voorbeeld is de schijnwerper voorzien van een behuizing en een dekplaat die de straling kunnen verminderen, maar toch kan nog altijd genoeg UVA-straling worden uitgezonden om reden tot bezorgdheid te geven. De grenswaarden **b**, **d** en **g** zijn van toepassing.

Geometrische factoren

De spectrale bestralingssterkte wordt gemeten op 100 cm van de lamp, waarbij recht in de lamp wordt gekeken.

De gemiddelde afmeting van de lichtboog bedraagt 0,5 cm. Dat levert een α -waarde van 0,005 rad op. Aangezien dat minder is dan 11 mrad kan grenswaarde **d** vervangen worden door grenswaarde **f** indien het de bedoeling is dat

mensen hun blik op de bron fixeren. Dat is hier niet het geval. Daarom zal de beoordeling gebeuren op basis van grenswaarde **d**. Zie opmerking 2 bij tabel 1.1 in de richtlijn. De oppervlakte van de bron bedraagt 0,2 cm².

Dat betekent dat $\omega = 0,00002$ sr.

Bijgevolg is ω_b gelijk aan 0,01 sr en ω_r aan 0,0001 sr.

Voorlopige beoordeling

De fotopische effectieve bestralingssterkte werd gemeten en bedraagt 4 369 mW m⁻², wat overeenkomt met een verlichtingssterkte van 2 984 lux.

De lichtsterkte van deze bron bedraagt bijgevolg $2\,984/0,00002 = 149\,000\,000$ cd m².

Het gevaar voor netvliesbeschadiging en het mogelijke gevaar van UV-straling moeten verder worden onderzocht.

Radiometrische gegevens

De meetwaarden van de effectieve bestralingssterkte zijn:

effectieve bestralingssterkte $E_{\text{eff}} = 110 \mu\text{W m}^{-2}$;

UVA-bestralsingssterkte $E_{\text{UVA}} = 915 \text{ mW m}^{-2}$;

effectieve bestralingssterkte (blauwlicht)

$E_b = 2\,329 \text{ mW m}^{-2}$;

effectieve bestralingssterkte (hittedetector)

$E_r = 30\,172 \text{ mW m}^{-2}$.

Vereenvoudigde hypothesen

Effectieve straling (blauwlicht)

$L_b = 2\,329 \text{ mW m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 233 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effectieve straling (hittedetector)

$L_r = 30\,172 \text{ mW m}^{-2}/0,0001 \text{ sr} = 302 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Vergelijking met de grenswaarden voor blootstelling

Grenswaarde a			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 110 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde b			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 915 \text{ mW m}^{-2}$	→ De MTB bedraagt 3 uur
<i>Door de intense lichtsterkte van de lamp blijft elke blootstelling wellicht beperkt tot ongeveer 0,25 s.</i>			
Grenswaarde d			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_B = 233 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ De grenswaarde voor blootstelling is overschreden
<i>Daarom zou de MTB berekend moeten worden op basis van grenswaarde c.</i>			
Grenswaarde c			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $L_B < 10^6 / t \text{ W m}^{-2}$	→	$t_{\text{max}} = 10^6 / L_B$	→ De MTB bedraagt voor deze bron 70 minuten
<i>Door de intense lichtsterkte van de lamp blijft elke blootstelling wellicht beperkt tot ongeveer 0,25 s.</i>			
<i>Merk op dat, indien het de bedoeling was geweest dat mensen hun blik op de bron zouden fixeren, t_{max} op basis van grenswaarde e $100 / E_B$ of ongeveer 40 seconden zou zijn geweest.</i>			
Grenswaarde g			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 302 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ De grenswaarde voor blootstelling is overschreden op basis van de vereenvoudigde hypothese dat $\alpha > 0,1 \text{ rad}$
<i>Indien we de grenswaarde voor blootstelling berekenen op basis van de reële $\alpha (= 5 \text{ mrad})$, zou $5600 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ een meer realistische grenswaarde zijn. In dat geval is de grenswaarde voor blootstelling niet overschreden.</i>			

D.1.9. Een schijnwerper met een compacte fluorescentielamp voor buitengebruik



Een compacte fluorescente lamp van 26 W en 3 x 13 cm in een armatuur die is voorzien van een eenvoudige achterreflector en een doorschijnende bedekking. Het geheel is bedoeld om op de balustrade van een gebouw te worden gemonteerd, teneinde de onderliggende omgeving te verlichten. De lamp is de sterkste zender van stralen van deze niet-homogene bron.

Keuze van de grenswaarden voor blootstelling

Dit soort lampen zendt geen grote hoeveelheden infraroodstralen uit. Het gevaar is afkomstig van de blootstelling aan zichtbare of ultraviolette golflengten. Ultraviolette golflengten zullen door het lamprooster verzwakt worden. Grenswaarde **d** is van toepassing.

Geometrische factoren

De spectrale bestralingssterkte wordt gemeten op 100 cm van de lamp, waarbij recht in de lamp wordt gekeken.

De gemiddelde afmeting van de bron bedraagt 8 cm. Dat levert een α -waarde van 0,08 rad op. De oppervlakte van de bron bedraagt 39 cm². Dat betekent dat $\omega = 0,0039$ sr. Bijgevolg is ω_b gelijk aan 0,01 sr en ω_R aan 0,0039 sr.

Voorlopige beoordeling

De fotopische effectieve bestralingssterkte werd gemeten en bedraagt 366 mW m⁻², wat overeenkomt met een verlichtingssterkte van 250 lux.

De lichtsterkte van deze bron bedraagt bijgevolg $250/0,0039 = 64\,000$ cd m⁻².

Het risico op netvliesbeschadiging dient verder te worden onderzocht.

Radiometrische gegevens

De meetwaarden van de effectieve bestralingssterkte zijn:

effectieve bestralingssterkte $E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W m}^{-2}$;
UVA-bestralingssterkte $E_{\text{UVA}} = 2 \text{ mW m}^{-2}$;

effectieve bestralingssterkte (blauwlicht) $E_b = 149 \text{ mW m}^{-2}$;

effectieve bestralingssterkte (hitteletsel)
 $E_R = 1\,962 \text{ mW m}^{-2}$.

Vereenvoudigde hypothesen

Effectieve straling (blauwlicht)

$L_b = 149 \text{ mW m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 15 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effectieve straling (hitteletsel)

$L_R = 1\,962 \text{ mW m}^{-2}/0,0039 \text{ sr} = 503 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Vergelijking met de grenswaarden voor blootstelling

Grenswaarde a			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde b			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 2 \text{ mW m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde d			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 15 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden
Grenswaarde g			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 503 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden

D.1.10. Elektrisch insectendodend apparaat



Elektrische insectendodende apparaten zijn vaak uitgerust met lagedrukkwikdamlampen, die straling uitzenden in de UVA- en de blauwe gebieden van het spectrum, om vliegende insecten naar een hoogspanningsrooster te lokken. Dit voorbeeld verbruikt 25 W en is voorzien van twee lampen van elk 26 x 1 cm, die in het horizontale vlak op 10 cm van elkaar zijn gemonteerd.

Keuze van de grenswaarden voor blootstelling

Elektrische insectendodende apparaten dienen in overeenstemming te zijn met de productnorm EN 60335-2-59, volgens welke de bestralingssterkte E_{eff} op $1 \text{ m} \leq 1 \text{ mW m}^{-2}$ moet zijn. Er hoeft dan ook geen rekening te worden gehouden met grenswaarde **a**, maar met grenswaarde **b**. Aangezien dit geen bron van witlicht is, hoeft de lichtsterkte niet te worden berekend. Anderzijds geeft dit soort apparaten gewoonlijk maar weinig visuele prikkels, wat betekent dat het gevaar voor netvliesbeschadiging niet verder hoeft te worden onderzocht.

Geometrische factoren

De spectrale bestralingssterkte wordt gemeten op 100 cm van het apparaat. Aangezien het apparaat tegen de muur is gemonteerd, wordt de meting uitgevoerd op hoofdhoogte. De detector neemt het apparaat bijgevolg waar in een hoek van ongeveer 30° ten opzichte van de horizontale kijkrichting. Aangezien de lampen in het apparaat cilindervormig zijn, kan ervan uitgegaan worden dat in de lampen wordt gekeken met een hoek van 90° ten opzichte van het lampoppervlak.

- Elke lamp heeft een gemiddelde afmeting van 13,5 cm.
- Dat levert een α -waarde van 0,135 rad op.
- Elke lamp heeft een schijnbare oppervlakte van 26 cm^2 .
- Dat betekent dat $\omega = 0,0026 \text{ sr}$.
- Bijgevolg is ω_b gelijk aan 0,01 sr en ω_r aan 0,0026 sr.

Radiometrische gegevens

De meetwaarden van de effectieve bestralingssterkte zijn:

$$\text{effectieve bestralingssterkte } E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W m}^{-2}$$

$$\text{UVA-bestralingssterkte } E_{\text{UVA}} = 34 \text{ mW m}^{-2}$$

$$\text{effectieve bestralingssterkte (blauwlicht)} \\ E_b = 17 \text{ mW m}^{-2} = 8,5 \text{ mW m}^{-2} \text{ per lamp}$$

$$\text{effectieve bestralingssterkte (hitteletsel)} \\ E_r = 172 \text{ mW m}^{-2} = 86 \text{ mW m}^{-2} \text{ per lamp}$$

Vereenvoudigde hypothesen

$$\text{Effectieve straling (blauwlicht)} \\ L_b = 8,5 \text{ mW m}^{-2} / 0,01 \text{ sr} = 0,85 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$$

$$\text{Effectieve straling (hitteletsel)} \\ L_r = 86 \text{ mW m}^{-2} / 0,0026 \text{ sr} = 33 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$$

Vergelijking met de grenswaarden voor blootstelling

Grenswaarde a			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde b			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 34 \text{ mW m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde d			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 0,85 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden
Grenswaarde g			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_r = 33 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden

D.1.11. Een in het plafond verwerkte spot



Een in het plafond verwerkte spot met een wolfram-halogenelamp van 50 W in een afgesloten armatuur die is voorzien van een dichroïsche reflector en een glazen dekplaat. Het afgesloten verlichtingsapparaat heeft een diameter van 4 cm. Wanneer de spot brandt, is de bron homogeen.

Keuze van de grenswaarden voor blootstelling

Het eventuele gevaar is afkomstig van de blootstelling aan zichtbare golflengten (wolframhalogenelampen zenden een kleine hoeveelheid ultraviolette straling uit, maar in dit voorbeeld is de spot voorzien van een dekplaat die deze straling vermindert). De grenswaarden **d** en **g** zijn van toepassing.

Geometrische factoren

De spectrale bestralingssterkte wordt gemeten op 100 cm van de lamp, waarbij recht in de lamp wordt gekeken.

De gemiddelde afmeting van de bron bedraagt 4 cm.

Dat levert een α -waarde van 0,04 rad op.

De oppervlakte van de bron bedraagt 13 cm^2 .

Dat betekent dat $\omega = 0,001 \text{ sr}$.

Bijgevolg is ω_b gelijk aan 0,01 sr en ω_R aan 0,001 sr.

Voorlopige beoordeling

De fotopische effectieve bestralingssterkte werd gemeten en bedraagt 484 mW m^{-2} , wat overeenkomt met een verlichtingssterkte van 331 lux.

De lichtsterkte van deze bron bedraagt bijgevolg $331/0,001 = 331\,000 \text{ cd m}^{-2}$.

Het risico op netvliesbeschadiging dient verder te worden onderzocht.

Radiometrische gegevens

De meetwaarden van de effectieve bestralingssterkte zijn:

effectieve bestralingssterkte $E_{\text{eff}} = 30 \text{ }\mu\text{W m}^{-2}$

UVA-bestralingssterkte $E_{\text{UVA}} = 12 \text{ mW m}^{-2}$

effectieve bestralingssterkte (blauwlicht)

$E_b = 129 \text{ mW m}^{-2}$

effectieve bestralingssterkte (hitteletsel)

$E_R = 2\,998 \text{ mW m}^{-2}$

Vereenvoudigde hypothesen

Effectieve straling (blauwlicht)

$L_b = 129 \text{ mW m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 12,9 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effectieve straling (hitteletsel)

$L_R = 2\,998 \text{ mW m}^{-2}/0,001 \text{ sr} = 2\,998 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Vergelijking met de grenswaarden voor blootstelling

Grenswaarde a			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \text{ }\mu\text{W m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde b			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 12 \text{ mW m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde d			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 12,9 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden
Grenswaarde g			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 2\,998 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden

D.1.12. Bureau lamp



Een bureaulamp met een gewone gloeilamp in een lamphouder zonder dekplaat. De lamphouder heeft een diameter van 17 cm. De gloeilamp heeft een vermogen van 60 W en een diameter van 5,5 cm. Het glas is ondoorzichtig en zorgt voor diffuus licht. De bron is niet homogeen. De lamp is een sterkere zender van straling dan de reflector.

Keuze van de grenswaarden voor blootstelling

Gevaar komt voort uit blootstelling aan zichtbare golflengten (wolframgloeidraden zenden een kleine hoeveelheid ultraviolette straling uit, maar het glas doet dienst als filter). De grenswaarden **d** en **g** zijn van toepassing.

Geometrische factoren

De spectrale bestralingssterkte wordt gemeten op 50 cm van de lamp, waarbij recht in de lamp wordt gekeken. De gemiddelde afmeting van de bron bedraagt 5,5 cm. Dat levert een α -waarde van 0,11 rad op.

De oppervlakte van de bron bedraagt 24 cm².

Dat betekent dat $\omega = 0,0096$ sr.

Bijgevolg is ω_b gelijk aan 0,01 sr en ω_r aan 0,0096 sr.

Voorlopige beoordeling

De fotopische effectieve bestralingssterkte werd gemeten en bedraagt 522 mW m⁻², wat overeenkomt met een verlichtingssterkte van 357 lux.

De lichtsterkte van deze bron bedraagt bijgevolg $357/0,006 = 37\,188$ cd m⁻².

Het risico op netvliesbeschadiging dient verder te worden onderzocht.

Radiometrische gegevens

De meetwaarden van de effectieve bestralingssterkte zijn:

effectieve bestralingssterkte $E_{\text{eff}} = 50 \mu\text{W m}^{-2}$

UVA-bestralingssterkte $E_{\text{UVA}} = 18 \text{ mW m}^{-2}$

effectieve bestralingssterkte (blauwlicht)

$E_b = 92 \text{ mW m}^{-2}$

effectieve bestralingssterkte (hiteletsel)

$E_r = 4\,815 \text{ mW m}^{-2}$

Vereenvoudigde hypothesen

Effectieve straling (blauwlicht)

$L_b = 92 \text{ mW m}^{-2}/0,1 \text{ sr} = 0,92 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effectieve straling (hiteletsel)

$L_r = 4\,815 \text{ mW m}^{-2}/0,0096 \text{ sr} = 501 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Vergelijking met de grenswaarden voor blootstelling

Grenswaarde a			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 50 \mu\text{W m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde b			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 18 \text{ mW m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde d			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 0,92 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden
Grenswaarde g			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_r = 501 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden

D.1.13. Bureau lamp met daglichtspectrum



Een bureaulamp met een gloeilamp van 60 W in een lamphouder zonder dekplaat. De lamp is gekleurd om de kleureigenschappen van natuurlijk daglicht na te bootsen, maar is doorschijnend en genereert dus geen diffuus licht. De lamphouder heeft een diameter van 14 cm. De bron is niet homogeen.

Wanneer de lamp brandt, is de gloeidraad duidelijk te zien. De afmetingen van de gloeidraad kunnen maar moeilijk bepaald worden. Deze is ongeveer 3 cm lang en 0,5 mm dik.

Keuze van de grenswaarden voor blootstelling

Gevaar komt voort uit blootstelling aan zichtbare golflengten (wolframgloeidraden zenden een kleine hoeveelheid ultraviolette straling uit, maar het glas doet dienst als filter). De grenswaarden **d** en **g** zijn van toepassing.

Geometrische factoren

De spectrale bestralingssterkte wordt gemeten op 50 cm van de lamp, waarbij recht in de lamp wordt gekeken. De gemiddelde afmeting van de gloeidraad bedraagt 1,5 cm.

Dat levert een α -waarde van 0,03 rad op.

De oppervlakte van de gloeidraad bedraagt 0,15 cm².

Dat betekent dat $\omega = 0,00006$ sr.

Bijgevolg is ω_B gelijk aan 0,01 sr en ω_R aan 0,0001 sr.

Voorlopige beoordeling

De fotopische effectieve bestralingssterkte werd gemeten en bedraagt 559 mW m⁻², wat overeenkomt met een verlichtingssterkte van 383 lux.

De lichtsterkte van deze bron bedraagt bijgevolg $382/0,00006 = 6\,000\,000$ cd m⁻².

Het risico op netvliesbeschadiging dient verder te worden onderzocht.

Radiometrische gegevens

De meetwaarden van de effectieve bestralingssterkte zijn:

effectieve bestralingssterkte $E_{\text{eff}} = 110 \mu\text{W m}^{-2}$

UVA-bestralingssterkte $E_{\text{UVA}} = 26 \text{ mW m}^{-2}$

effectieve bestralingssterkte (blauwlicht)

$E_B = 138 \text{ mW m}^{-2}$

effectieve bestralingssterkte (hittedetector)

$E_R = 5\,172 \text{ mW m}^{-2}$

Vereenvoudigde hypothesen

Effectieve straling (blauwlicht)

$L_B = 138 \text{ mW m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 14 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effectieve straling (hittedetector)

$L_R = 5\,172 \text{ mW m}^{-2}/0,0001 \text{ sr} = 52 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Vergelijking met de grenswaarden voor blootstelling

Grenswaarde a			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 110 \mu\text{W m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde b			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 26 \text{ mW m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde d			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_B = 14 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden
Grenswaarde g			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 52 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden

D.1.14. Een fotokopieerapparaat



Fotokopieerapparaten bevatten een lichtbron die beelden scant, namelijk twee lichtstroken. Deze stroken zijn 21 cm lang en bevinden zich op een onderlinge afstand van 1,5 cm. Op de afbeelding rechts zijn ze te zien aan de linkerkant van de glazen afdekplaat van het fotokopieerapparaat. Elke verlichte strook is ongeveer 3 mm breed.

Keuze van de grenswaarden voor blootstelling

Het gevaar komt voort uit de blootstelling aan zichtbare golflengten (de glazen dekplaat vermindert normaal de ultraviolette straling). De grenswaarden **d** en **g** zijn van toepassing.

Geometrische factoren

De spectrale bestralingssterkte wordt gemeten op 30 cm van de glazen dekplaat. De afstand tussen de glazen dekplaat en de bron van optische straling is verwaarloosbaar. Bij de metingen wordt uitgegaan van een rechtstreekse blik op de bron: dat is een voorzichtig

uitgangspunt, aangezien personen de bron wellicht met een zekere hoek zullen zien.

Elke bron heeft een gemiddelde afmeting van 10,7 cm.

Dat levert een α -waarde van 0,36 rad op.

De oppervlakte van de bron bedraagt 6,3 cm².

Dat betekent dat $\omega = 0,007$ sr.

Bijgevolg is ω_B gelijk aan 0,01 sr en ω_R aan 0,007 sr.

Voorlopige beoordeling

De fotopische effectieve bestralingssterkte werd gemeten en bedraagt 197 mW m⁻². Die waarde heeft betrekking op de 2 stroken samen. Aangezien elke strook als een aparte bron wordt gezien, dragen zij elk 98,5 mW m⁻² bij tot de totale waarde. Dat komt overeen met een verlichtingssterkte van 67 lux per lamp.

De lichtsterkte van deze bron bedraagt bijgevolg $67/0,007 = 9\,643$ cd m⁻².

Geen verdere beoordeling vereist.

Radiometrische gegevens

De meetwaarden van de effectieve bestralingssterkte zijn:

effectieve bestralingssterkte $E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W m}^{-2}$

UVA-bestralingssterkte $E_{\text{UVA}} = 22 \text{ mW m}^{-2}$

effectieve bestralingssterkte (blauwlicht)
 $E_B = 124 \text{ mW m}^{-2} = 62 \text{ mW m}^{-2}$ per strook

effectieve bestralingssterkte (hitteletsel)
 $E_R = 1\,606 \text{ mW m}^{-2} = 803 \text{ mW m}^{-2}$ per strook

Vereenvoudigde hypothesen

Effectieve straling (blauwlicht)

$L_B = 62 \text{ mW m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 6,2 \text{ W m}^{-2}\text{sr}^{-1}$.

Effectieve straling (hitteletsel)

$L_R = 803 \text{ mW m}^{-2}/0,007 \text{ sr} = 115 \text{ W m}^{-2}\text{sr}^{-1}$.

Vergelijking met de grenswaarden voor blootstelling

Grenswaarde a			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde b			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 22 \text{ mW m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde d			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $100 \text{ W m}^{-2}\text{sr}^{-1}$	→	$L_B = 6,2 \text{ W m}^{-2}\text{sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden
Grenswaarde g			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $280 \text{ kW m}^{-2}\text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 115 \text{ W m}^{-2}\text{sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden

D.1.15. Videoprojector (beamer), tafelmodel



Een projector van 150 W met een projectorlens met een diameter van 4,7 cm

Zie ook voorbeeld D.1.16.

De projector creëert beelden door de drie hoofdkleuren te mengen. In het ergste geval zijn alle kleuren aanwezig, d.w.z. wanneer een wit beeld geprojecteerd wordt. Grafische software kan een dergelijk wit beeld creëren. De spectrale bestralingssterkte wordt gemeten op 200 cm van de projector, waarbij de projector ingesteld wordt om op die afstand het kleinste mogelijke scherpe beeld te projecteren. De projectorlens heeft een schijnbare diameter van 4,7 cm. Wanneer het toestel aanstaat, lijkt de lens niet homogeen verlicht. Het gebied met de grootste helderheid is ongeveer 3 cm breed.

Keuze van de grenswaarden voor blootstelling

Dit soort bronnen zendt geen grote hoeveelheden ultraviolette of infraroodstraling uit. Het gevaar is dus afkomstig van de blootstelling aan zichtbare golflengten. De grenswaarden **d** en **g** zijn van toepassing.

Geometrische factoren

De drie hoofdkleuren worden gemengd om kleurbeelden te genereren. In het ergste geval zijn alle drie de hoofdkleuren aanwezig (een wit beeld). De spectrale bestralingssterkte wordt gemeten op 200 cm van de lamp, waarbij recht in de lamp wordt gekeken.

De gemiddelde afmeting van de bron bedraagt 3 cm.

Dat levert een α -waarde van 0,02 rad op.

De oppervlakte van de bron bedraagt 7 cm².

Dat betekent dat $\omega = 0,0001$ sr.

Bijgevolg is ω_b gelijk aan 0,01 sr en ω_r aan 0,0001 sr.

Voorlopige beoordeling

De fotopische effectieve bestralingssterkte werd gemeten en bedraagt 2 984 mW m⁻², wat overeenkomt met een verlichtingssterkte van 2 038 lux.

De lichtsterkte van deze bron bedraagt bijgevolg 2 038/0,0001 = 20 000 000 cd m⁻².

Het risico op netvliesbeschadiging dient verder te worden onderzocht.

Radiometrische gegevens

De meetwaarden van de effectieve bestralingssterkte zijn:

effectieve bestralingssterkte $E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$

UVA-bestralingssterkte $E_{\text{UVA}} = 1,0 \text{ mW m}^{-2}$

effectieve bestralingssterkte (blauwlicht)

$E_b = 2 237 \text{ mW m}^{-2}$

effectieve bestralingssterkte (hitteletsel)

$E_R = 24 988 \text{ mW m}^{-2}$

Vereenvoudigde hypothesen

Effectieve straling (blauwlicht)

$L_b = 2 237 \text{ mW m}^{-2}/0,01 \text{ msr} = 224 \text{ W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$.

Effectieve straling (hitteletsel)

$L_R = 24 988 \text{ mW m}^{-2}/0,0001 \text{ msr} = 250 \text{ kW m}^{-2} \text{sr}^{-1}$.

Vergelijking met de grenswaarden voor blootstelling

Grenswaarde a			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde b			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 1 \text{ mW m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde d			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_B = 224 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ De grenswaarde voor blootstelling is overschreden
<i>Daarom zou de MTB berekend moeten worden op basis van grenswaarde c.</i>			
Grenswaarde c			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $L_B < 10^6 / t \text{ W m}^{-2}$	→	$t_{\text{max}} = 10^6 / L_B$	→ De MTB bedraagt voor deze bron 70 minuten
<i>Door de intense lichtsterkte van deze bron blijft elke blootstelling wellicht beperkt tot ongeveer 0,25 s.</i>			
Grenswaarde g			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 250 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden

D.1.16. Draagbare videoprojector (beamer)



Een videoprojector van 180 W met een projectorlens met een diameter van 3,5 cm. Zie ook voorbeeld D 1.15.

De projector creëert beelden door de drie hoofdkleuren te mengen. In het ergste geval zijn alle kleuren aanwezig, d.w.z. wanneer een wit beeld geprojecteerd wordt. Grafische software kan een dergelijk wit beeld creëren. De spectrale bestralingsterkte wordt gemeten op 200 cm van de projector, waarbij de projector ingesteld wordt om op die afstand het kleinst mogelijke scherpe beeld te projecteren. De projectorlens heeft een diameter van 3,5 cm en lijkt homogeen wanneer de projector werkt.

Keuze van de grenswaarden voor blootstelling

Dit soort bronnen zendt geen grote hoeveelheden ultraviolette of infraroodstraling uit. Het gevaar is dus afkomstig van de blootstelling aan zichtbare golflengten. De grenswaarden **d** en **g** zijn van toepassing.

Geometrische factoren

De drie hoofdkleuren worden gemengd om kleurbeelden te genereren. In het ergste geval zijn alle drie de hoofdkleuren aanwezig (een wit beeld). De spectrale

bestralingssterkte wordt gemeten op 200 cm van de lamp, waarbij recht in de lamp wordt gekeken.

De gemiddelde afmeting van de bron bedraagt 3,5 cm.

Dat levert een α -waarde van 0,02 rad op.

De oppervlakte van de bron bedraagt 9,6 cm².

Dat betekent dat $\omega = 0,0002$ sr.

Bijgevolg is ω_B gelijk aan 0,01 sr en ω_R aan 0,0002 sr.

Voorlopige beoordeling

De fotopische effectieve bestralingsterkte werd gemeten en bedraagt 681 mW m⁻², wat overeenkomt met een verlichtingssterkte van 465 lux.

De lichtsterkte van deze bron bedraagt bijgevolg 465/0,0002 = 2 325 000 cd m⁻².

Het risico op netvliesbeschadiging dient verder te worden onderzocht.

Radiometrische gegevens

De meetwaarden van de effectieve bestralingsterkte zijn:

effectieve bestralingsterkte $E_{\text{eff}} = >10 \mu\text{W m}^{-2}$

UVA-bestralingsterkte $E_{\text{UVA}} = 0,5 \text{ mW m}^{-2}$

effectieve bestralingsterkte (blauwlicht)
 $E_B = 440 \text{ mW m}^{-2}$

effectieve bestralingsterkte (hitteletsel)
 $E_R = 5 333 \text{ mW m}^{-2}$

Vereenvoudigde hypothesen

Effectieve straling (blauwlicht)

$L_B = 440 \text{ mW m}^{-2}/0,01 \text{ msr} = 44 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effectieve straling (hitteletsel)

$L_R = 5 333 \text{ mW m}^{-2}/0,0002 \text{ msr} = 27 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Vergelijking met de grenswaarden voor blootstelling

Grenswaarde a			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde b			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 1 \text{ mW m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde d			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_B = 44 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden
Grenswaarde g			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 27 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden

D.1.17. Een digitaal interactief whiteboard



Een tegen de muur gemonteerd digitaal interactief whiteboard van 113 x 65 cm.

Keuze van de grenswaarden voor blootstelling

Dit soort bronnen zendt geen meetbare hoeveelheden ultraviolette of infraroodstraling uit. Het gevaar is dus afkomstig van de blootstelling aan zichtbare golflengten. Grenswaarde **d** is van toepassing.

Geometrische factoren

Het interactieve whiteboard mengt de drie hoofdkleuren om kleurbeelden weer te geven. In het ergste geval zijn alle drie de hoofdkleuren aanwezig zijn (een wit beeld). De spectrale bestralingssterkte wordt gemeten op 200 cm van de bron, waarbij recht naar de bron wordt gekeken.

De gemiddelde afmeting van de bron bedraagt 89 cm. Dat levert een α -waarde van 0,45 rad op. De oppervlakte van de bron bedraagt 7 345 cm². Dat betekent dat $\omega = 0,18$ sr. Bijgevolg zijn ω_b en ω_r gelijk aan 0,18 sr.

Voorlopige beoordeling

De fotopische effectieve bestralingssterkte werd gemeten en bedraagt 11 mW m⁻², wat overeenkomt met een verlichtingssterkte van 8 lux.

De lichtsterkte van deze bron bedraagt bijgevolg $8/0,18 = 44$ cd m⁻².

Geen verdere beoordeling vereist.

Radiometrische gegevens

De meetwaarden van de effectieve bestralingssterkte zijn:

effectieve bestralingssterkte $E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W m}^{-2}$

UVA-bestralsingssterkte $E_{\text{UVA}} = 250 \mu\text{W m}^{-2}$

effectieve bestralingssterkte (blauwlicht)
 $E_B = 10 \text{ mW m}^{-2}$

effectieve bestralingssterkte (hitteletsel)
 $E_R = 112 \text{ mW m}^{-2}$

Vereenvoudigde hypothesen

Effectieve straling (blauwlicht)

$L_B = 10 \text{ mW m}^{-2}/0,18 \text{ sr} = 56 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effectieve straling (hitteletsel)

$L_R = 112 \text{ mW m}^{-2}/0,18 \text{ sr} = 0,6 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Vergelijking met de grenswaarden voor blootstelling

Grenswaarde a			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde b			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 250 \mu\text{W m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde d			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_B = 56 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden
Grenswaarde g			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 0,6 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden

D.1.18. Een in het plafond verwerkte compacte fluorescentielamp



Twee compacte fluorescentielampen van 2 cm x 13 cm met een vermogen van 26 W in een in het plafond verzonken armatuur zonder dekplaat. De armatuur is voorzien van

een achterreflector en heeft een diameter van 17 cm. De reflector is van hoge kwaliteit en de bron is bijna homogeen. Uit voorzichtigheid zal deze bron evenwel als een niet-homogene bron worden beoordeeld.

Keuze van de grenswaarden voor blootstelling

Dit soort lampen zendt geen grote hoeveelheden infraroodstralen uit. Het gevaar is afkomstig van de blootstelling aan zichtbare of ultraviolette golflengten. Grenswaarden **a**, **b** en **d** zijn van toepassing.

Geometrische factoren

De spectrale bestralingssterkte wordt gemeten op 100 cm van de lamp, waarbij recht in de lamp wordt gekeken.

Elke lamp heeft een gemiddelde afmeting van 7,5 cm.

Dat levert een α -waarde van 0,075 rad op.

Elke lamp heeft een oppervlakte van 26 cm².

Dat betekent dat $\omega = 0,0026$ sr.

Bijgevolg is ω_B gelijk aan 0,01 sr en ω_R aan 0,0026 sr.

Voorlopige beoordeling

De fotopische effectieve bestralingssterkte werd gemeten en bedraagt 1 558 mW m⁻². Die waarde heeft betrekking op de 2 lampen samen. Aangezien elke lamp als een aparte bron wordt gezien, dragen zij elk 779 mW m⁻² bij tot de totale waarde. Dat komt overeen met een verlichtingssterkte van 532 lux per lamp.

De lichtsterkte van elke lamp bedraagt bijgevolg $532/0,0026 = 204\,615$ cd m⁻².

Het risico op netvliesbeschadiging dient verder te worden onderzocht. Ook het UV-stralingsrisico moet worden beoordeeld.

Radiometrische gegevens

De meetwaarden van de effectieve bestralingssterkte zijn:

effectieve bestralingssterkte $E_{\text{eff}} = 40 \mu\text{W m}^{-2}$

UVA-bestralingssterkte $E_{\text{UVA}} = 55 \text{ mW m}^{-2}$

effectieve bestralingssterkte (blauwlicht)

$E_B = 321 \text{ mW m}^{-2} = 161 \text{ mW m}^{-2}$ per lamp

effectieve bestralingssterkte (hitteletsel)

$E_R = 5\,580 \text{ mW m}^{-2} = 2\,790 \text{ mW m}^{-2}$ per lamp

Vereenvoudigde hypothesen

Effectieve straling (blauwlicht)

$L_B = 161 \text{ mW m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 16 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effectieve straling (hitteletsel)

$L_R = 2\,790 \text{ mW m}^{-2}/0,0026 \text{ sr} = 1\,073 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Vergelijking met de grenswaarden voor blootstelling

Grenswaarde a			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 40 \mu\text{W m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde b			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 55 \text{ mW m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde d			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_B = 16 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden
Grenswaarde g			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 1\,073 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden

D.1.19. Een signaalled

Groene leds worden als signaallampjes in toetsenborden van computers gebruikt. Elke led is een afzonderlijke bron van 1×4 mm.



Keuze van de grenswaarden voor blootstelling

De straling van leds is beperkt tot een klein golflengtegebied. Aangezien de leds in dit voorbeeld groen zijn, wordt geen ultraviolette en infraroodstraling uitgezonden. Enkel grenswaarde **d** is van toepassing.

Geometrische factoren

De spectrale bestralingssterkte wordt gemeten op 5 mm van de led, waarbij recht in de led wordt gekeken.

De gemiddelde afmeting van de bron bedraagt 2,5 mm. Dat levert een α -waarde van 0,5 rad op. De oppervlakte van de bron bedraagt 4 mm^2 . Dat betekent dat $\omega = 0,16 \text{ sr}$. Bijgevolg zijn ω_b en ω_r gelijk aan 0,16 sr.

Voorlopige beoordeling

De fotopische effectieve bestralingssterkte werd gemeten en bedraagt 30 mW m^{-2} , wat overeenkomt met een verlichtingssterkte van 20 lux.

De lichtsterkte van deze bron bedraagt bijgevolg $20/0,16 = 125 \text{ cd m}^{-2}$.

Geen verdere beoordeling vereist.

Vereiste gegevens

De meetwaarden van de effectieve bestralingssterkte zijn:

effectieve bestralingssterkte $E_{\text{eff}} < 10 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$

UVA-bestralingssterkte $E_{\text{UVA}} = 40 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$

effectieve bestralingssterkte (blauwlicht)
 $E_b = 190 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$

effectieve bestralingssterkte (hitteletsel)
 $E_R = 35 \text{ mW m}^{-2}$

Vereenvoudigde hypothesen

Effectieve straling (blauwlicht)

$L_b = 190 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}/0,16 \text{ sr} = 1,2 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effectieve straling (hitteletsel)

$L_R = 35 \text{ mW m}^{-2}/0,16 \text{ sr} = 0,22 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Vergelijking met de grenswaarden voor blootstelling

Grenswaarde a			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} < 10 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde b			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 40 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde d			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 1,2 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden
Grenswaarde g			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 0,22 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden

D.1.20. Een pda

Een personal digital assistant (pda) met een scherm van 5 cm x 3,5 cm.



Keuze van de grenswaarden voor blootstelling

Het scherm van een pda, of palmtop, zendt slechts een kleine hoeveelheid ultraviolette en infraroodstraling uit. Het gevaar is afkomstig van de blootstelling aan zichtbare golflengten. Grenswaarde **d** is van toepassing.

Geometrische factoren

Het scherm mengt de drie hoofdkleuren om kleurbeelden weer te geven. In het ergste geval zijn alle drie de hoofdkleuren aanwezig (een wit beeld). De spectrale bestralingssterkte wordt gemeten op 2 cm van een zo wit mogelijk scherm waar recht wordt ingekeken.

De gemiddelde afmeting van de bron bedraagt 4,25 cm.

Dat levert een α -waarde van 2,1 rad op.

De oppervlakte van de bron bedraagt 17,5 cm².

Dat betekent dat $\omega = 4,4$ sr.

Bijgevolg zijn ω_b en ω_r gelijk aan 4,4 sr.

Voorlopige beoordeling

De fotopische effectieve bestralingssterkte werd gemeten en bedraagt 47 mW m⁻², wat overeenkomt met een verlichtingssterkte van 32 lux.

De lichtsterkte van deze bron bedraagt bijgevolg $32/4,4 = 7,3$ cd m⁻².

Geen verdere beoordeling vereist.

Vereiste gegevens

De meetwaarden van de effectieve bestralingssterkte zijn:

effectieve bestralingssterkte $E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W m}^{-2}$

UVA-bestralingssterkte $E_{\text{UVA}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$

effectieve bestralingssterkte (blauwlicht)
 $E_b = 27 \text{ mW m}^{-2}$

effectieve bestralingssterkte (hitteletsel)
 $E_r = 330 \text{ mW m}^{-2}$

Vereenvoudigde hypothesen

Effectieve straling (blauwlicht)

$L_b = 27 \text{ mW m}^{-2}/4,4 \text{ sr} = 6 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Effectieve straling (hitteletsel)

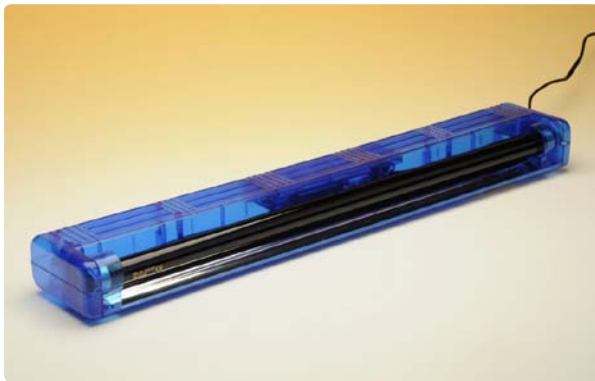
$L_r = 330 \text{ mW m}^{-2}/4,4 \text{ sr} = 75 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Vergelijking met de grenswaarden voor blootstelling

Grenswaarde a			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde b			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde d			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 6 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden
Grenswaarde g			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_r = 75 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden

D.1.21. Een UVA-blacklight

UVA-blacklights zijn vaak lagedrukkwikdamplampen die nauwelijks zichtbare UVA-stralen uitzenden. Deze lampen worden gebruikt om fluorescentie op te wekken voor uiteenlopende doeleinden (niet-destructieve proeven, opsporen van vervalsingen, markering van eigendom en amusement). In dit voorbeeld wordt één lamp van 20 W gebruikt die 55 x 2,5 cm meet. Zij bevindt zich in een open armatuur (d.w.z. zonder glazen of plastic dekplaat over de lamp).



Keuze van de grenswaarden voor blootstelling

Deze bron lijkt op een fluorescentielamp, maar de zichtbare straling wordt onderdrukt zodat vooral UVA-stralen worden uitgezonden. Er hoeft dan ook geen rekening te worden gehouden met risico's voor het netvlies en grenswaarden **a** en **b** zijn van toepassing. De lichtsterkte hoeft niet te worden beoordeeld aangezien de bron geen witlicht uitzendt.

Geometrische factoren

De spectrale bestralingssterkte wordt gemeten op 50 cm van de lamp.
De gemiddelde afmeting van de lamp bedraagt 29 cm.
Dat levert een α -waarde van 0,575 rad op.
Elke lamp heeft een schijnbare oppervlakte van 138 cm ² .
Dat betekent dat $\omega = 0,055$ sr.
Bijgevolg zijn ω_B en ω_R gelijk aan 0,055 sr.

Radiometrische gegevens

De meetwaarden van de effectieve bestralingssterkte zijn:

effectieve bestralingssterkte $E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$

UVA-bestralingssterkte $E_{\text{UVA}} = 176 \text{ mW m}^{-2}$

effectieve bestralingssterkte (blauwlicht) $E_B = 3 \text{ mW m}^{-2}$

effectieve bestralingssterkte (hitteletsel) $E_R = 14 \text{ mW m}^{-2}$

Vereenvoudigde hypothesen

Effectieve straling (blauwlicht)

$L_B = 3 \text{ mW m}^{-2} / 0,055 \text{ sr} = 55 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effectieve straling (hitteletsel)

$L_R = 14 \text{ mW m}^{-2} / 0,055 \text{ sr} = 255 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Vergelijking met de grenswaarden voor blootstelling

Grenswaarde a			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde b			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 176 \text{ mW m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde d			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_B = 55 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden
Grenswaarde g			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 255 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden

D.1.22. Straatverlichting met een metaalhalidelamp



Straatverlichting met een metaalhalidelamp van 150 W die zich in een behuizing bevindt die omgeven is met verzilverde metalen lamellen. De lamellen zijn neerwaarts gericht en staan 2,5 cm uit elkaar. De lamp zelf is ongeveer 1 cm breed en

2 cm lang en bevindt zich in een secundaire behuizing van 8 x 5 cm. Het gehele verlichtingsapparaat wordt nog eens omgeven door een cilindervormig, weerbestendig, plastic omhulsel. De bron is niet homogeen. De lamp zelf is het helderste deel. Door onder de juiste hoek tussen de lamellen door te kijken, kan recht in de lamp worden gekeken.

Keuze van de grenswaarden voor blootstelling

Het gevaar is afkomstig van de blootstelling aan zichtbare en mogelijk ook aan ultraviolette golflengten. Metaalhalidelampen zenden grote hoeveelheden ultraviolette straling uit. In dit voorbeeld kunnen de behuizing en de dekplaat de straling verminderen, maar toch kan nog altijd genoeg UVA-straling worden uitgezonden om reden tot bezorgdheid te geven. De grenswaarden **b**, **d** en **g** zijn van toepassing.

Geometrische factoren

Aangezien de behuizing van de lamp bestemd is om bovenop een lantaarnpaal te worden gemoniteerd, bevinden personen zich bij de ergst mogelijke

blootstelling (d.w.z. wanneer tussen de lamellen door in de lamp gekeken wordt) nog altijd op een afstand van om en bij de 7 m. De spectrale bestralingssterkte wordt evenwel gemeten op 100 cm van de lamp, waarbij tussen de lamellen door recht in de lamp wordt gekeken.

De gemiddelde afmeting van de lichtboog bedraagt 1,5 cm. Dat levert een α -waarde van 0,015 rad op.

De oppervlakte van de bron bedraagt 2 cm².

Dat betekent dat $\omega = 0,0002$ sr.

Bijgevolg is ω_b gelijk aan 0,01 sr en ω_R aan 0,0002 sr.

Voorlopige beoordeling

De fotopische effectieve bestralingssterkte werd gemeten en bedraagt 327 mW m⁻², wat overeenkomt met een verlichtingssterkte van 223 lux.

De lichtsterkte van deze bron bedraagt bijgevolg $223/0,0002 = 1\,115\,000$ cd m⁻².

Het gevaar voor netvliesbeschadiging en het mogelijke gevaar van UV-straling moeten verder worden onderzocht.

Radiometrische gegevens

De meetwaarden van de effectieve bestralingssterkte zijn:

effectieve bestralingssterkte $E_{\text{eff}} = 7 \mu\text{W m}^{-2}$

UVA-bestralingssterkte $E_{\text{UVA}} = 29 \text{ mW m}^{-2}$

effectieve bestralingssterkte (blauwlicht)

$E_b = 86 \text{ mW m}^{-2}$

effectieve bestralingssterkte (hittedetector)

$E_R = 1\,323 \text{ mW m}^{-2}$

Vereenvoudigde hypothesen

Effectieve straling (blauwlicht)

$L_b = 86 \text{ mW m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 8,6 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Effectieve straling (hittedetector)

$L_R = 1\,323 \text{ mW m}^{-2}/0,0002 \text{ sr} = 6,7 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Vergelijking met de grenswaarden voor blootstelling

Grenswaarde a			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 7 \mu\text{W m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde b			
De grenswaarde voor blootstelling is $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 29 \text{ mW m}^{-2}$	→ MTB > 8 uur
Grenswaarde d			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 8,6 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden
Grenswaarde g			
De grenswaarde voor blootstelling bedraagt $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 6,7 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Grenswaarde voor blootstelling niet overschreden

D.1.23. Overzicht van de verschillende waarden van de voorbeelden

De waarden van de 18 voorbeelden die hiervoor zijn besproken, kunnen worden vergeleken met de grenswaarden voor blootstelling door de effectieve straling

of de bestralingsdosis bij een blootstelling van 8 uur te delen door de toepasselijke grenswaarde. Deze waarden zijn in de onderstaande tabel opgenomen. Op waarden die minder dan 1 % van de grenswaarde voor blootstelling bedroegen, wordt niet verder ingegaan. Waarden die groter zijn dan 1, zijn aangeduid in het rood.

Bron	Afstand	Risicowaarde (straling/grenswaarde)				
		Lichtsterkte	Effectieve UV-straling (grensw. a)	UVA (grensw. b)	Blauw-lichtrisico (grensw. d)	Risico op hittestelsel aan het netvlies (grensw. g)
Fluorescentielamp (omgevingsverlichting, achter lamprooster)	100 cm	0,15	< 0,01	0,05	0,01	< 0,01
Fluorescentielamp (omgevingsverlichting, zonder lamprooster)	100 cm	3,7	0,58	0,35	0,19	< 0,01
Vier fluorescentielampen (omgevingsverlichting, zonder lamprooster)	100 cm	2,8	1,0	0,33	0,13	< 0,01
Scherf met kathodestraalbuis	10 cm	< 0,01	0,12	0,02	< 0,01	< 0,1
Scherf van een laptop	10 cm	< 0,01	0,07	0,01	< 0,01	< 0,01
Schijnwerper met een metaalhalidelamp	100 cm	15 000	0,1	2,6	2,3	1,08
Compacte fluorescente breedstraler	100 cm	6,4	0,01	< 0,01	0,15	< 0,01
Insectendodend apparaat	100 cm	N.v.t.	0,01	0,10	< 0,01	< 0,1
Halogeenspot met een wolframgloeidraad	100 cm	33,1	0,03	0,04	0,13	0,01
Bureaulamp	50 cm	3,7	0,05	0,05	< 0,01	< 0,01
Bureaulamp (daglichtspectrum)	50 cm	600	0,11	0,08	0,14	0,19
Fotokopieerapparaat	30 cm	0,96	0,01	0,06	0,06	< 0,01
Videoprojector (tafelmodel)	200 cm	2 000	0,03	< 0,01	2,2	0,89
Draagbare projector	200 cm	233	< 0,01	< 0,01	0,44	0,10
Interactief whiteboard	200 cm	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Compacte fluorescentielampen (omgevingsverlichting)	100 cm	20	0,04	0,16	0,16	< 0,01
Signaalled	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
UVA-blacklight	50 cm	N.v.t.	0,03	0,51	< 0,01	< 0,01
Straatverlichting	100 cm	112	< 0,01	0,08	0,09	0,02

Uit de tabel blijkt dat de grenswaarden voor blootstelling van het netvlies (**d** en **g**) in de gevallen waarin de lichtsterkte van de bron kleiner was dan 10^4 cd m⁻² niet overschreden werden. Zelfs in de gevallen waar de lichtsterkte van de bron wel groter was dan 10^4 cd m⁻² bleek dat de bronnen geen gevaar voor het netvlies inhielden.

Van de hier onderzochte bronnen leiden enkel de schijnwerper met metaalhalidelamp en de (tafel)videoprojector tot een blootstelling die wellicht groter is dan de grenswaarde voor blootstelling. In de meeste gevallen waren deze grenswaarden vastgesteld om het netvlies te beschermen: de verdere berekeningen (zie de individuele voorbeelden)

wijzen erop dat de kans dat grenswaarden voor blootstelling overschreden worden klein is door de afweerreflexen en de bijzonder voorzichtige beoordeling. Dat betekent niet dat onvoorzichtig met deze bronnen mag worden omgesprongen, aangezien het ook mogelijk is dat de afweerreacties niet worden opgewekt. Indien een bron zich aan de rand van het gezichtsveld bevindt, worden de afweerreflexen niet altijd geactiveerd, wat ervoor kan zorgen dat de grenswaarden voor blootstelling toch worden overschreden.

Hierboven werden twee sterk op elkaar lijkende, tegen het plafond bevestigde verlichtingsapparaten met fluorescentielampen zonder dekplaat beoordeeld. Daarbij dient te worden opgemerkt dat een van beide verlichtingsapparaten met een verlichtingssterkte van 1 100 tot 1 200 lux in de buurt van de grenswaarde voor de effectieve UV-bestraalingssterkte kwam, terwijl dat voor het andere niet het geval was. Dat verschil wordt verklaard door het feit dat de fluorescentielampen niet van dezelfde fabrikant afkomstig waren en geeft aan dat het niveau van de onbedoelde straling van schijnbaar soortgelijke lampen sterk uiteen kan lopen.

Ook de vergelijking van de twee beoordeelde videoprojectoren heeft aangetoond dat soortgelijke bronnen een verschillend stralingsniveau kunnen uitzenden. Hoewel de videoprojector voor gebruik op tafel minder krachtig is (op basis van de hypothesen die werden aangenomen met betrekking tot de bronoppervlakte), blijkt hij gevaarlijker te zijn dan de draagbare projector.

D.2. LASERSHOW



Lasers worden sinds de jaren zeventig in de amusementsector gebruikt ter ondersteuning van live- en opgenomen muziek. Daarbij is de grootste bron van bezorgdheid dat het publiek aan hogere laserstralingsniveaus wordt blootgesteld dan de grenswaarden voor blootstelling toelaten. Overeenkomstig de richtlijn dient enkel de blootstelling van werknemers in aanmerking te worden genomen. Dit voorbeeld heeft betrekking op de installatie en het opvoeren van een lasershow op een tijdelijk evenement. De beginselen gelden wellicht voor alle lasershows.

D.2.1. Gevaren en mensen die gevaar lopen

De laserstraal is het enige gevaar waarmee rekening wordt gehouden. Andere gevaren kunnen een groter risico op letsel of zelfs overlijden inhouden.

Voor vele lasershows worden lasers van klasse 4 gebruikt. Het stralingsvermogen is per definitie groter dan 500 mW. Wanneer wordt uitgegaan van één enkele accidentele blootstelling van het oog aan de laserstraal kan de grenswaarde voor blootstelling (GVB) bepaald worden aan de hand van tabel 2.2 in bijlage II bij de richtlijn.

De GVB bedraagt $18 \text{ t}^{0,75} \text{ J m}^{-2}$ voor golflengten tussen 400 en 700 nm. Wanneer t gelijkgesteld wordt aan 0,25 s, bedraagt de GVB $6,36 \text{ J m}^{-2}$. Aangezien de laser wellicht een continue straal uitzendt, is het nuttig deze blootstellingsdosis om te rekenen naar een bestralingssterkte door de dosiswaarde te delen door de duur van de blootstelling (0,25 s). Voor de bestralingssterkte levert dit een GVB van $25,4 \text{ W m}^{-2}$ op.

De begrenzendende opening voor de blootstelling van het oog aan zichtbare laserstralen is 7 mm. Het is dan ook mogelijk het maximumvermogen te bepalen dat in deze opening van 7 mm is toegestaan om ervoor te zorgen dat de GVB niet wordt overschreden. Deze waarde wordt berekend door de GVB met de oppervlakte van de opening met een diameter van 7 mm te vermenigvuldigen. Er wordt van uitgegaan dat de opening cirkelvormig is. De oppervlakte bedraagt dan $3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$. Het product van $25,4 \text{ W m}^{-2}$ en $3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ is gelijk aan 0,001 W of 1 mW.



De GVB wordt ten minste met een factor 500 overschreden, d.w.z. het aantal mW boven 1 mW, indien de laserstraal een diameter heeft van 7 mm of minder.

Uit deze beoordeling blijkt dat de straal niet op de ogen van werknemers mag worden gericht, tenzij de straal voldoende gedivergeerd is zodat de bestralingssterkte is afgenomen tot minder dan $25,4 \text{ W m}^{-2}$.

Hieronder wordt een lijst voorgesteld van werknemers die risico kunnen lopen gedurende de levenscyclus van de laserinstallatie. Er werd enkel rekening gehouden met de fasen van de levenscyclus waarin de laserstraal wordt uitgezonden.

Uitlijning van de straal
Laserinstallatietechnicus
Bediener van de laser
Andere installatietechnici
Veiligheidspersoneel
Ander personeel op de plaats van het evenement
Lasershow
Bediener van de laser
Belichtings- en geluidstechnici
Artiesten
Veiligheidspersoneel
Ander personeel op de plaats van het evenement
Verkopers

Laserstralen zijn in lasershows maar zelden statisch. Er worden scanpatronen gevormd door de laserstraal te bewegen, gewoonlijk met behulp van computergestuurde op een galvanometer gemonteerde orthogonale spiegels. Voor vele scanpatronen moet dezelfde locatie echter herhaaldelijk worden gescand, waardoor het oog van een persoon aan een reeks laserpulsen kan worden blootgesteld naarmate het patroon over zijn gezicht wordt gevormd.

Indien een pulslaser gebruikt wordt, zou bij de beoordeling nagegaan moeten worden of de GVB op toegankelijke plaatsen kan worden overschreden bij blootstelling aan één enkele puls of aan een reeks opeenvolgende pulsen.

D.2.2. Risico's evalueren en de prioriteit ervan vaststellen

Uit de toetsing van de potentiële blootstelling aan de GVB blijkt dat de GVB wellicht wordt overschreden. Van een laser van 500 mW kan ook bepaald worden hoeveel tijd nodig is voordat preventieve maatregelen effectief worden. In de norm IEC TR 60825-3 wordt aangeraden rekening te houden met de tijd die verstrijkt tussen het moment waarop zich een storing voordoet en het moment waarop een preventieve maatregel in werking treedt.

Wanneer de laser een straal van 500 mW uitzendt, bedraagt de bestralingssterkte $0,5 \text{ W}/3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ ofwel ongeveer $13\,000 \text{ W m}^{-2}$. Aangezien de GVB's als een bestralingsdosis (J m^{-2}) voor een blootstellingsduur van

minder dan 10 s worden uitgedrukt, kan de bestralingssterkte met de blootstellingsduur worden vermenigvuldigd om de bestralingsdosis te berekenen: $13\,000 \times t \text{ J m}^{-2}$.

„t” wordt voor elke GVB als een functie van de tijd berekend totdat de waarde binnen het geldigheidsbereik van de GVB valt. Het resultaat is dan $3,8 \times 10^{-7} \text{ s}$, op basis van een GVB van $5 \times 10^{-3} \text{ J m}^{-2}$ voor een tijdsperiode van 10^{-9} tot $1,8 \times 10^{-5} \text{ s}$.



Voor een CW-laser van 500 mW moet elke preventieve maatregel binnen de $0,38 \mu\text{s}$ in werking treden om te voorkomen dat de GVB voor de ogen wordt overschreden.

Hieruit kunnen we besluiten dat het voorkomen van blootstelling aan de laserstraal hoge prioriteit verdient.

D.2.3. Voorzorgsmaatregelen bepalen en uitvoeren

Aangezien de laserstraal een groot risico op letsel inhoudt, is het van belang dat blootstelling van de ogen tot een minimum wordt beperkt. Om het beoogde amusementseffect te hebben, moet de laserstraal echter zichtbaar zijn, ofwel in de lucht ofwel als een reflectie op een scherm. Het risico zou dan ook zo veel mogelijk beperkt moeten worden door ervoor te zorgen dat werknemers niet in het straalpad komen. Hierna worden een aantal maatregelen voorgesteld om het risico te beheren.

De bedieners van de laser en het ondersteunend personeel zouden voldoende moeten zijn opgeleid.

Tijdens uitlijningswerkzaamheden zou een minimum-aantal personen aanwezig moeten zijn.

Alle stralen zouden gericht moeten worden op plaatsen waar zich niemand bevindt.

Lasers en randapparatuur, met inbegrip van de reflecterende spiegels, moeten goed worden gemonteerd en geïmmobiliseerd om onverwachte bewegingen tijdens het spektakel te voorkomen.

De straalpaden zouden door een fysieke barrière moeten worden geblokkeerd om te voorkomen dat ze op plaatsen doordringen waar mensen aanwezig zijn. Gebruikte software moet in overeenstemming zijn met de toepasselijke strenge veiligheidsnormen.

Bedieners zouden steeds alle straalpaden moeten kunnen overzien en de laserstralen indien nodig kunnen uitzetten.

In de open lucht zou rekening moeten worden gehouden met de veiligheid van het luchtverkeer. Er kunnen nationale voorschriften gelden.

D.2.4. Controleren en onderzoeken

Medewerkers zouden zowel tijdens uitlijningswerkzaamheden als tijdens het spektakel zelf voortdurend toezicht moeten houden op de laserpaden en indien nodig corrigerende maatregelen treffen. Indien de laser een permanente installatie is, dient de beoordeling periodiek te worden overgedaan en moet voor elke show ook een controlelijst worden overlopen.

D.2.5. Conclusie

Wanneer het spektakel zo wordt opgezet dat werknemers niet aan de laserstralen worden blootgesteld, hoeft de straling niet aan de GVB's te worden getoetst, wat anders gewoonlijk een complexe en tijdrovende opdracht is. De combinatie van opleiding voor de bedieners en eenvoudige preventieve maatregelen zouden moeten volstaan om ervoor te zorgen dat de GVB's voor werknemers niet worden overschreden.

D.3. Medische toepassingen van optische straling

Bronnen van kunstmatige optische straling worden in de geneeskunde voor uiteenlopende doeleinden gebruikt. Bepaalde bronnen, zoals die welke gebruikt worden voor omgevingsverlichting, beeldschermen (zie afbeelding), signaallampjes, fotografie, laboratoriumanalyse en lichten van voertuigen, komen veelvuldig voor in andere omgevingen en worden elders in deze gids besproken. Op voorwaarde dat deze bronnen niet gewijzigd worden en niet op een geheel andere wijze gebruikt worden, is er geen reden om aan te nemen dat blootstelling eraan meer risico oplevert dan in andere meer gebruikelijke omgevingen.



Gebruik van beeldschermen in de radiografie

Er zijn echter ook een groot aantal gespecialiseerde bronnen die speciaal voor medische toepassingen ontwikkeld zijn. Het betreft onder meer:

Verlichting voor bijzondere doeleinden	Therapeutische bronnen
Operatielampen	Apparatuur voor UV-lichttherapie
Verlichting voor verloskamers	Apparatuur voor blauwlichttherapie
Spots	Apparatuur voor fotodynamische therapie
Lichtbakken voor röntgenfoto's	Lasers voor fysiotherapeutisch gebruik
Diagnoseverlichting	Chirurgische lasers
Foetale transilluminators	Oftalmologische lasers
Biomicroscopen en andere oftalmologische instrumenten	Bronnen van intense gepulseerde lichtstralen
Diagnosetoestellen op basis van een laser, zoals netvliesscanners	Apparatuur voor speciale proeven
Lampen van Wood	Zonnesimulatoren

D.3.1. Verlichting voor bijzondere doeleinden

De krachtigste lampen die onder de categorie verlichting voor bijzondere doeleinden vallen, zijn gewoonlijk die welke in operatiezalen gebruikt worden. Tabel D.3.1 bevat voorbeelden van de beoordeling van verschillende operatielampen. Daaruit blijkt dat een van de beoordeelde verlichtingsapparaten blauwlichtrisico inhoudt wanneer rechtstreeks in de bron wordt gekeken.



Voorbeelden van operatielampen

Tabel D.3.1. Beoordeling van operatielampen op basis van een rechtstreekse blik in de bron*

Bron	Gevaar door actinische UV-straling	Gevaar door UVA-straling	Gevaar door blauwlicht	Andere gevaren door optische straling
Hanalux 3210	Nihil	Nihil	Mogelijke overschrijding GVB na ~ 30 minuten bij een rechtstreekse blik	Nihil
Hanalux Oslo	Nihil	< GVB bij blootstelling gedurende 8 uur	Mogelijke overschrijding GVB na ~ 30 minuten bij een rechtstreekse blik	Nihil
Hanalux 3004	Nihil	Nihil	< 20 % van GVB	Nihil
Martin ML702HX	Nihil	Nihil	< 20 % van GVB	Nihil
Martin ML502HX	Nihil	Nihil	< 20 % van GVB	Nihil
Martin ML 1001	Nihil	Nihil	< 20 % van GVB	Nihil

* Gegevens verstrekt door het Medical Physics Department, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, Londen.

Het dient te worden opgemerkt dat de lampen gebruikt worden voor belichting van bovenaf. Het is dan ook weinig waarschijnlijk dat iemand van een korte afstand rechtstreeks in de bron kijkt. Bovendien zijn de lampen erg fel en is het pijnlijk om er gedurende een langere tijd rechtstreeks in te kijken. In de praktijk ligt de blootstelling dan ook veel lager dan in tabel D.3.1 werd aangenomen en is de kans klein dat de blootstelling schade veroorzaakt.

Andere verlichting voor bijzondere medische doeleinden zijn onder meer spots die gebruikt worden om onderzoekskamers te verlichten en de verlichting die gebruikt wordt in verloskamers. Wat waarschijnlijke blootstellings-situaties betreft, zijn deze twee soorten verlichting vergelijkbaar met de operatielampen. Beide zijn directionele bronnen die gebruikt worden om een specifieke plaats te belichten en de kans is klein dat iemand gedurende een lange tijd rechtstreeks in de bron blijft kijken. Spots en lampen in verloskamers zijn over het algemeen minder krachtig dan operatielampen en houden gewoonlijk dan ook geen gevaar in.



Voorbeelden van verlichting voor verloskamers

Loeplampen worden in de geneeskunde veelvuldig gebruikt. Deze zijn in wezen een plaatselijke verlichtings-bron die gecombineerd wordt met een groot vergrootglas, zoals op de onderstaande afbeelding te zien is.



Voorbeeld van een loeplamp, in dit geval een Luxo Wave Plus

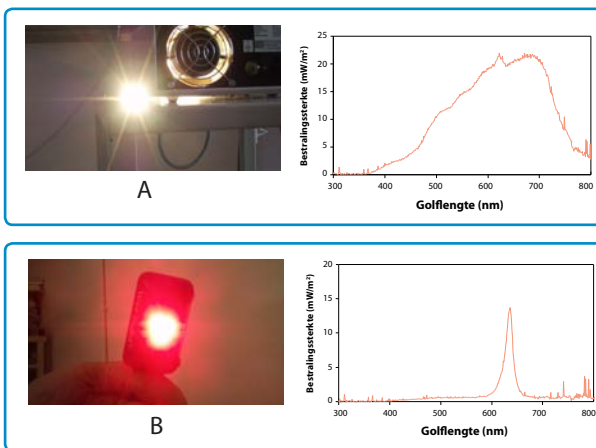
Uit een door het Medical Physics Department van Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust uitgevoerde beoordeling is gebleken dat de Luxo Wave Plus zichtbare en ultraviolette straling uitzendt. Bij voortdurende

blootstelling op korte afstand wordt de GVB voor actinische UV-straling evenwel niet overschreden. Hoewel een aanzienlijke hoeveelheid blauwlicht wordt uitgezonden, bedraagt deze niet meer dan 1 % van de toepasselijke GVB. Er was geen noemenswaardig UVA- of thermisch gevaar. Er kan van uitgegaan worden dat andere soortgelijke apparaten eenzelfde laag risico inhouden.

Lichtbakken voor röntgenfoto's produceren een vrij zwak, diffuus licht. Uit door het Medical Physics Department van Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust uitgevoerde beoordelingen is gebleken dat gewoonlijk vanaf een korte afstand rechtstreeks in dit soort bronnen wordt gekeken. Daarbij wordt de gebruiker blootgesteld aan een hoeveelheid blauwlicht die minder dan 5 % van de grenswaarde voor blootstelling bedraagt. Er is geen noemenswaardig gevaar als gevolg van actinische UV-stralen, UVA-stralen of thermische effecten.

D.3.2. Diagnoseverlichting

Foetale transilluminators worden op verpleegeenheden voor foetussen vaak gebruikt om interne structuren zichtbaar te maken en aan de hand van de beelden een diagnose te stellen of bloedvaten te vinden. Deze bronnen moeten gewoonlijk dus slechts kleine volumes doorlichten. Het licht moet evenwel voldoende sterk zijn om door de weefsels te kunnen dringen en aan het uitgangspunt zichtbaar te zijn.



Beelden van foetale transilluminators en de gemeten stralingspectra (A) Neonate 100, (B) Wee Sight™

De Neonate 100-transilluminator zendt straling uit in het volledige zichtbare spectrale gebied alsook in het UVA- en het IRA-gebied. Uit een beoordeling is gebleken dat de UV-straling geen gevaar inhoudt, zelfs niet op een korte

afstand (tabel D.3.2). Er wordt echter een aanzienlijke hoeveelheid blauwlicht uitgezonden, wat een gevaar kan vormen indien personen langer dan 10 minuten worden blootgesteld. Zoals op de bovenstaande afbeelding te zien is, is de bron bijzonder krachtig. Er kan dan ook van worden uitgegaan dat de normale afweerreflex individuele blootstellingen tot 0,25 s beperkt. Deze worden in de loop van de dag gecumuleerd, maar het totale gebruik van het apparaat is relatief beperkt, zodat zelfs bij voorzichtige hypothesen de cumulatieve blootstelling naar

verwachting minder dan 5 % van de GVB bedraagt. Gezien de krachtige stralen in het zichtbare en het bijna infrarode spectrumgebied dient ook het gevaar voor hitteletsel aan het netvlies te worden beoordeeld. Dit gevaar wordt echter verminderd door de afweerreflex en bedraagt wellicht niet meer dan 2 % van de GVB, zelfs wanneer langdurig in de bron wordt gekeken, wat bijzonder onaangenaam zou zijn. De Wee Sight™ is uitgerust met ledlampjes die straling in een relatief klein gebied uitzenden en houdt zoals verwacht geen enkel optisch gevaar in.

Tabel D.3.2. Beoordeling van foetale transilluminators*

Bron	Gevaar door actinische UV-straling	Gevaar door UVA-straling	Gevaar door blauwlicht	Thermische gevaren
Neonate 100	Nihil	Nihil	< 5 % van GVB	~ 2 % van GVB
Wee Sight™	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil
* Metingen uitgevoerd door het <i>Radiation Protection Department, Royal Berkshire NHS Foundation Trust, Reading.</i>				

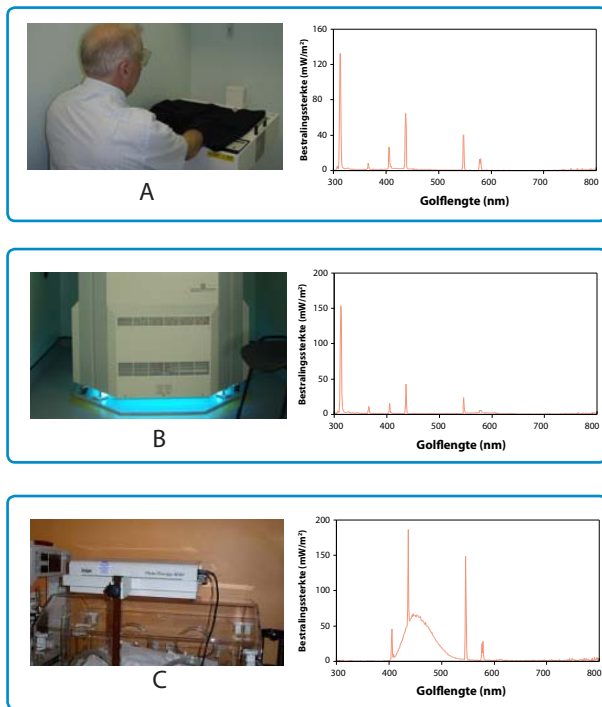
Spleetlampen en andere oftalmologische instrumenten waarin spleetlampen verwerkt zitten, zijn bestemd voor oogonderzoek. Het bijbehorende risico zou dan ook miniem moeten zijn. Bovendien betreft het uiterst directionele bronnen. De kans is dan ook bijzonder klein dat gebruikers in het kader van hun beroep per ongeluk aan te veel straling worden blootgesteld. Ook moderne oftalmologische diagnose-instrumenten, zoals netvlies-scanners, kunnen lasers bevatten. Deze instrumenten zijn echter beoordeeld op basis van opzettelijke blootstelling en behoren doorgaans tot klasse 1. Het risico op gevaarlijke blootstelling van medewerkers is normaal gezien dan ook miniem.

Lampen van Wood kunnen voor diagnosedoeleinden worden gebruikt. Het betreft in wezen kwikdamlampen met een glasfilter van Wood die zowel UV- als zichtbare stralen met een korte golflengte tegenhoudt. De lampen houden dus een UVA-risico in en afhankelijk van de doeltreffendheid van de filter vormt ook actinische

UV-straling een gevaar. Uit een door de Medical Physics Department van Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust uitgevoerde beoordeling is gebleken dat de GVB voor UVA-straling overschreden wordt bij een rechtstreekse blootstelling aan de straling van een lamp van Wood gedurende meer dan 50 minuten. Dezelfde beoordeling heeft ook uitgewezen dat een persoon meer dan 7,5 uur lang moet worden blootgesteld opdat de GVB voor actinische UV-stralen wordt overschreden. Het gevaar als gevolg van de overige optische straling is verwaarloosbaar. Lampen van Wood worden gebruikt voor onderzoeksdoeleinden. De rechtstreekse blootstelling aan de bron en de blootstelling aan verstrooide UVA-stralen zouden moeten worden beperkt door opleiding van gebruikers en het gebruik van persoonlijke oogbeschermingsmiddelen. Aangezien de GVB voor actinische UV-stralen pas na langdurige rechtstreekse blootstelling overschreden wordt, is de kans klein dat verstrooide actinische UV-stralen veel gevaar opleveren.

D.3.3. Therapeutische bronnen

Diverse bronnen worden gebruikt voor lichttherapie. Zo worden huidaandoeningen bijvoorbeeld behandeld met UV-stralen, terwijl blauwlicht vaak gebruikt wordt voor hyperbilirubinemie bij pasgeboren baby's, waarvan wel 60 % aan deze aandoening lijdt.



Beelden van lichttherapietoestellen en de gemeten stralings-spectra (A) Waldmann UV 7001 UVB, (B) Waldmann UV 181 BL, (C) Dräger PhotoTherapy 4000

Uit de bovenstaande spectra blijkt dat bronnen voor UV-lichttherapie (voorbeelden A en B) over het algemeen veel straling uitzenden in het UV-gebied van de spectra en ook straling kunnen uitzenden in het zichtbare gebied, vooral dan naar het blauwe uiteinde toe. Zoals verwacht, geeft de beoordeling van de risico's (tabel D.3.3) aan dat het grootste gevaar bij deze apparaten afkomstig is van actinische UV-stralen of van UVA-stralen. Voorbeeld C geeft het spectrum weer van een bron voor blauwlichttherapie. Zoals verwacht, wordt veel straling uitgezonden in het blauwe gebied van het zichtbare spectrum, maar blijft de straling in het ultraviolette en het bijna infrarode gebied beperkt.

Tabel D.3.3. Beoordeling van bronnen voor lichttherapie

Bron	Gevaar door actinische UV-straling	Gevaar door UVA-straling	Gevaar door blauwlicht	Andere gevaren door optische straling
Waldmann UV 7001 UVB*	GVB kan overschreden worden in ~ 5 uur	< GVB	< GVB	Nihil
Waldmann TL01 UV5000†	GVB kan overschreden worden in ~ 7,5 uur	< GVB	Nihil	Nihil
Waldmann UV6 UV5001BL†	GVB kan overschreden worden in ~ 4 uur	< GVB	Nihil	Nihil
Waldmann UV 181 BL*	< GVB	< GVB	< GVB	Nihil
Waldmann UV 7001 UVA†	Nihil	GVB kan overschreden worden in ~ 5 uur	< GVB	Nihil
Sellamed UVA1 24000†	Nihil	GVB kan overschreden worden in ~ 45 min	< GVB	Nihil
Draeger 4000*†	Nihil	< GVB	< GVB	Nihil

* Metingen uitgevoerd door het Radiation Protection Department, Royal Berkshire NHS Foundation Trust, Reading.
† Gegevens verstrekt door het Medical Physics Department, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, Londen.

De meest gangbare cabines voor UV-therapie sluiten de toegang tot de stralen zelf af wanneer de apparatuur in werking is. Er kunnen echter stralen ontsnappen (zie bovenstaand voorbeeld A) die voor het personeel een gevaar kunnen vormen. Met het oog op de toevoer van verse lucht en het beperken van het claustrofobische gevoel voor de patiënt die in de cabine zit opgesloten, wordt de bovenkant van de cabine vaak geopend. Daardoor kan heel wat UV-straling op het plafond verstrooid worden. Over het algemeen is het gevaar vrij klein, aangezien medewerkers normaal gezien niet langdurig naast de werkende cabine blijven staan. Toch kan de gecumuleerde blootstelling aan UV-stralen effecten op lange termijn hebben. Dit risico kan met eenvoudige technische maatregelen tot een minimum beperkt worden, bijvoorbeeld met speciale behandelkamers, gordijnen rond de cabine en bediening op afstand van werkstations. In het bovenstaande voorbeeld (A) volstond een gordijn rond de cabine om de tijd die nodig was om de GVB voor actinische UV-stralen te overschrijden van 5 uur naar bijna 13 uur te doen stijgen. Andere apparatuur voor lichttherapie, zoals het apparaat voor handen en voeten dat in voorbeeld (B) aan bod komt, vereist strenge organisatorische maatregelen om de blootstelling van het personeel tot een minimum te beperken. In dit geval bedekt het personeel de bestralingseenheid met zwarte handdoeken om de verstrooiing van UV-stralen in de omgeving te beperken. Als bijkomende maatregel kunnen rond de cabine gordijnen worden geplaatst. Het is mogelijk dat ziekenhuismedewerkers met het oog op kwaliteitscontrole nu en dan toegang moeten hebben tot de apparatuur. In het kader van de preventieve maatregelen, kunnen zij bijvoorbeeld verplicht worden een gelaatscherm te dragen dat UV-stralen tegenhoudt alsook passende handschoenen en kleding. Wanneer organisatorische maatregelen een belangrijke rol spelen in

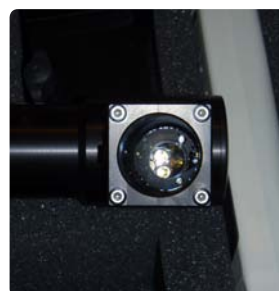
de beheersing van de risico's, zouden deze duidelijk op papier moeten worden vastgelegd.

Apparaten voor blauwlichttherapie worden gewoonlijk 0,3 m boven het bed van pasgeboren baby's geplaatst. Zo wordt voorkomen dat werknemers rechtstreeks in de bron kijken. Bovendien houdt het personeel zich ongeveer 10 minuten per uur direct met de baby's bezig, waardoor de blootstelling nog verder beperkt wordt. Zelfs wanneer een werkdag 12 uur telt, levert dit nog altijd maar een blootstelling van slechts 1 % van de GVB op.

Bij fotodynamische therapie wordt optische straling gebruikt om fotochemische reacties op te wekken. Vaak wordt vooraf behandeld met een chemische stof die cellen gevoeliger maakt voor licht (*photosensitiser*). Over het algemeen zijn ultraviolette golflengten zeer geschikt om deze photosensitisers te activeren. Zij worden echter maar weinig gebruikt omdat zij niet goed in weefsel doordringen. Er kan van uitgegaan worden dat de straling heel wat minder effect heeft op de werknemers, die normaal gezien niet aan de photosensitiser zijn blootgesteld. Er zouden wel passende maatregelen moeten worden getroffen om ervoor te zorgen dat werknemers inderdaad niet met photosensitisers in aanraking komen.

A

B



Afbeeldingen van bronnen voor fotodynamische therapie (A) UV-X, (B) Aktelite CL128

Tabel D.3.4. Beoordeling van bronnen voor fotodynamische therapie

Bron	Gevaar door actinische UV-straling	Gevaar door UVA-straling	Gevaar door blauwlicht	Thermische gevaren
UV-X	< GVB	< GVB	Nihil	Nihil
Aktelite CL128-lamp*	Nihil	Nihil	< 3 % van GVB	Nihil

* Gegevens verstrekt door het Medical Physics Department, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, Londen.

De in tabel D.3.4 opgenomen beoordelingen geven aan dat bronnen voor fotodynamische therapie, zoals

verwacht, weinig gevaar opleveren indien personen niet in aanraking komen met de photosensitiser.

Lasers van klasse 3B kunnen in het kader van fysiotherapie gebruikt worden om energie rechtstreeks naar beschadigd weefsel te brengen. Dergelijke lasers zijn gevaarlijk voor het oog (doorgaans thermisch gevaar voor het netvlies), maar de straal ervan is gewoonlijk sterk divergerend en dus alleen maar schadelijk op relatief korte afstanden. Het risico wordt normaal gezien onder controle gehouden met organisatorische maatregelen (gebruik van gordijnen en markeringen en opleiding van personeel) en het gebruik van beschermingsmiddelen die de ogen tegen laserstralen beschermen.

Chirurgische lasers worden voor een groot aantal ingrepen gebruikt. Het betreft doorgaans lasers van klasse 4 die heel gevaarlijk zijn voor de ogen en de huid. Ook in dit geval worden de risico's gewoonlijk beperkt door organisatorische maatregelen en het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen. In bepaalde gevallen wordt de straal het lichaam ingeleid via een optische vezel die met een endoscoop in het lichaam is aangebracht. Deze methode beperkt het risico aanzienlijk, op voorwaarde dat de vezel niet breekt. Lasers worden ook veelvuldig gebruikt in de oogheelkunde, waarbij het doorgaans apparaten van klasse 3B of klasse 4 betreft. Net zoals bij het gebruik van lasers voor andere medische doeleinden wordt het risico voor de ogen en, in voorkomend geval, de huid beperkt door organisatorische maatregelen en het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen.

Aangezien de straal in de optische vezel van een endoscoop kan worden gereflecteerd, zouden geschikte filters

moeten worden gebruikt en/of zou de endoscoop via een camera gevolgd moeten worden.

Bronnen van intens gepulseerd licht worden vaak gebruikt voor de behandeling van huidaandoeningen. Deze apparaten werken gewoonlijk op basis van een xenonflitslamp met filters die de korte golflengten in het ultraviolette gebied van het spectrum tegenhouden. Gezien het grote maximumvermogen kunnen deze toestellen thermische risico's voor de ogen en de huid inhouden. Deze risico's worden gewoonlijk beperkt met organisatorische maatregelen die moeten voorkomen dat werknemers rechtstreeks worden blootgesteld aan de straling en het gebruik van persoonlijke oogbeschermingsmiddelen. Afhankelijk van de kwaliteit van de filters, kunnen dergelijke apparaten ook blauwlicht uitzenden.

D.3.4. Apparatuur voor speciale proeven



Afbeelding van een zoonnesimulator

In bepaalde medische disciplines worden voor diagnose- en onderzoeksdoeleinden verschillende meer geavanceerde bronnen gebruikt. Over het algemeen dienen deze geval per geval te worden beoordeeld. Het voorbeeld uit de onderstaande tabel D.3.5 is een breedbandbron, namelijk een zoonnesimulator. Bij dergelijke apparaten kan het aangewezen zijn een aantal mogelijke gevaren als gevolg van optische straling te beoordelen.

Tabel D.3.5. Beoordeling van een zoonnesimulator*

Bron	Gevaar door actinische UV-straling	Gevaar door UVA-straling	Gevaar door blauwlicht	Andere gevaren door optische straling
Oriel 81292-zoonnesimulator: directe blootstelling	GVB kan overschreden worden in ~ 6 min	GVB kan overschreden worden in ~ 3 min	< GVB	Nihil
Oriel 81292-zoonnesimulator: reflectie op lichaam	< GVB	< GVB	< GVB	Nihil
* Gegevens verstrekt door het Medical Physics Department, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, Londen.				

Over het algemeen kan ervan worden uitgegaan dat lampen die in de geneeskunde voor bijzondere of diagnosedoeleinden worden aangewend bij normaal gebruik geen groot risico inhouden.

Therapeutische bronnen kunnen in bepaalde omstandigheden gevaarlijk zijn. Vele van deze bronnen kunnen werknemers blootstellen aan straling in het gevaarlijke UV- en blauwe gebied van het spectrum, waarbij de blootstelling in de loop van de dag gecumuleerd wordt en de gezondheid op lange termijn kan worden geschaad. Daarom is het belangrijk dat bij de beoordeling van de blootstelling wordt uitgegaan van realistische blootstellingssituaties en dat rekening wordt gehouden met de werkpatronen om de totale blootstelling te beoordelen. Wanneer aanzienlijke risico's onderkend worden, zouden deze tot een minimum moeten worden teruggebracht door de toegang tot de straling zo veel mogelijk te beperken. Indien organisatorische maatregelen noodzakelijk zijn, zouden deze betrouwbaar moeten zijn en schriftelijk worden vastgelegd.

D.4. Voertuigen besturen op het werk

Werknemers kunnen worden blootgesteld aan optische straling van voertuigen wanneer zij:

- een voertuig besturen;
- langs de weg werken (bv. politieagenten en wegenwerkers);
- voertuigen nazien en herstellen in een garage.



Zoals zal blijken, houden de eerste twee voorbeelden slechts een verwaarloosbaar risico in: de zichtbaarheid en verkeersveiligheid hoeven niet in gevaar te worden gebracht om de blootstelling te verminderen. Het risico op blootstelling aan een hoger niveau van optische straling bij het nazien en herstellen van voertuigen dan de grenswaarden voor blootstelling toelaten, kan worden beperkt met passende werkprocedures en plaatselijke voorschriften.

Er werden vier voertuigen beoordeeld om het niveau van de blootstelling aan optische straling te bepalen:



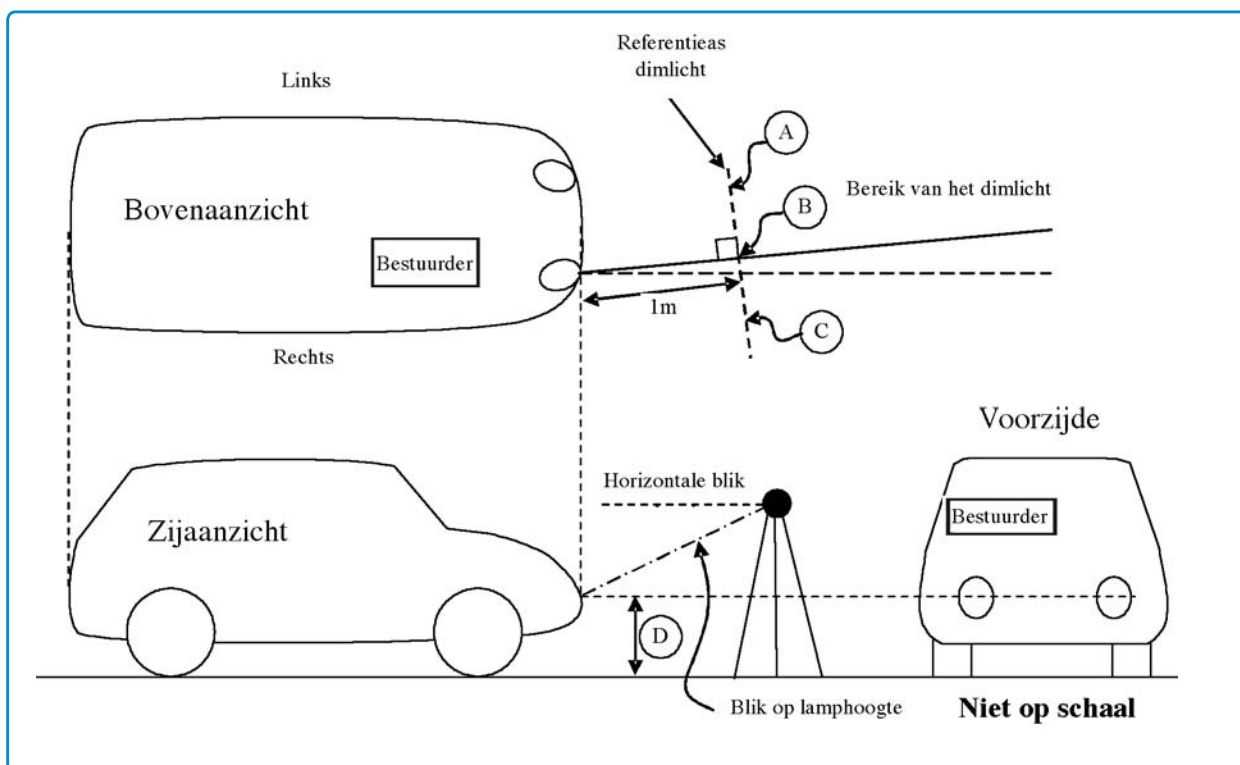
- sportwagen: Mazda RX8 met xenonkoplampen;
- een middelgrote gezinswagen: Mercedes A180;
- een compacte wagen: Fiat 500;
- een LDV-minibus.

Voor de beoordeling werd uitgegaan van de ergste blootstelling van werknemers die redelijkerwijze kan worden voorzien: zie tabel D.4.6 en figuur D.4.1.

Tabel D.4.6. Omstandigheden voor de beoordeling van voertuiglichten

	Positie ten opzichte van de lamp		Afstand	Wanneer werknemers kunnen worden blootgesteld
<i>Koplamp: dimlicht en groot licht</i>	Lampniveau: blik rechtstreeks in de straal		0,5 m, 1 m, 2 m en 3 m	Nazicht en herstelling: wagen op een voertuiglift Besturen van een voertuig
	Ooghoogte	Blik gericht op lamp	1 m	Nazicht en herstelling: wagen op de grond Wegenwerkers, verkeerspolitie
		Horizontale blik		
<i>Richtingaanwijzers, rem-, achteruitrij- en mistlichten</i>	Lampniveau: blik rechtstreeks in de straal		0,5 m	Besturen van een voertuig Nazicht en herstelling Wegenwerkers, verkeerspolitie

Figuur D.4.1. Schematische weergave van de meting van de voertuiglichten



De gevaren van de optische straling van de voertuigen werden beoordeeld en aan de grenswaarden voor blootstelling (GVB) getoetst. Daartoe werd de spectrale bestralingssterkte van de lichten van de voertuigen in verschillende configuraties gemeten.

Tabel D.4.7. Overzicht van de gevaren van de optische straling van de voertuiglichten

Gevaar	RX8	A180	F500	LDV
Actinische UV	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil
UVA	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil
Blauwlicht	GVB kan overschreden worden: zie tabel D.4.8 voor details	GVB kan overschreden worden: zie de tabellen D.4.8 en D.4.9 voor details	GVB kan overschreden worden: zie tabel D.4.8 voor details	GVB kan overschreden worden: zie tabel D.4.8 voor details
Verbranding van het netvlies	< 30 % van GVB	< 10 % van GVB	< 3 % van GVB	< 2 % van GVB

Tabel D.4.8. Blauwlichtgevaar van koplampen van voertuigen

Blootstellingsduur nodig om de GVB voor blauwlicht te overschrijden	RX8	A180	F500	LDV
Lampniveau: blik rechtstreeks in de straal	~ 3 min	~ 5 min	~ 30 min	~ 1 h
Ooghoogte: blik op de straal gericht	~ 2 h	~ 8 h	> 8 h	> 8 h
Ooghoogte: horizontale blik	> 8 h	> 8 h	> 8 h	> 8 h

Tabel D.4.9. Blauwlichtgevaar van de lichten van de Mercedes A180

Lichten van de wagen	Blootstellingsduur nodig om de GVB's voor blauwlicht te overschrijden		Risico op overmatige blootstelling
Koplamp, lampniveau op een afstand van 1 m, blik rechtstreeks in de straal — positie B op fig. D.4.1	dimlicht	~ 45 min	Onwaarschijnlijk. Rechtstreekse blik in de straal wordt normaal voorkomen door afweerreflex op zeer fel licht. Er zouden werkprocedures moeten worden aangenomen om onnodige blootstelling tot een minimum te beperken.
	groot licht	~ 15 min	
Koplamp, lampniveau op een afstand van 1 m, blik rechtstreeks in de straal — posities A en C = 0,5 m op fig. D.4.1	dimlicht	> 8 h	Nihil
	groot licht	> 8 h	
Koplamp, ooghoogte op een afstand van 1 m, blik op de lamp gericht	dimlicht	> 8 h	Nihil
	groot licht	> 8 h	
Koplamp, ooghoogte op een afstand van 1 m, horizontale blik	dimlicht	> 8 h	Nihil
	groot licht	> 8 h	
Mistlicht	> 8 h		Nihil
Remlicht	> 8 h		Nihil
Richtingaanwijzer	> 8 h		Nihil
Achteruitrijlicht	> 8 h		Nihil

Een rechtstreekse blik in de lichtstraal op het niveau van de koplamp kan blauwlichtgevaar inhouden en kan ook leiden tot een overschrijding van de GVB. Overschrijding van de GVB is evenwel onwaarschijnlijk aangezien:

- langdurige blootstelling aan de straal normaal voorkomen wordt door de afweerreflex op zeer fel licht;
- het risico snel afneemt naarmate de ogen verder van het middelpunt van de straal verwijderd zijn;
- het risico op ooghoogte aanzienlijk kleiner is.

Lichten van voertuigen leveren voor weggebruikers, met inbegrip van bestuurders, verkeerspolitie en wegenwerkers, normaal gezien geen risico van overmatige blootstelling aan optische straling op. Wanneer echter in specifieke situaties gedurende een langere tijd rechtstreeks in koplampen moet worden gekeken op het niveau van de koplampen, is er een klein risico op blootstelling aan blauwlicht.

Belangrijk

Er kan van worden uitgegaan dat lichten van voertuigen geen UV-risico inhouden wanneer het dekglas of de filters niet beschadigd zijn. Wanneer met lichten van voertuigen wordt gewerkt waarvan het dekglas is verwijderd of beschadigd, is er meer risico op blootstelling aan UV-straling. Er zouden werkprocedures moeten worden vastgesteld om te vermijden dat werknemers worden blootgesteld aan lichten van voertuigen waarvan het dekglas verwijderd of beschadigd is.

Veranderingen aan koplampen of aan de optische kenmerken ervan kunnen het risiconiveau beïnvloeden.

Hoewel het risico op overmatige blootstelling als gevolg van een rechtstreekse blik in de koplampen van een voertuig laag is, zouden indien mogelijk werkprocedures moeten worden aangenomen om onnodige blootstelling tot een minimum te beperken.

D.5. Militaire toepassingen

Bronnen van kunstmatige optische straling worden veelvuldig voor militaire doeleinden gebruikt. In gevechtssituaties moeten bevelhebbers soms beslissen hoe zij te werk zullen gaan. Daarbij moeten zij uitmaken of een klein risico op letsel in geval van overschrijding van de grenswaarden voor blootstelling opweegt tegen het risico op ernstige letsels of zelfs dodelijke slachtoffers als gevolg van andere gevaren. Daarom wordt in deze gids enkel aandacht besteed aan situaties in vredetijd, waaronder opleiding.

Voorbeelden van militair gebruik van bronnen van kunstmatige straling zijn onder meer:

zoeklichten
verlichting op militaire luchthavens
communicatiesystemen op basis van infraroodstraling
infraroodbelichters van doelwitten
lasers voor het markeren van doelwitten
gesimuleerde wapensystemen
infrarode tegenmaatregelen (in het Engels: infrared countermeasures)
vuurpijlen met magnesium
optische straling van ontploffingen



Tijdens de risicobeoordeling dient overeenkomstig artikel 4 van de richtlijn rekening te worden gehouden met zowel militaire als alle andere werknemers. Het is mogelijk dat de potentiële blootstellingsniveaus niet altijd onder de grenswaarden voor blootstelling kunnen worden gehouden. Daarom wordt in deze sector de probabilistische risicoanalyse (PRA) toegepast. Met deze methode kan het begrip „waarschijnlijk” worden gekwantificeerd, zoals vereist wordt door artikel 4. In het kader van de PRA kunnen verschillende waarden aangenomen worden. Een gebeurtenis met een waarschijnlijkheid van 10^{-8} wordt als aanvaardbaar beschouwd, zelfs wanneer het om een incident gaat dat, indien het zich zou voordoen, rampzalige gevolgen kan hebben.

Een gebeurtenis met een waarschijnlijkheid van minder dan 10^{-8} wordt niet als „waarschijnlijk” beschouwd.

De PRA-methode is complex en vereist vakkundige kennis. Het voordeel voor de militaire sector is dat het gebruik van kunstmatige optische straling dat op basis van een minder ingewikkelde beoordeling niet aanvaardbaar zou zijn, met deze methode mogelijkwelke wel als aanvaardbaar kan worden beschouwd.

De meeste van deze toepassingen van kunstmatige optische straling vinden plaats in een open ruimte en doorgaans in open lucht. Dat betekent dat de preventieve basismaatregel om optische straling af te schermen wellicht niet kan worden uitgevoerd. Opleiding is in dit verband de beste preventie: het militaire personeel wordt opgeleid om instructies en bevelen op te volgen.

D.6. Door gas aangedreven, hoger geplaatste straalverwarming

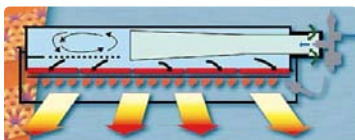
Deze beoordelingen werden uitgevoerd door de Europese beroepsorganisatie ELVHIS.



Mensen kunnen worden blootgesteld aan optische straling van door gas aangedreven, hoger geplaatste straalverwarmers, die in uiteenlopende omgevingen worden gebruikt als verwarming voor:

- industriële gebouwen,
- openbare gebouwen,
- logistieke gebouwen,
- brandweerkazernes,
- tentoonstellingshallen,
- sporthallen,
- terrassen van restaurants en bars, enz.

Overeenkomstig de specificaties van de fabrikanten worden dergelijke verwarmingselementen op een minimumhoogte boven de werknemers geplaatst, zodat zij niet rechtstreeks in het blikveld komen.



Door gas aangedreven, hoger geplaatste gasverwarming
(lichtgevend type)

De oppervlaktetemperatuur van door gas aangedreven, lichtgevende straalverwarmers schommelt tussen 700 °C en 1 000 °C, wat op basis van de wet van Wien overeenkomt met een golflengte $\lambda_{\max}$ van 2 275 nm tot 2 980 nm:

$$\lambda_{\max} = \frac{hc}{4.965 \cdot kT} = \frac{2.898 \cdot 10^{-3}}{T} \text{ [m} \cdot \text{°K]}$$

Zoals aanbevolen door de AICVF levert dat een stralingsemissie op van:

$$E_{\text{IR}} [\text{W m}^{-2}] = 0,71 \times \alpha_k \times f_p \times \eta_r \times P_u / d^2$$

waarbij:

α_k — menselijkeabsorptiefactor

f_p — richtingsfactor

η_r — stralingsefficiëntiefactor

P_u — vermogen van de verwarmers

d — afstand tussen het menselijke lichaam en de verwarmers.

Hoogste waarden (ergste geval voor fabrikant SBM):

$$\alpha_k = 0,97$$

$$f_p = 0,10$$

$$\eta_r = 0,65$$

$$P_u = 27\,000 \text{ W.}$$

Het ergste geval voor afstand d tussen het menselijke lichaam en de verwarmers, bij een vermogen P en een maximale hellingshoek I van 35°, werd berekend met de volgende formule:

$$d = h_i - 1, \text{ met } h_i = \left[\left(\sqrt{\frac{P_u}{540}} - 0,5 \right) \times \cos I \right] + 2$$

Deze berekening levert een d -waarde van 6,4 m op.

De blootstelling bedraagt in het ergste geval ($E_{\text{IR max}}$) dus $29,1 \approx 30 \text{ W m}^{-2}$.

De grenswaarde voor blootstelling binnen het golflengtegebied van 780 tot 3 000 nm bij een blootstellingsduur $t > 1\,000 \text{ s}$ is:

$$E_{\text{IR}} = 100 \text{ W m}^{-2}$$

Er kan van worden uitgegaan dat door gas aangedreven, verlichtende straalverwarmers geen risico op overmatige blootstelling aan kunstmatige optische straling opleveren. Zij kunnen dan ook als bronnen met een verwaarloosbaar risico worden beschouwd. De grootste blootstelling die redelijkerwijze bij dergelijke verwarmingselementen kan worden voorzien, ligt ruim onder de grenswaarde voor blootstelling.

Verdere informatie

AICVF: *Association des Ingénieurs en Climatique, Ventilation et Froid* — Frankrijk

ELVHIS: *Association Européenne Principale des Fabricants de Panneaux Radiants Lumineux à Gaz*

Aanbeveling 01-2006; „CHAUFFAGE: déperditions de base” op basis van de norm EN 12831 — maart 2004: Verwarmingssystemen in gebouwen — Methode voor de berekening van de ontwerp-warmtebelasting

SBM International — 3 Cottages de la Norge, F-21490 Clenay — Frankrijk.

D.7. Laser voor materiaalverwerking

Lasers worden gebruikt voor uiteenlopende toepassingen die met de algemene term materiaalverwerking worden aangeduid. In dit voorbeeld wordt gekeken naar een laser die voor het snijden van metaal gebruikt wordt, maar de beginselen zijn dezelfde voor lassen, boren en markeren met behulp van een laser.

De gebruikte laser is op basis van zijn stralingsenergiestroom of de energie per laserpuls een laser van klasse 4. Bijgevolg is de kans groot dat accidentele blootstelling aan de laserstraal ernstig letsel veroorzaakt aan het oog of aan de huid.



In heel Europa worden dagelijks duizenden van dergelijke lasers gebruikt. Deze beoordeling houdt enkel betrekking op de laserstraal. Andere gevaren kunnen evenwel een groter risico op letsel of overlijden inhouden.

D.7.1. Gevaren onderkennen en bepalen wie gevaar loopt

Werknemers kunnen in verschillende fasen van de levenscyclus van een laser voor materiaalverwerking aan laserstraling worden blootgesteld:

inbedrijfstelling
normaal gebruik
onderhoud
nazicht

In bepaalde fasen van de levenscyclus kunnen werkzaamheden worden uitgevoerd door werknemers van andere werkgevers, zoals de leverancier of een onderhoudsbedrijf. De risico's van deze werkzaamheden voor werknemers op de werkplek dienen evenwel te worden beoordeeld.

Als gevolg van de aard van de gebruikte laserstraal, wordt de GVB op korte afstand in elk geval overschreden wanneer recht in de straal wordt gekeken. Desondanks kan het aangewezen zijn ook de verstrooide straal te beoordelen.

Indien het werkstuk erg groot is, zoals bijvoorbeeld in de scheepsbouw voorkomt, kan de nominale risicoafstand voor de ogen kleiner zijn dan de omvang van het werkstuk.

D.7.2. Risico's evalueren en de prioriteit ervan vaststellen

Bij de meest eenvoudige beoordeling wordt ervan uitgegaan dat de laserstraal de GVB altijd overschrijdt, waardoor de toegang tot de straal zou moeten worden beperkt. Andere met het proces samenhangende gevaren kunnen er eveneens op wijzen dat het proces zou moeten worden afgeschermd. Enkele van deze gevaren kunnen voor de werknemers een grote risico inhouden dan de laserstraal zelf.

Het is mogelijk dat de bestralingssterkte of de bestralingsdosis van de laserstraal moet worden beoordeeld om na te gaan welke beschermingsmaatregelen moeten worden getroffen. In het ergste geval wordt uitgegaan van een gecollimeerde laserstraal op de betrokken locatie.

D.7.3. Voorzorgsmaatregelen bepalen

Wanneer beslissingen worden genomen omtrent voorzorgsmaatregelen, zou zowel de vereiste beschermingsgraad in aanmerking moeten worden genomen als wat de werknemers nodig hebben om hun specifieke taak te kunnen uitvoeren. Beschermingsmaatregelen die het werk bemoeilijken, hebben weinig succes.

Het dient ook te worden opgemerkt dat niet altijd een afscherming rond de volledige materiaalverwerkingsinstallatie hoeft te worden gebouwd. In bepaalde gevallen volstaat een afscherming rond het onderdeel dat voor de materiaalbewerking gebruikt wordt.

Er zou voor gezorgd moeten worden dat alle werkactiviteiten, met inbegrip van onderhoud en nazicht, zonder persoonlijke beschermingsmiddelen kunnen worden uitgevoerd. Indien het proces zichtbaar moet blijven, kunnen kijkvensters met passende filters of op afstand bediende hulpmiddelen (bv. camera's) gebruikt worden.

Wanneer beslissingen omtrent beschermingsmaatregelen worden genomen, kan het aangewezen zijn de in het kader van het proces opgewekte optische straling te beoordelen. Deze straling kan zich in een ander deel van het optische spectrum bevinden dan de laserstraal en is in de meeste gevallen incoherent.

D.8. Sectoren met procedés bij hoge temperatuur

Onze dank aan de heer M. Brose van *Fachbereich Elektrotechnik, Referat Optische Strahlung, Berufsgenossenschaft Elektro Textil Feinmechanik*, Duitsland voor de volgende beoordelingen.

D.8.1. Staalverwerking



(Saarstahl AG, Völklingen, Duitsland)

Saarstahl AG is gespecialiseerd in de productie van walsdraad, staafstaal en halfafgewerkte producten van verschillende kwaliteitsniveaus. De vestiging in Völklingen beschikt over staalproductiefaciliteiten, walsmachines en een smederij voor staalblokken tot 200 ton.

Optischestralingsveiligheid is een essentieel onderdeel van het veiligheidsbeleid in het bedrijf.



Hoewel de emissie van uiterst gevaarlijke niveaus van optische straling (hoofdzakelijk infrarood) eigen is aan de productie en de verwerking van staal, beperken de genomen preventieve maatregelen de toegang voor werknemers tot gevaarlijke optische straling en garanderen zij veilige werkomstandigheden. De maatregelen die werden genomen, zijn:

- bediening op afstand en toezicht op het productieproces om de blootstelling van werknemers aan gevaarlijke niveaus van optische straling tot een minimum te beperken;
- werkprocedures die het werken bij hoge temperaturen tot 15 minuten beperken, met een verplichte verandering van activiteit;
- plannen voor bewaking op afstand van de lichaamstemperatuur van de werknemers om oververhitting te voorkomen;

- uitgebreide opleiding van het personeel op professioneel en veiligheidsgebied;
- persoonlijke beschermingsmiddelen voor het gehele lichaam voor werknemers die toegang moeten hebben tot het productieproces;
- inaanmerkingneming van gegevens van het medisch toezicht in risicobeoordelingen;
- betrokkenheid van personeelsvertegenwoordigers bij het gezondheids- en veiligheidsbeheer.

D.8.2. Glasproductie en -bewerking



Bij de productie en de bewerking van glas worden gevaarlijke niveaus van optische straling uitgezonden, voornamelijk in het ultraviolette en het infrarode gebied van het spectrum. Door het handwerk moeten werknemers tot op korte afstand van de bron van de gevaarlijke straling (bv. een brander) naderen.

Aangezien kan worden aangenomen dat de voor werknemers toegankelijke stralingsniveaus de grenswaarden voor blootstelling overschrijden, dienen de risico's te worden beoordeeld om ervoor te zorgen dat de gevaren van de aanwezige optische straling op een gepaste wijze tot een minimum worden beperkt. In dit geval kan de grenswaarde voor blootstelling van meer dan één stralingsgevaar overschreden worden en zouden dan ook de strengste voorwaarden moeten worden toegepast.

Bij de beoordeling van de risico's zou rekening moeten worden gehouden met:

- de stralingsemissie van apparatuur, met inbegrip van aanvullende branders, op de betrokken lichaamsdelen van de werknemer, bv. handen en gelaat;
- de blootstellingsduur die op een werkdag kan worden voorzien (bij UV-straling wordt rekening gehouden met de gecumuleerde blootstelling in een periode van 8 uur);
- straalverzwakking als gevolg van schermen en persoonlijke beschermingsmiddelen.

De grenswaarden voor blootstelling aan UV-straling zijn cumulatief. Indien zij overschreden kunnen worden, zou de toegang voor werknemers beperkt moeten worden: ofwel door het stralingsniveau te verminderen (schermen, oogbeschermers en handschoenen), ofwel door de blootstellingsduur te beperken (maximaal toelaatbare blootstellingsduur).

Indien oogbeschermers bij de apparatuur geleverd worden, dient te worden nagegaan of deze wel geschikt zijn wanneer aanvullende branders worden gebruikt of wanneer nieuwe werkprocedures worden ingevoerd.

Indien apparatuur gevaarlijke actinische UV-straling uitzendt (180-400 nm), waarvoor grenswaarden van toepassing zijn voor zowel de huid als de ogen, zou ook de blootstelling van de handen moeten worden beoordeeld. Indien beschermende handschoenen het werken bemoeilijken of secundaire veiligheidsproblemen kunnen veroorzaken, zou de blootstellingsduur beperkt moeten worden.

D.8.3. Verdere informatie

BGFE • Informationen für die Glasbearbeitung mit Brennern — SD 53

D.9. Fotografie met flitslampen

Bronnen van kunstmatige straling vormen een essentieel onderdeel van een professionele fotostudio. Zij worden gebruikt als omgevings- of puntbelichting alsook als achtergrondbelichting of flitslicht.

In dit verband kunnen twee categorieën personen worden onderscheiden die in het kader van hun beroep aan kunstmatige optische straling kunnen worden blootgesteld:

- fotografen;
- personen die worden gefotografeerd (bv. fotomodellen).



In een professionele fotostudio kunnen onder meer de volgende bronnen aanwezig zijn:



- diffuse lichtbronnen
- studioflitsers
- flitslichten van professionele camera's
- flitslichten van niet-professionele camera's

Tabel D.9.1. Ergste blootstellingssituatie voor gelijktijdige rechtstreekse blootstelling aan de stralingsbronnen

	Diffuse lichtbron	Studioflitser	Flits van een professionele camera	Flits van een niet-professionele camera
Fotograaf	√	√	-	-
Fotomodel	√	√	√	√

Voor elke bron werden de spectrale bestralingssterkte en tijdskenmerken (flitsduur) op verschillende afstanden gebruikt om de ergste blootstellingssituatie te beoordelen en deze aan de toepasselijke grenswaarden voor blootstelling te toetsen.

De ergste blootstelling is voor de grenswaarden van UV-straling en blauwlicht cumulatief over een blootstellingperiode van 8 uur. Deze blootstelling kan ook cumulatief zijn voor meerdere bronnen: zij wordt uitgedrukt als het aantal foto's dat genomen moet worden (flits of belichting) om de toepasselijke grenswaarde voor blootstelling te overschrijden.

Het thermische gevaar voor het netvlies blijft onveranderd wanneer de blootstellingsduur meer dan 10 s bedraagt en wordt door het gezichtsveld beperkt tot 100 mrad: voor de beoordeling van dit gevaar wordt uitgegaan van één enkele opname met één enkele bron.

Het risico van UV-, UVA- en infraroodstraling bleek bij alle beoordeelde bronnen verwaarloosbaar.

Tabel D.9.2. Ergste gevaarniveaus van flitslampen voor fotografie

	Diffuse lichtbron	Studioflitser	Flits van een professionele camera	Flits van een niet-professionele camera
Aantal foto's dat nodig is om de GVB voor blauwlicht te overschrijden	$> 10^7$	$> 10^6$	$> 20\,000$	$> 13\,000$
% van de GVB voor thermische netvliesbeschadiging bij één enkele opname	$< 0,03\%$	$< 1\%$	$< 1\%$	$< 1\%$

Er kan van worden uitgegaan dat fotografie geen reëel gevaar voor overmatige blootstelling aan optische straling inhoudt, noch voor fotografen, noch voor personen die gefotografeerd worden: in het ergste geval zijn bij een gelijktijdige rechtstreekse blootstelling aan de straling van meerdere bronnen meerdere duizenden flitsontladingen nodig om de GVB voor blauwlicht te overschrijden.

Appendix E. Voorschriften van andere Europese richtlijnen

Een Europese richtlijn is het gevolg van een wederzijds bindende collectieve beslissing van de lidstaten die door hun nationale ministers (in de Raad van de Europese Unie) en volksvertegenwoordigers (in het Parlement) genomen wordt. Beide instellingen moeten een tekst van de richtlijn met een identieke inhoud goedkeuren. Een richtlijn strekt tot vaststelling van de overeengekomen doelstellingen die door de lidstaten moeten worden nagestreefd, maar laat nog enige vrijheid met betrekking tot de wijze waarop deze worden verwezenlijkt. De manier waarop de lidstaten de richtlijn ten uitvoer leggen, hangt af van hun rechtsstructuur en kan dus variëren. In de praktijk zijn richtlijnen van de Unie gericht tot alle lidstaten en wordt er een uiterste datum in vastgesteld tegen welke de lidstaten de richtlijn ten uitvoer moeten leggen.

In 1989 werd Richtlijn 89/391/EEG betreffende de tenuitvoerlegging van maatregelen ter bevordering van de verbetering van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers op het werk gepubliceerd. Deze richtlijn had betrekking op het beheer van veiligheids- en gezondheidsgerelateerde aspecten in bedrijven, waarbij de erin vervatte voorschriften de vorm hadden van beginselen die in het kader van dergelijk beheer moesten worden toegepast. Gezien het brede toepassingsgebied van deze richtlijn, kan de inhoud onmogelijk kort samengevat worden. Er is geen alternatief voor het lezen van de volledige richtlijn of van de toepasselijke regelgeving die ter omzetting in nationaal recht is aangenomen door de lidstaat waarin de betrokken werkgever zijn activiteiten heeft. Algemeen gesproken dienen overeenkomstig de richtlijn risicobeoordelingen te worden uitgevoerd op basis van een reeks algemene beginselen.

Richtlijn 89/391/EEG wordt ook wel de „kaderrichtlijn” genoemd omdat een van de artikelen tot vaststelling strekte van een aantal afzonderlijke richtlijnen met meer

gedetailleerde voorschriften inzake het beheer van veiligheid en gezondheid op specifieke gebieden en voor bepaalde risico's. Deze afzonderlijke richtlijnen dienen nageleefd te worden in overeenstemming met de beginselen van de kaderrichtlijn.

Richtlijn 2006/25/EG, de „richtlijn betreffende kunstmatige optische straling”, is een van de richtlijnen die in het kader van Richtlijn 89/391/EEG werd vastgesteld. Andere verwante richtlijnen zijn Richtlijn 89/654/EEG betreffende minimumvoorschriften inzake veiligheid en gezondheid voor arbeidsplaatsen (de „arbeidsplaatsenrichtlijn”) en Richtlijn 89/655/EEG betreffende minimumvoorschriften inzake veiligheid en gezondheid bij het gebruik door werknemers van arbeidsmiddelen op de arbeidsplaats (de „richtlijn betreffende het gebruik van arbeidsmiddelen”).

De richtlijn betreffende het gebruik van arbeidsmiddelen werd gewijzigd bij Richtlijn 95/63/EG (ook „betreffende minimumvoorschriften inzake veiligheid en gezondheid bij het gebruik door werknemers van arbeidsmiddelen op de arbeidsplaats”).

Teneinde hun wettelijke verplichtingen met betrekking tot kunstmatige optische straling na te komen, moeten werkgevers op zijn minst de voorschriften van de vier bovengenoemde richtlijnen naleven. In alle lidstaten kan plaatselijke wetgeving evenwel bijkomende verplichtingen opleggen die verder gaan dan die welke in de richtlijnen zijn vastgesteld.

Wanneer een werkgever inspanningen levert om zich naar de voorschriften van de richtlijn inzake kunstmatige optische straling te voegen, dient hij zich er dan ook bewust van te zijn dat er ook nog andere verplichtingen zijn met betrekking tot het beheer van veiligheid en gezondheid op het gebied van optische straling:

Kaderrichtlijn	Arbeitsplaatsenrichtlijn	Richtlijn betreffende arbeidsmiddelen (als gewijzigd)
Risico's moeten indien mogelijk voorkomen worden. Risico's die niet voorkomen kunnen worden, moeten worden geëvalueerd. Risico's moeten aan de bron bestreden worden. Het werk moet aan de mens worden aangepast. Er moet rekening gehouden worden met de ontwikkeling van de techniek. Wat gevaarlijk is, moet worden vervangen door wat niet of minder gevaarlijk is. Er dient werk te worden gemaakt van een samenhangend algemeen preventiebeleid dat technologie, organisatie, arbeidsomstandigheden en sociale betrekkingen omvat. Maatregelen inzake collectieve bescherming dienen voorrang te krijgen op maatregelen voor individuele bescherming. Werknemers moeten passende instructies krijgen.	Installaties en inrichtingen moeten technisch onderhoud krijgen en gebreken moeten zo snel mogelijk worden hersteld. Veiligheidsvoorzieningen en -inrichtingen moeten regelmatig worden onderhouden en gecontroleerd. Werknemers (of hun vertegenwoordigers) moeten voorgelicht worden over maatregelen die met betrekking tot de veiligheid en de gezondheid op de arbeidsplaatsen moeten worden genomen. Arbeitsplaatsen, al dan niet in de open lucht, moeten voldoende zijn verlicht om de gezondheid en de veiligheid van de werknemers te garanderen. Indien het daglicht ontoereikend is, dient kunstverlichting aanwezig te zijn.	Het gebruik van arbeidsmiddelen die specifieke gezondheidsrisico's inhouden, moet beperkt worden tot de werknemers die tot taak hebben die arbeidsmiddelen te gebruiken. Reparatie, onderhoud en aanpassingen mogen enkel worden uitgevoerd door de werknemers die daarvoor zijn aangesteld. Werknemers ontvangen adequate opleiding over het gebruik van arbeidsmiddelen. Bedieningssystemen die van invloed zijn op de veiligheid moeten duidelijk zichtbaar zijn. Bedieningssystemen moeten zich buiten de gevaarlijke zones bevinden. De bediener moet kunnen vaststellen of zich personen in de gevaarlijke zones bevinden of er moet een waarschuwingssignaal worden gegeven wanneer de arbeidsmiddelen gevaarlijk gaan worden. Een storing van een bedieningssysteem mag niet tot een gevaarlijke situatie leiden. Het in werking stellen van een arbeidsmiddel mag alleen geschieden door een opzettelijk verrichte handeling met een bedieningssysteem. Het opnieuw in werking stellen van een arbeidsmiddel mag alleen geschieden door een opzettelijk verrichte handeling met een bedieningssysteem. Elk arbeidsmiddel moet zijn voorzien van een bedieningssysteem waarmee het op veilige wijze volledig kan worden stopgezet. De werkpunten van een arbeidsmiddel moeten voor de te verrichten werkzaamheden voldoende zijn verlicht. Alarmsignalen moeten duidelijk en ondubbelzinnig waarneembaar en te begrijpen zijn. Onderhoudswerkzaamheden moeten op een veilige wijze kunnen worden uitgevoerd. Arbeitsmiddelen moeten zijn voorzien van waarschuwingen en signaleringen die noodzakelijk zijn voor de veiligheid van de werknemers. Arbeitsmiddelen waarvan de veiligheid afhangt van de wijze van installatie, dienen na de installatie en vóór de eerste ingebruikname te worden gekeurd. Arbeitsmiddelen die onderhevig zijn aan invloeden die leiden tot verslechtingen, moeten regelmatig worden gekeurd en de resultaten daarvan moeten schriftelijk worden vastgelegd.

Er zijn nog vijf andere richtlijnen die in zekere mate verband houden met het veilige gebruik van kunstmatige optische straling. Zij hebben alle betrekking op de levering van apparatuur die optische straling kan uitzenden of die bedoeld is om het effect van dergelijke straling te beperken. Zij zijn bijgevolg belangrijker voor fabrikanten en leveranciers van apparatuur dan voor werkgevers.

Werkgevers dienen zich er echter van bewust te zijn dat deze richtlijnen bestaan en dat fabrieksuitrusting, productieapparatuur en beschermingsmiddelen die op de Europese markt worden aangeboden, daarmee in overeenstemming moeten zijn. Twee van deze richtlijnen verplichten leveranciers ook om gebruikers gedetailleerde informatie te verstrekken over de aard van de straling, over beschermingsmiddelen voor de gebruiker, over de middelen waarmee een verkeerde bediening kan worden voorkomen en over de middelen waarmee de aan de installatie verbonden risico's kunnen worden weggenomen.

Het betreft met name:

- Richtlijn 2006/42/EG betreffende machines (de „machinerichtlijn”);
- Richtlijn 2006/95/EG betreffende de onderlinge aanpassing van de wettelijke voorschriften der lidstaten inzake elektrisch materiaal bestemd voor gebruik binnen bepaalde spanningsgrenzen (de „laagspanningsrichtlijn”);
- Richtlijn 89/686/EEG inzake de onderlinge aanpassing van de wetgevingen der lidstaten betreffende persoonlijke beschermingsmiddelen (de „PBM-richtlijn”);
- Richtlijn 93/42/EEG betreffende medische hulpmiddelen;
- Richtlijn 98/79/EG betreffende medische hulpmiddelen voor in-vitrodiagnostiek.

De onderstaande tabel bevat een overzicht van een aantal relevante bepalingen van deze richtlijnen:

Machinerichtlijn	Laagspanningsrichtlijn	PBM-richtlijn	Richtlijnen medische hulpmiddelen en in-vitrodiagnostiek
Machines moeten met het oog op een veilig gebruik met adequate ingebouwde verlichting worden geleverd. Ongewenste emissie van straling van de machine moet worden geëlimineerd of verminderd tot een niveau dat geen nadelige gevolgen heeft voor personen. Functionele emissie tijdens het installeren, het werken en het schoonmaken moet worden verminderd tot een niveau dat geen nadelige gevolgen heeft voor personen. Als laserapparatuur wordt gebruikt, moet iedere onopzettelijke straling vermeden worden. Lasers moeten zodanig zijn geïnstalleerd dat noch de straling door reflectie of diffusie, noch de secundaire straling schade toebrengt aan de gezondheid. Optische apparatuur voor de waarneming of het afstellen van laserstralen moet van die aard zijn dat de laserstraling geen enkel gevaar voor de gezondheid oplevert. Indien bepaalde kenmerken van het ontwerp de overeenstemming met de voorgaande eisen beogen, dienen de toepasselijke normen te worden vermeld.	De laagspanningsrichtlijn is van toepassing op alle arbeidsmiddelen die bestemd zijn voor een nominale wisselspanning tussen 50 V en 1 000 V en een nominale gelijkspanning tussen 75 V en 1 500 V. Dergelijke arbeidsmiddelen mogen geen straling uitzenden die gevaar zou kunnen opleveren.	PBM's dienen de gebruiker te beschermen zonder gevaar voor de veiligheid of gezondheid van andere personen. PBM's moeten het grootste deel van de potentieel schadelijke straling absorberen of reflecteren zonder ingrijpende gevolgen voor het gezichtsvermogen van de gebruiker. De gekozen PBM's moeten er in ieder geval voor zorgen dat de blootstelling van de ogen van de gebruiker onder de maximaal toelaatbare blootstelling blijft. De optische kenmerken van de PBM's mogen niet achteruitgaan als gevolg van blootstelling aan de onder de te verwachten gebruiksomstandigheden uitgezonden straling tegen welke zij geacht worden bescherming te bieden.	Medische hulpmiddelen moeten zodanig ontworpen zijn dat de blootstelling van patiënten, gebruikers en andere personen tot een minimum wordt beperkt. De gebruiker moet de hoeveelheid uitgezonden straling kunnen beheersen. Hulpmiddelen moeten uitgerust zijn met visuele en/of geluidsindicatoren. In de gebruiksaanwijzing moet nauwkeurig zijn aangegeven wat de aard van de uitgezonden straling is en hoe de gebruiker zich kan beschermen, hoe verkeerde bediening kan worden voorkomen en hoe de aan de installatie verbonden risico's kunnen worden weggenomen.

Appendix F. Nationale regelgeving van de EU-lidstaten tot omzetting van Richtlijn 2006/25/EG (tot 10 december 2010) en richtsnoeren

Land	Huidige wetgeving	Huidige richtsnoeren
Oostenrijk	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]. 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 Unfallfürsorgegesetz 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 Arbeitnehmerinnen 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].	Sicherheitsinformation der Allgemeinen Unfallversicherungsgesellschaft: Sicherheit Kompakt: M 014 UV-Strahlenbelastung am Arbeitsplatz M 080 Grundlagen der Lasersicherheit
België	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, 6.5.2010, blz. 25349-25386).	

Land	Huidige wetgeving	Huidige richtsnoeren
Bulgarije	Наредба № 5 от 11 юни 2010 г. за минималните изисквания за осигуряване на здравето и безопасността на работещите при рисковете, свързани с експозиция на из-куствени оптични лъчения [Държавен вестник, 49, 29/06/2010, 00035-00048] Кодекс на труда [Държавен вестник, 15, 23/02/2010] Закон за здравословни и безопасни условия на труд [Държавен вестник, 12, 12/02/2010] 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]	
Cyprus	Ο Περί Ασφάλειας και Υγείας στην Εργασία (Τεχνική Οπτική Ακτινοβολία) Kanoniatoi tou 2010 [Cyprus Gazette, 4433, 11/06/2010, 01473-01493]	Richtsnoer nr. 61 betreffende werkzaamheden met lasers UV Zareni-poster (waarschuwingen voor de gevaren van UV-straling) ICNIRP-richtsnoeren
Tsjechische Republiek	Zákon č. 370/2002 Sb., o změně a zrušení některých zákonů v souvislosti s ukončením činnosti okresních úřadů [Sbírka zákonů CR, 18/07/2002]. Zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu [Sbírka zákonů CR, 30/03/1966]. 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 [Sbírka zákonů CR, 15/05/2007]. 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) [Sbírka zákonů CR, 22/06/2006]. Nařízení vlády č. 106/2010 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 1/2008 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením [Sbírka zákonů CR, 19/04/2010]. 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 zdravých životních podmínek, ve znění zákona České národní rady č. 137/1982 Sb. [Sbírka zákonů CR, 24/02/1997]. 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. [Sbírka zákonů CR, 30/12/1991]. Nařízení vlády č. 1/2008 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením [Sbírka zákonů CR, 09/01/2008]. 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 [Sbírka zákonů CR, 27/09/2005]. Zákon č. 274/2003 Sb., kterým se mění některé zákony na úseku ochrany veřejného zdraví [Sbírka zákonů CR, 27/08/2003]. Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů [Sbírka zákonů CR, 11/08/2000]. Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce [Sbírka zákonů CR, 07/06/2006]. Zákon č. 48/1997 Sb., o veřejném zdravotním pojištění a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů [Sbírka zákonů CR, 07/03/1997]. Zákon č. 362/2007, kterým se mění zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony [Sbírka zákonů CR, 28/12/2007].	De Deense wet op de arbeidsomgeving heeft ten doel een „veilige en gezonde arbeidsomgeving“ te garanderen. Deze wet wordt ten uitvoer gelegd overeenkomstig de aanbevelingen van ICNIRP met betrekking tot optische straling, die als leidraad dienen, en de toepasselijke Europese normen (bv. EN 60825 en EN 207/208).
Denemarken	Bekendtgørelse om beskyttelse mod udsættelse for kunstig optisk stråling i forbindelse med arbejdet [Lovtidende A, 29/05/2010]. Bekendtgørelse om beskyttelse mod risici ved udsættelse for kunstig optisk stråling på offshoreanlæg m.v. [Lovtidende A, 21/04/2010].	

Land	Huidige wetgeving	Huidige richtsnoeren
Estland	TÖÖTÄRVIISHOIGU JA TÖÖOHUTUSE SEADUSE MUUTMISE SEADUS [Elektrooniline Riigi Teataja, RTI, 16.01.2007, 3, 11]. Töötärvishoiu ja tööohutuse nõuded tehnikust optilise kiirgusest mõjutatud töökohakonnas, tehniliku optilise kiirguse piirnormid ja kiirguse mõõtmise kord [Elektrooniline Riigi Teataja, RTI, 22.04.2010, 16, 84].	
Finland	Valtioneuvoston asetus työntekijöiden suojelemiseksi optiselle säteilylle altistumisesta aiheutuvilta vaaroilta / Statsrådets förordning om skydd av arbetstagare mot risker som uppstår vid exponering för optisk strålning [Suomen Saadokkoelma (SK), 05/03/2010, 00703-00720, 146/2010]	
Frankrijk	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]	
Duitsland	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 1), 38, 26/07/2010, 00960-00967]	BGI 5006: „Grenswaarden voor blootstelling aan kunstmatige optische straling“ Richtsnoer inzake niet-ioniserende straling: „Laserstraling“ Richtsnoer inzake niet-ioniserende straling: „Ultraviolette straling van kunstmatige bronnen“ Richtsnoer inzake niet-ioniserende straling: „Zichtbare en infraroodstraling“ In de onderstaande documenten worden risicobeoordelingsmethoden voor optische straling van kunstmatige bronnen beschreven: Besluit betreffende ongevallenpreventie BGV B2: „Laserstraling“ DIN EN 60825-1: 2008: „Veiligheid van laserproducten — Deel 1: Apparatuurclassificatie, eisen en gebruikershandleiding“ DIN EN 14255-1: 2005: „Meting en beoordeling van blootstelling van personen aan incoherente optische straling — Deel 1: Ultraviolette straling uitgestraald door kunstmatige bronnen op de werkplek“ IEC 62471: 2006: „Fotobiologische veiligheid van lampen en lampsystemen“ DIN EN 12198-1:2000 „Veiligheid van machines — Beoordeling en vermindering van het gevaar veroorzaakt door straling uitgezonden door machines — Deel 1: Algemene beginselen“ Richtsnoer inzake niet-ioniserende straling: „Ultraviolette straling van kunstmatige bronnen“ BGR 107: Veiligheidsvoorschriften met betrekking tot droogapparaten voor inkt en papierverwerkingsmachines In de onderstaande documenten worden methoden beschreven om de risico's van optische straling van kunstmatige bronnen te verminderen: Besluit betreffende ongevallenpreventie BGV B2: „Laserstrahlung“ BGI 5006: „Expositionsgrenzwerte für künstliche optische Strahlung“ BGI 5007: Laserapparatuur voor shows en projectie DIN EN 12198-3:2002 „Veiligheid van machines — Beoordeling en vermindering van het gevaar veroorzaakt door straling uitgezonden door machines — Deel 3: Vermindering van straling door verzwakking of afscherming“ Richtsnoer inzake niet-ioniserende straling: „Laserstraling“ Richtsnoer inzake niet-ioniserende straling: „Ultraviolette straling van kunstmatige bronnen“ In de volgende documenten worden methoden beschreven om de risico's in bepaalde sectoren te verminderen: Besluit betreffende ongevallenpreventie BGV D1: „Lassen, snijden en aanverwante methoden“ „Drogen met UV-straling“, beroepsvereniging van drukkerijen en papierverwerkende bedrijven Merkblatt über Betrachtungsplätze für die fluoreszierende Prüfung mit dem Magnetpulver- und Eindringverfahren — Ausrüstung und Schutzmaßnahmen bei Arbeiten mit UV-Strahlung BGI 5092 Auswahl von Laser-Schutzbrillen und Laser-Lustierbrillen BGI 5031 Umgang mit Lichtwellenleiter-Kommunikations-Systemen (LWKS) Brochures en folders: Brochure van het Federaal Instituut voor gezondheid en veiligheid op het werk: „Damit nichts ins Auge geht... — Schutz vor Laserstrahlung“ Folder van het Federaal Instituut voor gezondheid en veiligheid op het werk: „Verblindung: tijdelijke blindheid — Bescherming tegen optische straling“ Folder van het Federaal Instituut voor gezondheid en veiligheid op het werk: „Draagbare lasers voor materiaalbewerking“

Land	Huidige wetgeving	Huidige richtsnoeren
Griekenland	Ελάχιστες προδιαγραφές υγείας και ασφάλειας οσοναφορά στην έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους που προκύπτουν από φυσικούς παράγοντες (τεχνητή οπτική ακτινοβολία), σε συμμόρφωση με την οδηγία 2006/25/ΕΚ [Εφημερίδα της κυβέρνησης (ΘΕΚ) (Τεύχος Α), 145, 01/09/2010, 03075-03094]	
Hongarije	1991. évi XI. Törvény az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálatról [Magyar Közlöny, 00753-00759]. 2/1998. (I. 16.) MűM rendelet a munkahelyen alkalmazandó biztonsági és egészségvédelmi jelzésekről [Magyar Közlöny, 16/01/1998, 174-192, 2]. A Kormány 218/1999. (XII. 28.) Korm. rendelete az egyes szabálysértésekről [Magyar Közlöny, 28/12/1999, 08942-08968, 1999/125]. 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]. 1997. évi XLVII. Törvény az egészségügyi és a hozzájuk kapcsolódó személyes adatok kezeléséről és védelméről [Magyar Közlöny, 05/06/1997, 03518-03528, 1997/49]. 2009. évi CLIV. Törvény az egyes egészségügyi tárgyú törvények módosításáról [Magyar Közlöny, 47035-47090]. 1993. évi XCIII. tv. a munkavédelemről [Magyar Közlöny, 03/11/1993, 9942-9953, 160]. 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].	De Europese normen zijn ook van toepassing in Hongarije, met name: IEC 60825-1,-2,-4,-12 IEC 60335-2-27 IEC 60601-2-22 EN 12198-1 EN 14255-1,-2,-4
Ierland	SAFETY, HEALTH AND WELFARE AT WORK (GENERAL APPLICATION) (AMENDMENT) REGULATIONS 2010 [Iris Oifigiúil, 04/05/2010, 00628-00629, 176 of 2010].	ICNIRP-richtsnoeren
Italië	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 – GU N. 101].	
Letland	Ministru kabineta 2009.gada 30.jūnija noteikumi Nr.731 «Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret mākslīgā optiskā starojuma radīto risku darba vidē» [Latvijas Vēstnesis, 07/07/2009, 105].	Letse norm: Meting en beoordeling van blootstelling van personen aan incoherente optische straling — Deel 2: Zichtbare en infrarode straling afgegeven door kunstmatige bronnen op werkplekken
Litouwen	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]. Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2007 m. spalio 5 d. įsakymas Nr. A1-277/V-785 «Dėl 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/EEB, 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]. Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2007 m. gruodžio 14 d. įsakymas Nr. A1-366/V-1025 «Dėl darbuotojų apsaugos nuo dirbtinės optinės spinduliuotės ke- liamos rizikos nuostatų patvirtinimo» [Nouvelles de l'Etat, 22/12/2007, 136]. Lietuvos Respublikos administracinių teisės pažeidimų kodekso pakeitimo ir papildymo įstatymas Nr. VIII-1543 [Nouvelles de l'Etat, 15/03/2000, 22].	

Land	Huidige wetgeving	Huidige richtsnoeren
Luxemburg	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 (rayonnements 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 [Mémorial Luxembourgeois A, 131, 12/08/2010, 02164-02182]	
Malta	LN. 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].	
Nederland	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, 5th. 2010, 103].	Optische straling in arbeidssituaties
Polen	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]	Er zijn een aantal publicaties beschikbaar waarin beoordelingsmethoden en richtsnoeren beschreven worden met betrekking tot arbeidsrisico's die verband houden met optische straling. Het betreft met name: „Beoordeling van arbeidsrisico's. Deel 1: Methodiek”, ed. M.W. Zawieska, CIOP-PIB, Warszawa 2004 (3e uitgave); „Beoordeling van arbeidsrisico's. Deel 2. STER-computerondersteuning”, ed. M.W. Zawieska, CIOP, Warszawa 2000; „Arbeidsrisico's. Methodiek en evaluatie”, ed. M.W. Zawieska, CIOP-PIB Warszawa, 2007.
Portugal	Assembleia da República-Estabelece as prescrições mínimas para proteção 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 proteção 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]	
Roemenië	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]	
Slovakije	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].	

Land	Huidige wetgeving	Huidige richtsnoeren
Slovenië	Uredba o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti umetnim optičnim sevanjem [Uradni list RS, 34/2010, 30/04/2010, 04892-04909]	
Spanje	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), 24/04/2010, 36103-36120, 99/2010]. 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].	NORMEN UNE-EN 13464: 1999 „Guía para la selección, utilización y mantenimiento de los protectores oculares y faciales de uso profesional” UNE-EN 166: 2002 „Protección individual del ojo. Requisitos” UNE-EN 169: 2003 „Protección individual de los ojos. Filtros para soldadura y técnicas relacionadas. Especificaciones del coeficiente de transmisión (transmitancia) y uso recomendado” UNE-EN 170: 2003 „Protección individual de los ojos. Filtros para el ultravioleta. Especificaciones del coeficiente de transmisión (transmitancia) y uso recomendado” UNE-EN 207 „Filtros y protectores de los ojos contra la radiación láser (gafas de protección láser)”. (Esta norma tiene ampliaciones y modificaciones) 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) UNE-EN 60825 „Seguridad de los productos láser” (Esta norma tiene varias partes y numerosas correcciones.) UNE-EN 14255 Medición y evaluación de la exposición de las personas a la radiación óptica incoherente. (Esta norma tiene varias partes.) POSTERS La Directiva 2006/25/CE sobre exposición laboral a radiaciones ópticas artificiales Methodiek voor het beoordelen van beroepsmatige blootstelling aan optische straling. Spectralimit: een toepassing voor de beoordeling van beroepsmatige blootstelling aan UV- en zichtbare straling OVERIGE PUBLICATIES VAN INSHT NTP 755: „Radiaciones ópticas: Metodología de evaluación de la exposición laboral” NTP 654: Láseres: nueva clasificación del riesgo (UNE-EN 60825-1 /A2: 2002) NTP 261: Láseres: riesgos en su utilización FDN-17: Selección de pantallas faciales y gafas de protección. FDN-23: Comercialización de las Pantallas de Protección para Soldadores. Guías orientativas para la selección y utilización de EPI — Protectores oculares y faciales CD R. Riescopreventie op het werk. Gevorderde opleiding voor de uitoefening van functies van een hoger niveau. Uitvoering 2 Algunas cuestiones sobre seguridad Láser (Enkele aspecten van laserveiligheid) Evaluación de las Condiciones de Trabajo en la pequeña y mediana empresa Riesgos por radiaciones ópticas procedentes de fuentes luminosas La exposición laboral a radiaciones ópticas
Zweden	Arbetsmiljöverkets föreskrifter om artificiell optisk strålning (AFS 2009:7). [Arbetsmiljöverkets författningssamling (AFS), 10/11/2009, 2009:7].	
Verenigd Koninkrijk	The Control of Artificial Optical Radiation at Work Regulations 2010 [Her Majesty's Stationery Office (HMSO), 06/04/2010, GB SI 2010 No. 1140] The Control of Artificial Optical Radiation at Work Regulations (Northern Ireland) 2010 [Her Majesty's Stationery Office (HMSO), SR of NI 2010 No. 180] Factories (Protection of Workers from Physical Agents) (Artificial Optical Radiation) Regulations 2010 [Gibraltar Gazette, 3801, 29/07/2010]	MHRA DB2008(03) Guidance on the safe use of lasers, intense light source systems and LEDs in medical, surgical, dental and aesthetic practices. (Richtsnoer voor een veilig gebruik van lasers, met krachtige lichtbronnen uitgeruste systemen en leds voor medische, heelkundige, tandheelkundige en esthetische toepassingen). HS695 The radiation safety of lasers used for display purposes (Veilig gebruik van laserschermen).

Appendix G. Europese en internationale normen

Een aantal Europese normen heeft betrekking op producten die optische straling uitzenden. In deze normen worden de uitgezonden straling alsook beschermingsmaatregelen beschreven. Er zijn ook internationale normen van ISO, IEC en CIE, die niet als Europese normen zijn gepubliceerd. Een derde groep bestaat uit richtsnoeren die op internationaal niveau zijn gepubliceerd, maar die mogelijk niet door alle lidstaten zijn aangenomen.

De vermelding van een document in dit aanhangsel betekent niet noodzakelijk dat een werkgever zich de tekst ook moet aanschaffen en hem moet lezen. Bepaalde documenten kunnen werkgevers evenwel helpen met het beoordelen en het beheren van risico's.

G.1. Euronormen

EN 165: 2005. Oogbescherming — Termen en definities

EN 166: 2002. Oogbescherming — Specificaties

EN 167: 2002. Oogbescherming — Optische beproevingsmethoden

EN 168: 2002. Oogbescherming — Niet-optische beproevingsmethoden

EN 169: 2002. Oogbescherming — Filters voor lassen en verwante technieken — Doorlatingsfactoren en aanbevolen gebruik

EN 170: 2002. Oogbescherming — Ultravioletfilters — Doorlatingsfactoren en aanbevolen gebruik

EN 171: 2002. Oogbescherming — Infraroodfilters — Doorlatingsfactoren en aanbevolen gebruik

EN 175: 1997. Persoonlijke bescherming — Middelen voor oog- en gezichtsbescherming tijdens lassen en aanverwante processen

EN 207: 1998. Filters en oogbeschermers tegen laserstraling

EN 208: 1998. Oogbeschermers voor instelwerkzaamheden aan lasers en lasersystemen

EN 349: 1993. Veiligheid van machines — Minimumafstanden ter voorkoming van het bekneld raken van menselijke lichaamsdelen

EN 379: 2003. Oogbescherming — Automatische lasfilters

EN 953: 1997. Veiligheid van machines — Afscherming — Algemene eisen voor het ontwerp en de constructie van vaste en beweegbare afschermingen

EN 1088: 1995. Veiligheid van machines — Blokkeer-richtingen gekoppeld aan afschermingen

EN 1598: 1997. Gezondheid en veiligheid bij lassen en verwante processen — Doorzichtige lasgordijnen en -schermen voor booglasprocessen

EN ISO 11145: 2001. Optica en optische instrumenten. Lasers en laserapparatuur. Woordenlijst en symbolen

EN ISO 11146-1: 2005. Lasers en aanverwante apparatuur. Beproevingsmethoden voor lasbundelbreedte, divergentiehoeken en bundelpropagatieverhoudingen. Gestigmatiseerde en astigmatische enkelvoudige stralenbundels

EN ISO 11146-2: 2005. Lasers en aanverwante apparatuur. Beproevingsmethoden voor lasbundelbreedte, divergentiehoeken en bundelpropagatieverhoudingen. Algemene astigmatische stralenbundels

EN ISO 11149: 1997. Optica en optische instrumenten. Lasers en laserapparatuur. Connectors voor glas-vezeloptiek voor de toepassing van laser voor niet-telecommunicatiedoeleinden	EN ISO 11990: 2003. Optica en optische instrumenten. Lasers en aanverwante apparatuur. Bepaling van de weerstand tegen laserstralen van de wanden van tracheale buizen
EN ISO 11151-1: 2000. Lasers en aanverwante apparatuur. Standaard optische onderdelen. Onderdelen voor UV, zichtbare en bijna infrarode spectrale gebieden	EN ISO 12005: 2003. Lasers en aanverwante apparatuur. Beproevingsmethoden voor parameters van lasbundels. Polarisation
EN ISO 11151-2: 2000. Lasers en aanverwante apparatuur. Standaard optische onderdelen. Onderdelen voor het infrarode spectrale gebied	EN ISO 12100-1: 2003. Veiligheid van machines — Basisbegrippen, algemene ontwerpbeginsselen — Deel 1: Basisterminologie, methodologie
EN ISO 11252: 2004. Lasers en laserapparatuur. Lasertoe-stel. Minimumeisen voor de documentatie	EN ISO 12100-2: 2003. Veiligheid van machines — Basisbegrippen, algemene ontwerpbeginsselen — Deel 2: Technische beginsselen
EN ISO 11254-3: 2006. Lasers en aanverwante apparatuur. Bepaling van de schadegrens van optische vlakken veroorzaakt door lasers. Laserkracht (energie)-transportvermogen	EN 12254: 1998. Afschermingen voor werkplekken met lasers. Veiligheidseisen en beproeving
EN ISO 11551: 2003. Optica en optische instrumenten. Lasers en laserapparatuur. Beproevingsmethode voor de absorptie van optische lasercomponenten	EN ISO 13694: 2001. Optica en optische instrumenten. Lasers en laserapparatuur. Beproevingsmethoden voor de vermogensdichtheidverdeling (energie) in laserbundels
EN ISO 11553-1: 2005. Veiligheid van machines. Machines die gebruik maken van lasers. Veiligheidseisen	EN ISO 13695: 2004. Optica en optische instrumenten. Lasers en laserapparatuur. Beproevingsmethoden voor de spectrale eigenschappen van lasers
EN ISO 11553-2: 2007. Veiligheid van machines. Machines die gebruik maken van lasers. Veiligheidseisen voor handmatige machines die gebruik maken van lasers	EN ISO 13697: 2006. Optica en optische instrumenten. Lasers en aanverwante apparatuur. Beproevingsmethode voor lichtreflectie en lichtdoorlatendheid van optische lasercomponenten
EN ISO 11554: 2006. Optica en optische instrumenten. Lasers en aanverwante apparatuur. Beproevingsmethoden voor vermogen, energie en tijdelijke kenmerken van laserstralen	EN 13857: 2008. Veiligheid van machines — Veiligheidsafstanden ter voorkoming van het bereiken van gevaarlijke zones door bovenste en onderste ledematen
EN ISO 11670: 2003. Lasers en aanverwante apparatuur. Beproevingsmethoden voor parameters van lasbundels. Bundelbreedte	EN ISO 14121-1: 2007. Veiligheid van machines — Risico-beoordeling. Deel 1: Principes
EN ISO 11810-1: 2005. Lasers en aanverwante apparatuur. Beproevingsmethode en classificatie voor de laserweerstand van chirurgische kleden en/of beschermende afdekkingen voor patiënten. Primaire ontsteking en doordringen	EN 14255-1: 2005. Meting en beoordeling van blootstelling van personen aan incoherente optische straling — Deel 1: Ultraviolette straling uitgestraald door kunstmatige bronnen op de werkplek
EN ISO 11810-2: 2007. Lasers en aanverwante apparatuur. Beproevingsmethode en classificatie voor de laserweerstand van chirurgische kleden en/of beschermende afdekkingen voor patiënten. Secondaire ontsteking	EN 14255-2: 2005. Meting en beoordeling van blootstelling van personen aan incoherente optische straling — Deel 2: Zichtbare en infrarode straling afgegeven door kunstmatige bronnen op werkplekken

EN 14255-4: 2006. Meting en beoordeling van blootstelling van personen aan incoherente optische straling — Deel 4: Terminologie en grootheden voor metingen bij UV-, zichtbare en IR-blootstelling

EN ISO 14408: 2005. Tracheale buizen voor laserchirurgie. Eisen voor markering en begeleiding

EN ISO 15367-1: 2003. Lasers en aanverwante apparatuur. Beproevingsmethoden voor bepaling van de vorm van een laserstraalgolffront. Terminologie en fundamentele aspecten

EN ISO 15367-2: 2005. Lasers en aanverwante apparatuur. Beproevingsmethoden voor bepaling van de vorm van een laserstraalgolffront. Shack-Hartmann-sensoren

EN ISO 17526: 2003. Optica en optische instrumenten. Lasers en laserapparaten. Levensduur van lasers

EN ISO 22827-1: 2005. Afnamebeproevingen voor Nd:YAG laserbundelmachines voor lassen. Machines met optische draadaanvoer. Lasersamenstelling

EN ISO 22827-2: 2005. Afnamebeproevingen voor Nd:YAG laserbundelmachines voor lassen. Machines met optische draadaanvoer. Bewegingsmechanisme

EN 60601-2-22: 1996. Medische elektrische toestellen. Deel 2-22: Bijzondere eisen voor de veiligheid van diagnostische en therapeutische lasertoestellen

EN 60825-1: 2007. Veiligheid van laserproducten. Deel 1: Apparatuurclassificatie en eisen.

EN 60825-2: 2004. Veiligheid van laserproducten. Deel 2: Veiligheid van communicatiesystemen met optische vezels (OFCS)

EN 60825-4: 2006. Veiligheid van laserproducten. Deel 4: Laserafschermingen

EN 60825-12: 2004. Veiligheid van laserproducten. Deel 12: Veiligheid van vrije ruimte optische communicatiesystemen gebruikt voor informatieoverdracht

EN 61040: 1993. Detectors, instrumenten en inrichtingen voor het meten van vermogen en energie van laserstraling

G.2. Europese richtsnoeren

CLC/TR 50488: 2005. Richtsnoer met betrekking tot de vereiste competentieniveaus op het gebied van laserveiligheid.

G.3. ISO-, IEC- en CIE-publicaties

ISO/TR 11146-3: 2004. Lasers en aanverwante apparatuur. Beproevingsmethoden voor lasbundelbreedte, divergentiehoeken en bundelpropagatieverhoudingen. Intrinsieke en geometrische lasbundelclassificatie, propagatie en bijzonderheden voor beproevingsmethoden

ISO/TR 11991: 1995. *Guidance on airway management during laser surgery of upper airway*

ISO/TR 22588: 2005. Optica en optische instrumenten. Lasers en aanverwante apparatuur. Meting en evaluatie van absorptie-veroorzaking in optische lasercomponenten

IEC/TR 60825-3: 2008. Veiligheid van laserproducten. Deel 3: Richtlijn voor laserschermen en -shows

IEC/TR 60825-5: 2003. Veiligheid van laserproducten. Deel 5: Nalooplijst fabrikant voor IEC 60825-1

IEC/TR 60825-8: 2006. Veiligheid van laserproducten. Deel 8: Richtlijnen voor het veilig gebruik van laserstralen op mensen

IEC/TR 60825-13: 2006. Veiligheid van laserproducten. Deel 13: Metingen voor classificatie van laserproducten

IEC/TR 60825-14: 2004. Veiligheid van laserproducten. Deel 14: Een gebruikersgids

IEC 62471: 2006. Fotobiologische veiligheid van lampen en lampsystemen

CIE S 004-2001: *Colours of Light Signals*

ISO 16508/CIE S006.1/E-1999: gezamenlijke norm van ISO en CIE — Verkeerslichten — Fotometrische eigenschappen van verkeerslichten met een lensmiddellijn van 200 mm

ISO 17166/CIE S007/E-1999: gezamenlijke norm van ISO en CIE — *Erythema Reference Action Spectrum and Standard Erythema Dose*

ISO 8995-1: 2002(E)/CIE S 008/E: 2001: gezamenlijke norm van ISO en CIE — Verlichting van werkplekken — Deel 1: Binnen (incl. technisch corrigendum 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: gezamenlijke norm van ISO en CIE — Fotometrie — Het CIE-systeem van fysische fotometrie

ISO 23603: 2005(E)/CIE S 012/E: 2004: gezamenlijke norm van ISO en CIE — Standaardmethode om de spectrale kwaliteit van daglichtsimulators te beoordelen voor schatting en meting van kleur

CIE S 015: 2005: verlichting van buitenwerkplekken

ISO 8995-3: 2006(E)/CIE S 016/E: 2005: gezamenlijke norm van ISO en CIE — Verlichting van werkplekken — Deel 3: Veiligheids- en beveiligingseisen met betrekking tot de verlichting van buitenwerkplekken

ISO 28077: 2006(E)/CIE S 019/E: 2006: gezamenlijke norm van ISO en CIE — Fotokankerverwekkend actiespectrum (geen-melanoom-huidkanker)

ISO 30061: 2007(E)/CIE S 020/E: 2007: noodverlichting

Appendix H. Lichtgevoeligheid

H.1. Wat is lichtgevoeligheid?

De chemische reacties die worden opgewekt door zichtbare of UV-stralen zijn natuurlijke processen en zijn essentieel voor het overleven van levende organismen. Ze worden ook wel fotochemische reacties genoemd: een molecule of een levende cel moet eerst energie opnemen om in aangeslagen toestand te komen en de reactie te kunnen doen plaatsvinden.

In normale omstandigheden is het uiteindelijke resultaat positief en ondervindt het lichaam, in dit geval meer bepaald de huid, geen schade.

Het absorberen, inslikken of inademen van bepaalde stoffen kan de effecten echter aanzienlijk versterken en in verschillende graden van ernst reëel letsel veroorzaken dat vergelijkbaar is met acute zonnebrand. Deze stoffen worden gewoonlijk „fotosensitizers” genoemd.

In sommige gevallen laten de schadelijke effecten (zoals zonnebrand, blaren en jeuk) zich vrijwel meteen voelen.

De gevolgen op lange termijn van herhaalde blootstelling van huid die in contact is met fotosensitizers kunnen in bepaalde gevallen het risico op chronische aandoeningen (bv. versnelde veroudering van de huid of huidkanker) vergroten.

De meeste fotosensitizers absorberen UVA-straling en in mindere mate ook UVB- en zichtbare straling. Deze stoffen zijn overal om u heen te vinden:

in uw dagelijkse leven: bepaalde geneesmiddelen, zoals medicijnen voor het hartritme of tegen een te hoge bloeddruk, bepaalde stoffen die in groenten aanwezig zijn, houtbeschermingsmiddelen als carbonyleum, tuinplanten, reukwater en cosmetica;

op uw werkplek: kleurstoffen, pesticiden, inkt voor het afdrukken van documenten, additieven voor diervoeders;

in een medische omgeving: lichttherapie, antibacteriële stoffen, kalmeringsmiddelen, vochtafdrijvende middelen en de behandeling van infecties.

Deze opsommingen zijn niet exhaustief. Bovendien kunnen fotosensitizers die in het dagelijkse leven of in een medische context gebruikt worden u uiteraard gevoeliger maken voor blootstelling aan straling op de werkplek.

De schadelijke gevolgen hangen af van het type en de geabsorbeerde/ingeslikte/ingeademde hoeveelheid van de fotosensitizer alsook van de sterkte en de duur van de blootstelling en de genetische aanleg (bv. huidtype) van elk individu.

H.2. Werkgerelateerd... of niet

Zoals u ziet, kan iedereen in de nabijheid van fotosensitizers schadelijke effecten ondergaan als gevolg van blootstelling aan UV- of zichtbare straling en deze effecten kunnen zowel uit werkgerelateerde als uit andere activiteiten voortvloeien.

Bovendien is het grootste deel van de blootstelling afkomstig van de natuurlijke straling van de zon.

Aangezien schadelijke effecten als gevolg van natuurlijke straling niet binnen de werkingssfeer van de richtlijn vallen, worden deze feiten over natuurlijke straling slechts ter informatie meegedeeld.

H.3. Wat u als werkgever moet doen

De richtlijn verplicht werkgevers een risicobeoordeling uit te voeren, waarbij rekening moet worden gehouden met de gevaren en risico's als gevolg van blootstelling aan kunstmatige optische straling.

De werkgever heeft onder meer de plicht het personeel in te lichten over alle potentiële risico's. Bewustmaking van de potentiële gevaren en risico's als gevolg van fotosensitizers is essentieel.

H.4. Wat u moet doen indien u in het kader van uw werk wordt blootgesteld aan bronnen van kunstmatige optische straling en fotosensitizers

Wanneer een werkgever een risicobeoordeling uitvoert, kan hij onmogelijk op de hoogte zijn van bepaalde situaties, zoals de medische behandeling van een werknemer met geneesmiddelen die de lichtgevoeligheid verhogen, het gebruik van fotosensitizers bij het herinrichten van een woning of het gebruik van chemische fotosensitizers in het kader van een hobby (verf, inkt en lijm) enz.

Wanneer een patiënt een medische behandeling aanvat met bepaalde medicijnen die hem gevoeliger maken voor straling, zal zijn arts hem gewoonlijk waarschuwen voor de mogelijk schadelijke gevolgen van blootstelling

aan zonlicht. In bepaalde gevallen wordt zelfs duidelijk meegedeeld dat de patiënt helemaal niet aan zonlicht mag worden blootgesteld. In een dergelijke situatie is het ook aangewezen buitensporige blootstelling aan kunstmatige (en natuurlijke) licht- of UV-bronnen te vermijden. Lees altijd de bijsluiter! Het wordt ten eerste aanbevolen dat u uw werkgever zelf of via de in uw land gebruikelijke kanalen of procedures op de hoogte brengt.

Raadpleeg meteen een geneesheer wanneer u merkt dat uw huid beschadigd is. Wijs er de arts op wanneer u vermoedt dat de oorzaak van het letsel zich op uw werkplek bevindt. Indien het vermoeden bestaat dat de oorzaak op de werkplek te vinden is, wordt ook in dit geval ten eerste aanbevolen dat u uw werkgever zelf of via de in uw land gebruikelijke kanalen of procedures op de hoogte brengt. Pas dan kunnen de nodige veranderingen aan uw arbeidsomstandigheden worden aangebracht.

Appendix I. Hulpbronnen

I.1. Internet

Deze lijsten zijn niet als exhaustief te beschouwen. De vermelding van een externe website houdt geenszins een bekrachtiging of aanbeveling in ten aanzien van de inhoud daarvan.

I.2. Adviesorganen en regelgevende instanties

Europese Unie

Land	Organisatie	Website
Oostenrijk	AUVA	www.auva.at
België	Instituut voor preventie, bescherming en welzijn op het werk	www.prevent.be/net/net01.nsf
Cyprus	Ημερίδα με θέμα: Ασφαλής Πρόσδεση Φορτίων	www.cysha.org.cy
Tsjechische Republiek	Nationaal Instituut voor volksgezondheid van de Tsjechische Republiek	www.czu.cz
	Centrum bezpečnosti práce a požární ochrany	www.civop.cz
Denemarken	Deense Autoriteit voor de arbeidsomgeving	www.at.dk
Estland	TÖÖINSPEKTSIOON	www.ti.ee
Finland	Työterveyslaitos	www.occuphealth.fi
Frankrijk	Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail	www.afsset.fr
Duitsland	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin	www.baua.de
	Berufsgenossenschaft Elektro Textil Feinmechanik	www.bgetf.de
Griekenland	Grieks Instituut voor veiligheid en gezondheid op het werk	www.elinyae.gr
Hongarije	Openbare Stichting voor onderzoek inzake veiligheid op het werk	www.mkk.org.hu
Ierland	Health and Safety Authority	www.HSA.ie
Italië	Nationaal Instituut voor veiligheid en preventie op het werk	www.ispesl.it
Letland	Instituut voor gezondheid op het werk en in de leefomgeving	home.parks.lv/ioeh
Luxemburg	Inspection du Travail et des Mines	www.itm.lu/itm
Malta	Occupational Health and Safety Authority	www.ohsa.org.mt
Nederland	TNO Arbeid en werkgelegenheid	www.arbeid.tno.nl
Polen	Centraal Instituut voor de bescherming van werknemers	http://www.ciop.pl
Portugal	Autoridade para as Condições do Trabalho	www.act.gov.pt
Roemenië	Instituut voor volksgezondheid	www.pub-health-iasi.ro
Slowakije	Openbare Gezondheidsautoriteit van de Slowaakse Republiek	www.uvzsr.sk
Slovenië	Ministerie van Arbeid, Gezinnen en Sociale Zaken	www.mddsz.gov.si
Spanje	Nationaal Instituut voor veiligheid en hygiëne op het werk	www.insht.es/portal/site/Insht
	Organisatie voor ongevallenpreventie	www.apa.es
Zweden	Zweeds Agentschap voor bescherming tegen straling	www.ssi.se
Verenigd Koninkrijk	Health Protection Agency	www.hpa.org.uk
	Health and Safety Executive	www.hse.gov.uk

Internationaal

Organisatie	Website
Internationale Commissie voor Bescherming tegen Niet-Ioniserende Straling	www.icnirp.de
Internationale Commissie voor Verlichtingskunde	www.cie.co.at
Wereldgezondheidsorganisatie	www.who.int
American Conference on Governmental Industrial Hygienists	www.acgi.org
Europees Verbond van Vakverenigingen	www.etuc.org hesa.etui-rehs.org
European Public Health Alliance	www.epha.org/r/64
Europees Agentschap voor veiligheid en gezondheid op het werk	osha.europa.eu/
Internationale Commissie voor Beroepsziekten	www.icohweb.org

Rest van de wereld

Land	Organisatie	Website
VS	US Food and Drug Administration Center for Devices and Radiological Health	www.fda.gov/cdrh/
VS	US Food and Drug Administration Medical Accident Database	www.accessdata.fda.gov
VS	United States Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, Laser/Optical Radiation Program	chppm-www.apgea.army.mil/laser/laser.html
Australië	Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency	www.arpansa.gov.au

I.3. Normen

Organisatie	Website
Internationale Elektrotechnische Commissie	www.iec.ch
Europees Comité voor Elektrotechnische Normalisatie	www.cenelec.eu
Europees Comité voor Normalisatie	www.cen.eu
Internationale Organisatie voor Normalisatie	www.iso.org
American National Standards Institute	www.ansi.org
US Laser Safety Standards	www.z136.org

I.4. Organisaties en webindices

Organisatie	Website
European Optical Society	www.myeos.org
SPIE	www.spie.org
Optical Society of America	www.osa.org
Laser Institute of America	www.laserinstitute.org
Association of Laser Users	www.ailu.org.uk
Institute of Physics	www.iop.org
Institute of Physics and Engineering in Medicine	www.ipem.org.uk
British Medical Laser Association	www.bmla.co.uk
European Leading Association of Luminous Radiant gas heaters Manufacturers	www.elvhis.com

I.5. Vaktijdschriften

www.optics.org

Opto & Laser Europe

www.health-physics.com

Vaktijdschrift *Health Physics*

www.oxfordjournals.org/our_journals/rpd/about.html

Zoeken naar fragmenten van publicaties over lasers in
Radiation Protection Dosimetry

lfw.pennnet.com/home.cfm

Laser Focus World, Amerikaans maandblad over optica

www.photonics.com

Photonics Spectra, Europhotonics en BioPhotonics

scitation.aip.org/jla/

Journal of Laser Applications

www.springerlink.com/content/1435-604X/

Tijdschrift *Lasers in Medical Science*

fibers.org/fibresystems/schedule/fse.cfm

Tijdschrift *Fibre Systems Europe*

www.laserist.org/Laserist/

The Laserist, tijdschrift van de International Laser Display Association

www.ledsmagazine.com

Elektronisch tijdschrift over toepassingen van leds

www.ils-digital.com

Tijdschrift *Industrial Laser Solutions*

www.rp-photonics.com/encyclopedia.html

Online-encyclopedie over uiteenlopende onderwerpen
in verband met lasers en optica

I.6. Cd's, dvd's en andere bronnen

Bron	Uitgever	Opmerkingen
Limits Cd	Oostenrijkse onderzoeksinstituten	Een interactief opleidingssysteem (Engels en Duits) over laserveiligheid in de industriële en de onderzoekssector. De cd bevat een video van 30 min waarin de 9 hoofdstukken van de cd overlopen worden. De hoofdstukken kunnen ook los van de video doorgenomen worden. Inclusief test (meerkeuzevragen) en woordenlijst.
LIA — Mastering Light — Laser Safety Dvd	LIA	Op deze dvd wordt aandacht besteed aan toepassingen, de soorten lasers, de gevaren van lasers, preventieve maatregelen, borden en signalering, opslag van oogbeschermingsmiddelen enz. Bevat ook informatie over de oude laserclassificatie.
Laser Safety in Higher Education Dvd	Universiteit van Southampton	Bevat informatie over het effect van laserstraling op het menselijk lichaam, veiligheidsmaatregelen, neutrale-opaciteitsfilters enz. Er wordt ook ingegaan op de oude laserclassificatie.
LIA — CLSO's Best Practices in Laser Safety Cd	LIA	Boek + cd. De cd bevat PowerPoint-presentaties over de hoofdstukken 5.2.1.1 en 5.2.1.3 van het boek. Het boek is bedoeld als hulpmiddel voor het opzetten van laserveiligheidsprogramma's.
Prevention of Labour Risks Cd	INSHT	Gevorderde opleiding voor de uitoefening van functies van een hoger niveau. Tweede uitvoering.
Guide to Laser Safety	Laservision	Boekje (Engels en Duits). Dit boekje is vooral gericht op oogbeschermingsmiddelen en filters voor laserstraling.
Laser-Augenschutz Filter-Select	BGETF	ACCESS: interactieve databank van oogbeschermingsmiddelen tegen laserstraling.

Appendix J. Woordenlijst

Afweerreflex, gecontroleerd of ongecontroleerd

Sluiten van de oogleden, beweging van de ogen, samen-trekking van de pupillen of hoofdbeweging om blootstelling aan een optischestringsprikkel te vermijden

Bestralingsdosis

Quotiënt van de stralingsenergie dQ die gedurende de blootstellingsduur invalt op een element van een oppervlak waar het punt deel van uitmaakt en de oppervlakte dA van dat element:

$$H = \frac{dQ}{dA}$$

Een equivalente formule is de integraal van bestralingssterkte E op een bepaald punt gedurende een periode Δt :

$$H = \int_{\Delta t} E \cdot dt$$

SI-eenheid: $J m^{-2}$

Bestralingssterkte (op een bepaald punt op een oppervlak)

Quotiënt van de stralingsstroom $d\Phi$ die invalt op een element op het oppervlak waar het punt deel van uitmaakt en de oppervlakte dA van dat element:

$$E = \frac{d\Phi}{dA}$$

SI-eenheid: $W m^{-2}$

Blauwlichtgevaar

Kans op netvliesbeschadiging als gevolg van een fotochemische reactie die veroorzaakt wordt door blootstelling aan optische straling met een golflengte van 300 nm tot 700 nm

Gevaar van ultraviolette straling

De kans op acute en chronische schadelijke effecten op de huid en de ogen als gevolg van blootstelling aan optische straling in het golflengtegebied van 180 tot 400 nm

Gevaarlijk gebied voor het netvlies

Spectraal gebied van 380 nm tot 1 400 nm (zichtbaar en IRA) binnen welk de normale media van het oog optische straling doorgeven aan het netvlies

Grenswaarde voor blootstelling (GVB)

Maximale blootstelling van het oog of de huid waarvan wordt aangenomen dat deze geen schadelijke biologische effecten heeft

Incoherente straling

Alle optische straling met uitzondering van laserstraling

Infraroodstraling (IR)

Optische straling met een langere golflengte dan zichtbare straling.

Het golflengtegebied van infraroodstraling gaat van 780 nm tot 10^6 nm en wordt gewoonlijk opgesplitst in:

IRA (780 nm tot 1 400 nm)

IRB (1 400 nm tot 3 000 nm)

IRC (3 000 nm tot 10^6 nm)

Lichtsterkte

Grootte die gedefinieerd wordt aan de hand van de volgende formule:

$$L_v = \frac{d\Phi_v}{dA \cdot \cos \theta \cdot d\Omega}$$

waarin:

$d\Phi_v$: de lichtstroom die wordt overgebracht door een enkelvoudige straal die invalt op het betrokken punt en zich voortplant volgens ruimtehoek $d\Omega$ waar de betrokken richting deel van uitmaakt;

dA : de oppervlakte van de dwarsdoorsnede van de straal waartoe het betrokken punt behoort;

ε : de hoek tussen de loodlijn van die dwarsdoorsnede en de richting van de straal.

Symbool: L_v

Eenheid: $cd m^{-2}$

Optische straling

Elektromagnetische straling met een golflengte die zich bevindt tussen het overgangsgebied naar röntgenstralen (golflengte van ongeveer 1 nm) en het overgangsgebied naar radiogolven (golflengte van ongeveer 10^6 nm)

Risicoafstand

Minimumafstand vanaf de bron tot het punt waarop de bestralingssterkte of straling minder bedraagt dan de toepasselijke grenswaarde voor blootstelling (GVB)

Risicoafstand voor de huid

Afstand waarop de bestralingssterkte groter is dan de toepasselijke grenswaarde voor een blootstellingsduur van 8 uur

Eenheid: m

Risicoafstand voor de ogen

Afstand waarop de bestralingssterkte of de blootstellingsdosis gelijk is aan de toepasselijke GVB voor de ogen

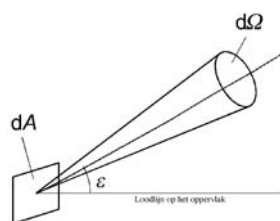
Straling (radiantie)

(in een bepaalde richting op een bepaald punt van een reëel of denkbeeldig oppervlak)

Grootheid die gedefinieerd wordt aan de hand van de volgende formule:

$$L = \frac{d\Phi}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega}$$

waarin:



*Schematische voorstelling van de definitie van straling
Loodlijn op het oppervlak*

$d\Phi$: de stralingsenergiestroom die wordt overgebracht door een enkelvoudige straal die invalt op het betrokken punt en zich voortplant volgens ruimtehoek $d\Omega$ waar de betrokken richting deel van uitmaakt;

dA : de oppervlakte van de dwarsdoorsnede van de straal waartoe het betrokken punt behoort;

θ : de hoek tussen de loodlijn van die dwarsdoorsnede en de richting van de straal.

Symbool: L SI-eenheid: $W m^{-2} sr^{-1}$

Thermisch gevaar voor het netvlies

De kans op oogletsel als gevolg van blootstelling aan optische straling met een golflengte van 380 tot 1 400 nm

Ultraviolette straling (UV)

Optische straling met een kortere golflengte dan zichtbare straling.

Het golflengtegebied van ultraviolette straling gaat van 100 nm tot 400 nm en wordt gewoonlijk opgesplitst in:

UVA (315 nm tot 400 nm)

UVB (280 nm tot 315 nm)

UVC (100 nm tot 280 nm)

Ultraviolette straling in het golflengtegebied onder 180 nm (vacuüm-UV) wordt in grote mate door de zuurstof in de lucht geabsorbeerd.

Verlichtingssterkte (E_v)

(op een bepaald punt op een oppervlak)

Quotiënt van de lichtstroom $d\Phi_v$ die invalt op een element op het oppervlak waar het punt deel van uitmaakt en de oppervlakte dA van dat element:

$$E_v = \frac{d\Phi_v}{dA}$$

Eenheid: lux (lx)

Wegingsfunctie van het blauwlichtgevaar

Spectrale wegingsfunctie ter uitdrukking van de fysische effecten van ultraviolette en zichtbare straling op het netvlies

Symbool: $B(\lambda)$

SI-eenheid: dimensieloos

Wegingsfunctie van het gevaar van ultraviolette straling

Spectrale wegingsfunctie die bedoeld is om de gezondheid te beschermen en de gecumuleerde acute effecten van ultraviolette straling op de ogen en de huid weergeeft

Wegingsfunctie van het thermisch gevaar voor het netvlies

Spectrale wegingsfunctie ter uitdrukking van de thermische effecten van zichtbare en infraroodstraling op het netvlies

Symbool: $R(\lambda)$

SI-eenheid: dimensieloos

Zichtbare straling

Alle optische straling die direct een visuele gewaarwording kan teweegbrengen

Opmerking: er zijn geen exacte grenswaarden voor het golflengtegebied van zichtbare straling aangezien deze afhangen van de omvang van de stralingsstroom die het netvlies bereikt en van de gevoeligheid van de waarnemer. Gewoonlijk wordt uitgegaan van een ondergrens van 360 tot 400 nm en een bovengrens van 760 tot 830 nm.

Appendix K. Bibliografie

K.1. Geschiedenis van lasers

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. Lasers voor medische doeleinden

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. Veiligheid in verband met laser- en optische straling

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. Lasertechnologie en -theorie

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. Richtsnoeren en statements

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 Broad-Band 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

Appendix L. Tekst van Richtlijn 2006/25/EG

L 114/38

NL

Publicatieblad van de Europese Unie

27.4.2006

RICHTLIJN 2006/25/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD

van 5 april 2006

betreffende de minimumvoorschriften inzake gezondheid en veiligheid met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan risico's van fysische agentia (kunstmatige optische straling) (19e bijzondere richtlijn in de zin van artikel 16, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG)

HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD VAN DE EUROPESE UNIE,

Gelet op het Verdrag tot oprichting van de Europese Gemeenschap, en met name op artikel 137, lid 2,

Gezien het voorstel van de Commissie⁽¹⁾, ingediend na raadpleging van het Raadgevend Comité voor veiligheid en gezondheid op de arbeidsplaats,

Gezien het advies van het Europees Economisch en Sociaal Comité⁽²⁾,

Na raadpleging van het Comité van de Regio's,

Handelend volgens de procedure van artikel 251 van het Verdrag⁽³⁾ en gezien de gemeenschappelijke ontwerp-tekst die op 31 januari 2006 door het Bemiddelingscomité is goedgekeurd,

Overwegende hetgeen volgt:

(1) Ingevolge het Verdrag kan de Raad door middel van richtlijnen minimumvoorschriften vaststellen om de verbetering van met name het arbeidsmilieu te bevorderen, teneinde een betere werkomgeving te waarborgen en de veiligheid van werknemers te waarborgen. Administratieve, financiële en juridische verplichtingen die de oprichting en ontwikkeling van kleine en middelgrote ondernemingen (KMO's) zouden kunnen hinderen, moeten in die richtlijnen vermeden worden.

⁽¹⁾ PB C 77 van 18.3.1993, blz. 12 en PB C 230 van 19.8.1994, blz. 3.

⁽²⁾ PB C 249 van 13.9.1993, blz. 28.

⁽³⁾ Advies van het Europees Parlement van 20 april 1994 (PB C 128 van 9.5.1994, blz. 146), bevestigd op 16 september 1999 (PB C 54 van 25.2.2000, blz. 75), gemeenschappelijk standpunt van de Raad van 18 april 2005 (PB C 172 E van 12.7.2005, blz. 26) en besluit van het Europees Parlement van 16 november 2005 (nog niet bekendgemaakt in het Publicatieblad). Wetgevingsresolutie van het Europees Parlement van 14 februari 2006 (nog niet bekendgemaakt in het Publicatieblad) en besluit van de Raad van 23 februari 2006.

(2) In de mededeling van de Commissie over haar actieprogramma tot uitvoering van het Gemeenschapshandvest van de sociale grondrechten van de werknemers worden minimumvoorschriften inzake gezondheid en veiligheid met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van fysische agentia in het vooruitzicht gesteld. In september 1990 heeft het Europees Parlement een resolutie over dat actieprogramma⁽⁴⁾ aangenomen, waarin de Commissie in het bijzonder wordt verzocht voor met lawaai, trillingen en andere fysische agentia op de arbeidsplaats verbonden risico's een specifieke richtlijn op te stellen.

(3) Op 25 juni 2002 hebben het Europees Parlement en de Raad alvast Richtlijn 2002/44/EG betreffende de minimumvoorschriften inzake gezondheid en veiligheid met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van fysische agentia (trillingen) (16e bijzondere richtlijn in de zin van artikel 16, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG)⁽⁵⁾ aangenomen. Op 6 februari 2003 hebben het Europees Parlement en de Raad vervolgens Richtlijn 2003/10/EG betreffende de minimumvoorschriften inzake gezondheid en veiligheid met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van fysische agentia (lawaai) (17e bijzondere richtlijn in de zin van artikel 16, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG)⁽⁶⁾ aangenomen. Daarna hebben het Europees Parlement en de Raad op 29 april 2004 Richtlijn 2004/40/EG betreffende de minimumvoorschriften inzake gezondheid en veiligheid met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van fysische agentia (elektromagnetische velden) (18e bijzondere richtlijn in de zin van artikel 16, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG)⁽⁷⁾ aangenomen.

(4) Het wordt nu noodzakelijk geacht maatregelen in te voeren ter bescherming van werknemers tegen de risico's die verbonden zijn aan optische straling door de effecten daarvan op de gezondheid en de veiligheid van werknemers, met name schade aan de ogen en de huid. Met deze maatregelen wordt niet alleen beoogd de gezondheid en de veiligheid van elke werknemer afzonderlijk te waarborgen, maar ook om alle werknemers van de Gemeenschap een als minimum te beschouwen basisbescherming te bieden, waarmee eventuele concurrentievervalsing wordt vermeden.

(5) Eén van de doeleinden van deze richtlijn is de tijdige opsporing van schadelijke gevolgen voor de gezondheid die het resultaat zijn van blootstelling aan optische straling.

⁽⁴⁾ PB C 260 van 15.10.1990, blz. 167.

⁽⁵⁾ PB L 177 van 6.7.2002, blz. 13.

⁽⁶⁾ PB L 42 van 15.2.2003, blz. 38.

⁽⁷⁾ PB L 159 van 30.4.2004, blz. 1. Richtlijn gerectificeerd in PB L 184 van 24.5.2004, blz. 1.

- (6) Deze richtlijn stelt minimumvoorschriften vast en laat de lidstaten daarmee de keuze stringentere bepalingen voor de bescherming van werknemers te handhaven of aan te nemen, met name waar het de vaststelling betreft van lagere grenswaarden voor blootstelling. De uitvoering van deze richtlijn mag niet dienen als rechtvaardiging voor enigerlei achteruitgang ten opzichte van de in de lidstaten reeds bestaande situatie.
- (7) Een systeem ter bescherming tegen de gevaren van optische straling moet beperkt blijven tot een omschrijving, zonder overbodige details, van de te bereiken doeleinden, de in acht te nemen beginselen en de te gebruiken basisgrootheden, teneinde de lidstaten in staat te stellen de minimumvoorschriften op equivalente wijze toe te passen.
- (8) De blootstelling aan optische straling kan doeltreffender worden verminderd door reeds bij het ontwerpen van werkplekken voor preventie te zorgen en arbeidsmiddelen, -procédés en -methoden zodanig te kiezen dat risico's bij voorrang aan de bron worden bestreden. Maatregelen met betrekking tot arbeidsmiddelen en -methoden leveren derhalve een bijdrage aan de bescherming van de werknemers. Overeenkomstig de algemene preventiebeginselen in artikel 6, lid 2, van Richtlijn 89/391/EEG van de Raad van 12 juni 1989 betreffende de tenuitvoerlegging van maatregelen ter bevordering van de verbetering van de veiligheid en de gezondheid van de werknemers op het werk ⁽¹⁾, hebben maatregelen voor collectieve bescherming voorrang boven individuele beschermingsmethoden.
- (9) Het is van belang dat werkgevers zich aanpassen aan de technische vooruitgang en de wetenschappelijke kennis inzake risico's in verband met blootstelling aan optische straling teneinde de bescherming van de veiligheid en de gezondheid van werknemers te verbeteren.
- (10) Aangezien de onderhavige richtlijn een bijzondere richtlijn is in de zin van artikel 16, lid 1, is die richtlijn van toepassing op de blootstelling van werknemers aan optische straling, onverminderd strengere of specifieke bepalingen in de onderhavige richtlijn.
- (11) Deze richtlijn vormt een concrete bijdrage tot de verwezenlijking van de sociale dimensie van de interne markt.
- (12) Een aanvullende benadering om te komen tot betere beginselen voor de regelgeving en tot een hoog beschermingsniveau kan zijn ervoor te zorgen dat producten die vervaardigd worden door de producenten van optische stralingsbronnen en bijbehorende apparatuur voldoen aan geharmoniseerde normen die erop zijn toegesneden om de gezondheid en de veiligheid van de gebruikers te beschermen tegen de gevaren die aan dergelijke producten inherent zijn; bijgevolg is het niet noodzakelijk dat de

metingen en berekeningen die de fabrikant reeds heeft verricht om na te gaan of het toestel voldoet aan de essentiële veiligheidseisen die in de toepasselijke communautaire richtlijnen aan dergelijke apparatuur worden gesteld, door de werkgevers opnieuw worden uitgevoerd, mits de apparatuur behoorlijk en regelmatig is onderhouden.

- (13) De voor de uitvoering van deze richtlijn vereiste maatregelen dienen te worden vastgesteld overeenkomstig Besluit 1999/468/EG van de Raad van 28 juni 1999 tot vaststelling van de voorwaarden voor de uitoefening van de aan de Commissie verleende uitvoeringsbevoegdheden ⁽²⁾.
- (14) Inachtneming van de grenswaarden voor blootstelling dient een hoog beschermingsniveau te bieden voor wat betreft de gezondheidseffecten van blootstelling aan optische straling.
- (15) De Commissie dient een praktische handleiding op te stellen om werkgevers, met name bedrijfsleiders van KMO's, te helpen de technische bepalingen van deze richtlijn beter te begrijpen. De Commissie dient ernaar te streven deze handleiding zo snel mogelijk af te werken om de aanneming door de lidstaten van de voor de uitvoering van deze richtlijn nodige maatregelen te vergemakkelijken.
- (16) Overeenkomstig punt 34 van het interinstitutioneel akkoord (Beter wetgeven) ⁽³⁾ worden de lidstaten ertoe aangespoord voor zichzelf en in het belang van de Gemeenschap hun eigen tabellen op te stellen die, voorzover mogelijk, het verband weergeven tussen deze richtlijn en de omzettingsmaatregelen, en deze openbaar te maken,

HEBBEN DE VOLGENDE RICHTLIJN VASTGESTELD:

AFDELING I

ALGEMENE BEPALINGEN

Artikel 1

Doel en toepassingsgebied

1. Bij deze richtlijn, die de 19e bijzondere richtlijn in de zin van artikel 16, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG is, worden minimumvoorschriften vastgesteld voor de bescherming van werknemers tegen risico's voor hun gezondheid en veiligheid die zich voordoen of kunnen voordoen door blootstelling aan kunstmatige optische straling tijdens het werk.

2. Deze richtlijn heeft betrekking op de risico's voor de gezondheid en de veiligheid van werknemers door negatieve effecten op de ogen en de huid die worden veroorzaakt door blootstelling aan kunstmatige optische straling.

⁽¹⁾ PB L 183 van 29.6.1989, blz. 1. Richtlijn gewijzigd bij Verordening (EG) nr. 1882/2003 van het Europees Parlement en de Raad (PB L 284 van 31.10.2003, blz. 1).

⁽²⁾ PB L 184 van 17.7.1999, blz. 23.

⁽³⁾ PB C 321 van 31.12.2003, blz. 1.

3. Richtlijn 89/391/EEG is onverkort van toepassing op het gehele gebied, bedoeld in lid 1, onverminderd meer stringente en/of meer specifieke bepalingen van deze richtlijn.

Artikel 2

Definities

In de zin van deze richtlijn wordt verstaan onder:

- a) optische straling: elektromagnetische straling in het golflengtegebied tussen 100 nm en 1 mm. Het spectrum van de optische straling wordt ingedeeld in ultraviolette straling, zichtbare straling en infrarode straling:
 - i) ultraviolette straling: optische straling in het golflengtegebied tussen 100 nm en 400 nm. Het ultraviolette gebied wordt ingedeeld in UVA (315-400 nm), UVB (280-315 nm) en UVC (100-280 nm);
 - ii) zichtbare straling: optische straling in het golflengtegebied tussen 380 nm en 780 nm;
 - iii) infrarode straling: optische straling in het golflengtegebied tussen 780 nm en 1 mm. Het infrarode gebied wordt ingedeeld in IRA (780-1 400 nm), IRB (1 400-3 000 nm) en IRC (3 000 nm — 1 mm);
- b) laser (lichtversterking door gestimuleerde stralingsemisatie): apparaat dat in staat is om elektromagnetische straling in het golflengtegebied van optische straling te produceren of te versterken, hoofdzakelijk via gecontroleerde gestimuleerde emissie;
- c) laserstraling: optische straling afkomstig van een laser;
- d) niet-coherente straling: optische straling die geen lasersstraling is;
- e) grenswaarden voor blootstelling (GWB's): grenzen voor de blootstelling aan optische straling, die direct gebaseerd zijn op bewezen gezondheidseffecten en biologische overwegingen. Inachtneming van deze grenzen waarborgt dat aan kunstmatige bronnen van optische straling blootgestelde werknemers worden beschermd tegen alle bekende negatieve gevolgen voor de gezondheid;
- f) bestralingssterkte (E) of vermogensdichtheid: het invallend vermogen aan straling per eenheid van oppervlakte uitgedrukt in watts per vierkante meter (W m^{-2});

- g) bestralingsdosis (H): de tijdsintegraal van de bestralingssterkte uitgedrukt in joules per vierkante meter (J m^{-2});
- h) radiantie (L): de stralingsstroom of het vermogen per eenheid van ruimtehoek uitgedrukt in watts per vierkante meter per steradiaal ($\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$);
- i) niveau: de combinatie van bestralingssterkte, stralingsblootstelling en radiantie waaraan een werknemer is blootgesteld.

Artikel 3

Grenswaarden voor blootstelling

1. De grenswaarden voor blootstelling aan incoherente straling, anders dan die welke wordt uitgestraald door natuurlijke bronnen van optische straling, zijn vermeld in bijlage I.
2. De grenswaarden voor blootstelling aan laserstraling zijn vermeld in bijlage II.

AFDELING II

VERPLICHTINGEN VAN DE WERKGEVER

Artikel 4

Bepaling van de blootstelling en beoordeling van de risico's

1. Bij de uitvoering van de voorschriften van artikel 6, lid 3, en artikel 9, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG beoordeelt en, indien nodig, meet en/of berekent de werkgever, voor aan kunstmatige bronnen van optische straling blootgestelde werknemers, de niveaus van de optische straling waaraan de werknemers waarschijnlijk zullen worden blootgesteld, zodat de nodige maatregelen kunnen worden bepaald en uitgevoerd om de blootstelling tot de toepasselijke grenzen te beperken. De methodiek die wordt toegepast bij de beoordeling, de meting en/of de berekeningen volgt de normen van de Internationale Elektrotechnische Commissie (IEC) met betrekking tot laserstraling en de aanbevelingen van de Internationale Commissie voor Verlichtingskunde (CIE) en de Europese Commissie voor Normalisatie (CEN) met betrekking tot incoherente straling. In blootstellingssituaties die niet door die normen en aanbevelingen worden bestreken, worden, totdat passende EU-normen of -aanbevelingen beschikbaar zijn, de beoordeling, meting en/of berekeningen uitgevoerd aan de hand van de beschikbare nationale of internationale richtsnoeren met een wetenschappelijke grondslag. In beide blootstellingssituaties, mag bij de beoordeling rekening worden gehouden met door de producent van de arbeidsmiddelen opgegeven informatie, wanneer die arbeidsmiddelen onder een toepasselijke communautaire richtlijn vallen.

2. De in lid 1 bedoelde beoordeling, meting en/of berekeningen worden met passende frequentie gepland en uitgevoerd door deskundige diensten of personen, met name rekening houdend met het bepaalde in artikel 7 en artikel 11 van Richtlijn 89/391/EEG inzake de vereiste deskundige diensten of personen en de raadpleging en deelneming van werknemers. De gegevens die door middel van de beoordelingen, waaronder de in lid 1 bedoelde meting en/of berekening van het niveau van blootstelling, zijn verkregen, worden in een passende vorm bewaard om latere raadpleging ervan mogelijk te maken.

3. Overeenkomstig artikel 6, lid 3, van Richtlijn 89/391/EEG besteedt de werkgever bij de risicobeoordeling met name aandacht aan:

- a) het niveau, de golflengtegebieden en de duur van de blootstelling aan kunstmatige bronnen van optische straling;
- b) de in artikel 3 van deze richtlijn bedoelde grenswaarden voor blootstelling;
- c) mogelijke gevolgen voor de gezondheid en veiligheid van werknemers die tot een bijzonder gevoelige risicogroep behoren;
- d) mogelijke gevolgen voor de gezondheid en veiligheid van werknemers van de interactie op de werkplek tussen optische straling en fotosensibiliserende chemicaliën;
- e) mogelijke indirecte effecten zoals tijdelijke blindheid, ontploffing, of brand;
- f) het bestaan van vervangende arbeidsmiddelen die ontworpen zijn om de niveaus van blootstelling aan kunstmatige optische straling te verminderen;
- g) via het gezondheidstoezicht verkregen informatie, met inbegrip van gepubliceerde informatie, voorzover dat mogelijk is;
- h) de blootstelling aan verscheidene bronnen van kunstmatige optische straling;
- i) een classificatie die wordt toegepast op lasers die worden gedefinieerd conform de desbetreffende IEC-norm, alsook soortgelijke classificaties met betrekking tot kunstmatige bronnen die soortgelijke schade kunnen toebrengen als lasers van de klasse 3B of 4;
- j) de door de producent van bronnen van optische straling en aanverwante arbeidsmiddelen opgegeven informatie in overeenstemming met de toepasselijke communautaire richtlijnen.

4. De werkgever is in het bezit van een risicobeoordeling, overeenkomstig artikel 9, lid 1, onder a), van Richtlijn 89/391/EEG, en vermeldt welke maatregelen overeenkomstig de artikelen 5 en 6 van de onderhavige richtlijn moeten worden getroffen. De risicobeoordeling wordt op een geschikte drager vastgelegd, overeenkomstig de nationale wetgeving en praktijk; de werkgever kan daarbij argumenten aandragen om aan te tonen dat de aard en de omvang van de aan optische straling verbonden risico's een meer uitvoerige beoordeling overbodig maken. De risicobeoordeling wordt regelmatig bijgewerkt, met name indien er ingrijpende veranderingen hebben plaatsgevonden waardoor zij achterhaald is, of wanneer uit de resultaten van het gezondheidstoezicht blijkt dat aanpassing nodig is.

Artikel 5

Maatregelen ter voorkoming of vermindering van risico's

1. De risico's die verbonden zijn aan de blootstelling aan kunstmatige optische straling worden geëlimineerd of tot een minimum beperkt, waarbij rekening wordt gehouden met de technische vooruitgang en de mogelijkheid om maatregelen te nemen om het risico aan de bron te beheersen.

De vermindering van de risico's die verbonden zijn aan de blootstelling aan kunstmatige optische straling geschiedt met inachtneming van de in Richtlijn 89/391/EEG vermelde algemene preventieprincipes.

2. Indien uit de overeenkomstig artikel 4, lid 1, uitgevoerde risicobeoordeling voor aan kunstmatige bronnen van optische straling blootgestelde werknemers blijkt dat het enigszins mogelijk is dat de blootstellingsgrenswaarden overschreden worden, gaat de werkgever over tot de opstelling en uitvoering van een actieplan dat technische en/of organisatorische maatregelen omvat om een blootstelling waarbij de grenswaarden worden overschreden, te voorkomen. Er dient met name rekening te worden gehouden met:

- a) alternatieve werkmethoden die het risico van optische straling verminderen;
- b) de keuze van arbeidsmiddelen die minder optische straling uitzenden, rekening houdend met het te verrichten werk;
- c) technische maatregelen om de emissie van optische straling te beperken, waar nodig ook door het gebruik van vergrendeling, afscherming of soortgelijke mechanismen ter bescherming van de gezondheid;
- d) passende onderhoudsprogramma's voor de arbeidsmiddelen, de werkplek en de systemen op de arbeidsplaats;
- e) het ontwerp en de indeling van de werkplek en de arbeidsplaats;
- f) de beperking van de duur en het niveau van de blootstelling;
- g) de beschikbaarheid van passende persoonlijke beschermingsmiddelen;
- h) de aanwijzingen van de fabrikant van de arbeidsmiddelen wanneer deze onder een desbetreffende communautaire richtlijn vallen.

3. Op basis van de overeenkomstig artikel 4 uitgevoerde risicobeoordeling worden werkplekken waar werknemers zouden kunnen worden blootgesteld aan niveaus van optische straling uit kunstmatige bronnen die de grenswaarden voor blootstelling overschrijden, overeenkomstig Richtlijn 92/58/EEG van 24 juni 1992 betreffende de minimumvoorschriften voor de veiligheids- en/of gezondheidssignalering op het werk (9e bijzondere richtlijn in de zin van artikel 16, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG) ⁽¹⁾, aangegeven door middel van passende signaleringen. De betrokken zones worden afgebakend en de toegang ertoe wordt beperkt indien dit technisch mogelijk is en indien het risico bestaat dat de grenswaarden voor blootstelling worden overschreden.

4. Werknemers mogen in geen geval worden blootgesteld aan straling boven de grenswaarden voor blootstelling. Worden de grenswaarden voor blootstelling overschreden ondanks de maatregelen die de werkgever uit hoofde van deze richtlijn met betrekking tot kunstmatige bronnen van optische straling heeft genomen, dan neemt de werkgever onmiddellijk maatregelen om de blootstelling terug te brengen tot onder de grenswaarden. De werkgever gaat na waarom de grenswaarden zijn overschreden en past de beschermings- en preventiemaatregelen zo aan dat de grenswaarden niet opnieuw worden overschreden.

5. Overeenkomstig artikel 15 van Richtlijn 89/391/EEG stemt de werkgever de in dit artikel bedoelde maatregelen af op de vereisten voor werknemers die tot een bijzonder gevoelige risicogroep behoren.

Artikel 6

Voorlichting en opleiding van de werknemers

Onverminderd de artikelen 10 en 12 van Richtlijn 89/391/EEG zorgt de werkgever ervoor dat werknemers die aan risico's in verband met kunstmatige optische straling op het werk worden blootgesteld, en/of hun vertegenwoordigers, alle noodzakelijke voorlichting en opleiding ontvangen in verband met het resultaat van de in artikel 4 van deze richtlijn bedoelde risicobeoordeling, in het bijzonder betreffende:

- maatregelen die ter uitvoering van deze richtlijn zijn genomen;
- de grenswaarden voor blootstelling en de gerelateerde potentiële gevaren;
- de resultaten van de overeenkomstig artikel 4 van deze richtlijn uitgevoerde beoordeling, meting en/of berekeningen van de niveaus van blootstelling aan kunstmatige optische straling, samen met een toelichting bij de betekenis en de potentiële gevaren ervan;
- de wijze waarop schadelijke effecten van de blootstelling voor de gezondheid moeten worden opgespoord en gemeld;
- de omstandigheden waarin werknemers recht hebben op gezondheidstoezicht;

- veilige werkmethoden om de risico's van blootstelling tot een minimum te beperken;
- goed gebruik van passende persoonlijke beschermingsmiddelen.

Artikel 7

Raadpleging en deelneming van de werknemers

Bij de behandeling van de onderwerpen die onder deze richtlijn vallen, wordt overeenkomstig artikel 11 van Richtlijn 89/391/EEG voorzien in raadpleging en deelneming van de werknemers en/of hun vertegenwoordigers.

AFDELING III

DIVERSE BEPALINGEN

Artikel 8

Gezondheidstoezicht

1. De lidstaten stellen zich tot doel schadelijke gevolgen voor de gezondheid te voorkomen en tijdig op te sporen alsmede gezondheidsrisico's op lange termijn en chronische ziekte te voorkomen en stellen daarbij de nodige bepalingen vast om te voorzien in een passend toezicht op de gezondheid van werknemers overeenkomstig artikel 14 van Richtlijn 89/391/EEG.

2. De lidstaten zorgen ervoor dat het gezondheidstoezicht wordt uitgeoefend door een arts, een deskundige op het gebied van de arbeidsgezondheidszorg of een medische autoriteit verantwoordelijk voor gezondheidstoezicht overeenkomstig intern recht en praktijk.

3. De lidstaten stellen regelingen vast om te waarborgen dat er van iedere werknemer die in overeenstemming met lid 1 onder gezondheidstoezicht staat, een individueel medisch dossier wordt opgesteld, dat regelmatig wordt bijgewerkt. De medische dossiers bevatten een samenvatting van de resultaten van het uitgevoerde gezondheidstoezicht. Zij worden in een geschikte vorm bijgehouden om latere raadpleging mogelijk te maken, waarbij rekening wordt gehouden met het vertrouwelijke karakter ervan. Op verzoek wordt aan de bevoegde autoriteit een afschrift van de desbetreffende dossiers verstrekt, waarbij rekening wordt gehouden met het vertrouwelijke karakter ervan. De werkgever neemt passende maatregelen om te waarborgen dat de arts, de deskundige op het gebied van de arbeidsgezondheidszorg of de medische autoriteit verantwoordelijk voor het gezondheidstoezicht, zoals in voorkomend geval door de lidstaten aangewezen, toegang hebben tot de resultaten van de in artikel 4 bedoelde risicobeoordeling waar die resultaten van belang kunnen zijn voor het gezondheidstoezicht. De individuele werknemer heeft desgevraagd toegang tot de hem persoonlijk betreffende medische gegevens.

⁽¹⁾ PB L 245 van 26.8.1992, blz. 23.

4. In elk geval waar een blootstelling boven de grenswaarden wordt vastgesteld, wordt de betrokken werknemer(s) in staat gesteld een medisch onderzoek te ondergaan overeenkomstig intern recht en praktijk. Dit medisch onderzoek wordt ook gedaan wanneer uit het gezondheidstoezicht blijkt dat een werknemer aan een herkenbare ziekte lijdt of schadelijke effecten voor zijn gezondheid ondervindt die door een arts of een deskundige op het gebied van de arbeidsgezondheidszorg worden aangemerkt als het resultaat van blootstelling aan kunstmatige optische straling op het werk. In beide gevallen, wanneer grenswaarden worden overschreden of schadelijke gevolgen voor de gezondheid (met inbegrip van ziekte) worden vastgesteld:

- a) wordt de werknemer door de arts of een andere voldoende gekwalificeerde persoon geïnformeerd over het resultaat dat hem persoonlijk betreft. Hij ontvangt met name informatie en advies over het gezondheidstoezicht waaraan hij zich dient te onderwerpen na het einde van de blootstelling;
- b) wordt de werkgever geïnformeerd over significante bevindingen van het gezondheidstoezicht, waarbij rekening wordt gehouden met het vertrouwelijke karakter van de medische gegevens;
- c) is het de taak van de werkgever:

- de risicobeoordeling die overeenkomstig artikel 4 is uitgevoerd, opnieuw te bezien,
- de overeenkomstig artikel 5 genomen maatregelen om risico's te elimineren of te verminderen, opnieuw te bezien,
- het advies van de deskundige op het gebied van de arbeidsgezondheidszorg of van een andere voldoende gekwalificeerde persoon dan wel van de bevoegde autoriteit, in aanmerking te nemen bij de uitvoering van maatregelen die vereist zijn om het risico te elimineren of te verminderen overeenkomstig artikel 5, en
- te voorzien in voortgezet gezondheidstoezicht en te zorgen voor een evaluatie van de gezondheidstoestand van alle andere werknemers die op overeenkomstige wijze zijn blootgesteld. In die gevallen kan de arts of de deskundige op het gebied van de arbeidsgezondheidszorg dan wel de bevoegde autoriteit voorstellen dat de blootgestelde personen aan een medisch onderzoek worden onderworpen.

Artikel 9

Sancties

De lidstaten voorzien in adequate sancties op inbreuken op de ingevolge deze richtlijn vastgestelde nationale wetgeving. De sancties zijn doeltreffend, evenredig en afschrikwekkend.

Artikel 10

Technische wijzigingen

1. Wijzigingen van de grenswaarden voor blootstelling in de bijlagen worden door het Europees Parlement en de Raad vastgesteld volgens de procedure van artikel 137, lid 2, van het Verdrag.
2. Zuiver technische wijzigingen in de bijlagen in verband met:
 - a) de vaststelling van richtlijnen op het gebied van de technische harmonisatie en normalisatie met betrekking tot het ontwerp, de bouw, de vervaardiging of de constructie van arbeidsmiddelen en/of werkplekken;
 - b) de technische vooruitgang, wijzigingen in de meest toepasselijke geharmoniseerde Europese normen of internationale specificaties, en nieuwe wetenschappelijke inzichten op het gebied van beroepsmatige blootstelling aan optische straling,

worden vastgesteld volgens de procedure van artikel 11, lid 2.

Artikel 11

Comité

1. De Commissie wordt bijgestaan door het in artikel 17 van Richtlijn 89/391/EEG bedoelde comité.
 2. Wanneer naar dit lid wordt verwezen, zijn de artikelen 5 en 7 van Besluit 1999/468/EG van toepassing, met inachtneming van artikel 8 van dat besluit.
- De in artikel 5, lid 6, van Besluit 1999/468/EG bedoelde termijn wordt vastgesteld op drie maanden.
3. Het comité stelt zijn reglement van orde vast.

AFDELING IV

SLOTBEPALINGEN

Artikel 12

Verslagen

De lidstaten brengen om de vijf jaar aan de Commissie verslag uit over de praktische toepassing van deze richtlijn, met vermelding van het standpunt van de sociale partners.

De Commissie stelt om de vijf jaar het Europees Parlement, de Raad, het Europees Economisch en Sociaal Comité en het Raadgevend Comité voor veiligheid en gezondheid op de arbeidsplaats in kennis van de inhoud van deze verslagen, alsmede van haar evaluatie van deze verslagen, van de ontwikkelingen terzake en van ieder optreden dat in het licht van nieuwe wetenschappelijke kennis gerechtvaardigd kan zijn.

Artikel 13

Praktische handleiding

Om de uitvoering van deze richtlijn te vergemakkelijken, stelt de Commissie een praktische handleiding op voor de bepalingen van de artikelen 4 en 5 en de bijlagen I en II.

Artikel 14

Omzetting

1. De lidstaten doen de nodige wettelijke en bestuursrechtelijke bepalingen in werking treden om uiterlijk op 27 mei 2010 aan deze richtlijn te voldoen. Zij stellen de Commissie daarvan onverwijld in kennis.

Wanneer de lidstaten die bepalingen aannemen, wordt in de bepalingen zelf of bij de officiële bekendmaking daarvan naar deze richtlijn verwezen. De regels voor die verwijzing worden vastgesteld door de lidstaten.

2. De lidstaten delen de Commissie de bepalingen van intern recht mee die zij op het onder deze richtlijn vallende gebied vaststellen of reeds hebben vastgesteld.

Artikel 15

Inwerkingtreding

Deze richtlijn treedt in werking op de dag van haar bekendmaking in het *Publicatieblad van de Europese Unie*.

Artikel 16

Adressaten

Deze richtlijn is gericht tot de lidstaten.

Gedaan te Straatsburg, 5 april 2006.

Voor het Europees Parlement

De voorzitter

J. BORRELL FONTELLES

Voor de Raad

De voorzitter

H. WINKLER

BIJLAGE I

Incoherente optische straling

De biofysisch relevante waarden voor blootstelling aan optische straling kunnen met onderstaande formules worden bepaald. Welke formule wordt gebruikt, hangt af van het door de bron uitgezonden stralingsspectrum en de resultaten dienen te worden vergeleken met de desbetreffende grenswaarden voor blootstelling in tabel 1.1. Voor een bepaalde bron van optische straling kan meer dan één blootstellingswaarde met bijbehorende grenswaarde gelden.

De nummering van a) tot en met o) verwijst naar de overeenkomstige horizontale rij in tabel 1.1.

$$\begin{aligned}
 \text{a)} \quad H_{\text{eff}} &= \int_0^t \int_{\lambda=180 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \cdot dt & (H_{\text{eff}} \text{ is alleen relevant in het gebied 180 tot 400 nm}) \\
 \text{b)} \quad H_{\text{UVA}} &= \int_0^t \int_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt & (H_{\text{UVA}} \text{ is alleen relevant in het gebied 315 tot 400 nm}) \\
 \text{c) en d)} \quad L_B &= \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda & (L_B \text{ is alleen relevant in het gebied 300 tot 700 nm}) \\
 \text{e) en f)} \quad E_B &= \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda & (E_B \text{ is alleen relevant in het gebied 300 tot 700 nm}) \\
 \text{g t/m l)} \quad L_R &= \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda & (\text{zie tabel 1.1 voor passende waarden van } \lambda_1 \text{ en } \lambda_2) \\
 \text{m) en n)} \quad E_{\text{IR}} &= \int_{\lambda=780 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda & (E_{\text{IR}} \text{ is alleen relevant in het gebied 780 tot 3 000 nm}) \\
 \text{o)} \quad H_{\text{skin}} &= \int_0^t \int_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt & (H_{\text{skin}} \text{ is alleen relevant in het gebied 380 tot 3 000 nm})
 \end{aligned}$$

Aan de doelstelling van deze richtlijn kan ook worden voldaan door bovenstaande formules te vervangen door de volgende uitdrukkingen en het gebruik van discrete waarden, zoals uiteengezet in de volgende tabellen:

$$\begin{aligned}
 \text{a)} \quad E_{\text{eff}} &= \sum_{\lambda=180 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda & \text{en } H_{\text{eff}} = E_{\text{eff}} \cdot \Delta t \\
 \text{b)} \quad E_{\text{UVA}} &= \sum_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda & \text{en } H_{\text{UVA}} = E_{\text{UVA}} \cdot \Delta t \\
 \text{c) en d)} \quad L_B &= \sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda \\
 \text{e) en f)} \quad E_B &= \sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda \\
 \text{g t/m l)} \quad L_R &= \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda} \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda & (\text{zie tabel 1.1 voor passende waarden van } \lambda_1 \text{ en } \lambda_2) \\
 \text{m) en n)} \quad E_{\text{IR}} &= \sum_{\lambda=780 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda
 \end{aligned}$$

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

Aantekeningen:

- $E_{\lambda}(\lambda, t)$, E_{λ} *spectrale bestralingssterkte of spectrale vermogensdichtheid*: het invallend vermogen aan straling per eenheid van oppervlakte, uitgedrukt in watts per vierkante meter per nanometer [$\text{W m}^{-2} \text{ nm}^{-1}$]; de waarden voor $E_{\lambda}(\lambda, t)$ en E_{λ} zijn verkregen door metingen of kunnen worden verstrekt door de fabrikant van de apparatuur;
- E_{eff} *effectieve bestralingssterkte (UV-gebied)*: de berekende bestralingssterkte binnen het UV-golflengtegebied (180 tot 400 nm) door spectrale weging met $S(\lambda)$, uitgedrukt in watts per vierkante meter [W m^{-2}];
- H *bestralingsdosis*: de tijdsintegraal van de bestralingssterkte uitgedrukt in joules per vierkante meter [J m^{-2}];
- H_{eff} *effectieve bestralingsdosis*: de bestralingssterkte, blootstelling spectraal gewogen met $S(\lambda)$, uitgedrukt in joules per vierkante meter [J m^{-2}];
- E_{UVA} *totale bestralingssterkte (UVA)*: de berekende bestralingssterkte binnen het UVA-golflengtegebied (315-400 nm), uitgedrukt in watts per vierkante meter [W m^{-2}];
- H_{UVA} *bestralingsdosis (UVA)*: de integraal naar tijd en golflengte, of de som van de bestralingssterkte binnen het UVA-golflengtegebied (315-400 nm), uitgedrukt in joules per vierkante meter [J m^{-2}];
- $S(\lambda)$ *spectrale weging waarbij rekening wordt gehouden met de golflengteafhankelijkheid van de gezondheids-effecten van UV-straling op ogen en huid*, (tabel 1.2) [dimensieloos];
- $t, \Delta t$ *tijd: duur van de blootstelling*, uitgedrukt in seconden [s];
- λ *golflengte*, uitgedrukt in nanometers [nm];
- $\Delta \lambda$ *bandbreedte*, uitgedrukt in nanometers [nm], voor de berekening van de meetintervallen;
- $L_{\lambda}(\lambda), L_{\lambda}$ *spectrale radiantie van de bron*, uitgedrukt in watts per vierkante meter per steradiaal per nanometer [$\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \text{ nm}^{-1}$];
- $R(\lambda)$ *spectrale weging waarbij rekening wordt gehouden met de golflengteafhankelijkheid van door zichtbare en IRA-straling aan het oog toegebrachte thermische schade* hitteletsel (tabel 1.3) [dimensieloos];
- L_R *effectieve radiantie (thermische schade)*: berekende radiantie door spectrale weging met $R(\lambda)$, uitgedrukt in watts per vierkante meter per steradiaal [$\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$];
- $B(\lambda)$ *spectrale weging waarbij rekening wordt gehouden met de golflengteafhankelijkheid van het door bestraling met blauwlicht aan het oog toegebrachte fotochemische letsel* (tabel 1.3) [dimensieloos];
- L_B *effectieve radiantie (blauwlicht)*: berekende radiantie, spectraal gewogen met $B(\lambda)$, uitgedrukt in watts per vierkante meter per steradiaal [$\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$];
- E_B *effectieve bestralingssterkte (blauwlicht)*: berekende bestralingssterkte, spectraal gewogen met $B(\lambda)$, uitgedrukt in watts per vierkante meter [W m^{-2}];
- E_{IR} *totale bestralingssterkte (thermische schade)*: berekende bestralingssterkte binnen het infrarode golflengtegebied (780 nm tot 3 000 nm), uitgedrukt in watts per vierkante meter [W m^{-2}];
- E_{skin} *totale bestralingssterkte (zichtbaar, IRA en IRB)*: berekende bestralingssterkte binnen het zichtbare en infrarode golflengtegebied (380 nm tot 3 000 nm), uitgedrukt in watts per vierkante meter [W m^{-2}];
- H_{skin} *stralingsblootstelling*, de integraal van tijd en golflengte, of de som van de bestralingssterkte in het zichtbare en infrarode golflengtespectrum (380 tot 3 000 nm), uitgedrukt in joules per vierkante meter [J m^{-2}];
- α *koordehoek*: de hoek die wordt ingenomen door een schijnbare bron als gezien vanuit een punt in de ruimte, uitgedrukt in milliradianen (mrad). De schijnbare bron is het werkelijke of virtuele object dat het kleinste mogelijke beeld op het netvlies vormt.

Tabel 1.1
Maximale blootstellingswaarde voor niet-coherente optische straling

Nr.	Golflengte in nanometers	Grenswaarde voor blootstelling	Eenheden	Opmerkingen	Deel van het lichaam	Risico
a)	180-400 (UVA, UVB en UVC)	$H_{\text{eff}} = 30$ Dagelijkse waarde: 8 uur	[J m ⁻²]		oog hoornvlies bindvlies lens huid	fotokeratitis conjunctivitis staarvorming erythema elastosis huidkanker
b)	315-400 (UVA)	$H_{\text{UVA}} = 10^4$ Dagelijkse waarde: 8 uur	[J m ⁻²]		oog lens	staarvorming
c)	300-700 (Blauwlicht) zie noot 1	$L_B = \frac{10^6}{t}$ voor $t \leq 10\,000$ s	L_B : [W m ⁻² sr ⁻¹] t: [seconden]	voor $\alpha \geq 11$ mrad	oog netvlies	fotoretinitis
d)	300-700 (Blauwlicht) (¹)	$L_B = 100$ voor $t > 10\,000$ s	[W m ⁻² sr ⁻¹]			
e)	300-700 (Blauwlicht) (¹)	$E_B = \frac{100}{t}$ voor $t \leq 10\,000$ s	E_B : [W m ⁻²] t: [seconden]	voor $\alpha < 11$ mrad (²)	oog netvlies	fotoretinitis
f)	300-700 (Blauwlicht) (¹)	$E_B = 0,01$ t > 10 000 s	[W m ⁻²]			

Nr.	Golflengte in nanometers	Grenswaarde voor blootstelling	Eenheden	Opmerkingen	Deel van het lichaam	Risico
g)	380-1 400 (Zichtbaar en IRA)	$L_R = \frac{2,8 \cdot 10^7}{C_a}$ voor $t > 10$ s	[W m ⁻² sr ⁻¹]	$C_a = 1,7$ voor $\alpha \leq 1,7$ mrad $C_a = \alpha$ voor $1,7 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_a = 100$ voor $\alpha > 100$ mrad $\lambda_1 = 380; \lambda_2 = 1\ 400$	oog netvlies	verbranding van het netvlies
h)	380-1 400 (Zichtbaar en IRA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_a t^{0,25}}$ voor $10 \mu s \leq t \leq 10$ s	L_R : [W m ⁻² sr ⁻¹] t: [seconden]			
i)	380-1 400 (Zichtbaar en IRA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_a}$ voor $t < 10 \mu s$	[W m ⁻² sr ⁻¹]			
j)	780-1 400 (IRA)	$L_R = \frac{6 \cdot 10^6}{C_a}$ voor $t > 10$ s	[W m ⁻² sr ⁻¹]	$C_a = 11$ voor $\alpha \leq 11$ mrad $C_a = \alpha$ voor $11 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_a = 100$ voor $\alpha > 100$ mrad (meting gezichtsveld: 11 mrad) $\lambda_1 = 780; \lambda_2 = 1\ 400$	oog netvlies	verbranding van het netvlies
k)	780-1 400 (IRA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_a t^{0,25}}$ voor $10 \mu s \leq t \leq 10$ s	L_R : [W m ⁻² sr ⁻¹] t: [seconden]			
l)	780-1 400 (IRA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_a}$ voor $t < 10 \mu s$	[W m ⁻² sr ⁻¹]			
m)	780-3 000 (IRA en IRB)	$E_{IR} = 18\ 000\ t^{-0,75}$ voor $t \leq 1\ 000$ s	E: [W m ⁻²] t: [seconden]		oog hoornvlies lens	verbranding van het hoornvlies staarvorming
n)	780-3 000 (IRA en IRB)	$E_{IR} = 100$ voor $t > 1\ 000$ s	[W m ⁻²]			

Nr.	Golflengte in nanometers	Grenswaarde voor blootstelling	Eenheden	Opmerkingen	Deel van het lichaam	Risico
o)	380-3 000 (Zichtbaar, IRA en IRB)	$H_{\text{skin}} = 20\,000\, t^{0,25}$ voor $t < 10\, \text{s}$	H: $[\text{J m}^{-2}]$ t: [seconden]		huid	verbranding
(¹) Het spectrum van 300 tot 700 nm omvat delen van UVB, alle UVA en de meeste van de zichtbare straling. Het eraan verbonden risico wordt echter gewoonlijk „blauwlicht”-risico genoemd. Strikt genomen bestrijkt blauwlicht slechts het spectrum van 400 tot 490 nm.						
(²) Voor een constante fixatie op zeer kleine bronnen met een koordehoek $< 11\, \text{mrad}$, kan L_{B} worden omgezet in E_{B}. Dit geldt normaliter alleen voor opthalmologische instrumenten of een gestabiliseerd oog tijdens anesthesie. De maximale „staarttijd” wordt gevonden door $t_{\text{max}} = 100/E_{\text{B}}$ met E_{B} uitgedrukt in W m^{-2}. Ten gevolge van de oogbewegingen tijdens normale visuele taken komt dit niet boven 100s.						

Tabel 1.2

S (λ) [dimensieloos], 180 nm tot 400 nm

λ in nm	S (λ)	λ in nm	S (λ)	λ in nm	S (λ)	λ in nm	S (λ)	λ in 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		

Tabel 1.3

B (λ), R (λ) [dimensieloos], 380 nm tot 1 400 nm

λ in nm	B (λ)	R (λ)
$300 \leq \lambda < 380$	0,01	—
380	0,01	0,1
385	0,013	0,13
390	0,025	0,25
395	0,05	0,5
400	0,1	1
405	0,2	2
410	0,4	4
415	0,8	8
420	0,9	9
425	0,95	9,5
430	0,98	9,8
435	1	10
440	1	10
445	0,97	9,7
450	0,94	9,4
455	0,9	9
460	0,8	8
465	0,7	7
470	0,62	6,2
475	0,55	5,5
480	0,45	4,5
485	0,32	3,2
490	0,22	2,2
495	0,16	1,6
500	0,1	1
$500 < \lambda \leq 600$	$10^{0,02 \cdot (450 - \lambda)}$	1
$600 < \lambda \leq 700$	0,001	1
$700 < \lambda \leq 1\,050$	—	$10^{0,002 \cdot (700 - \lambda)}$
$1\,050 < \lambda \leq 1\,150$	—	0,2
$1\,150 < \lambda \leq 1\,200$	—	$0,2 \cdot 10^{0,02 \cdot (1\,150 - \lambda)}$
$1\,200 < \lambda \leq 1\,400$	—	0,02

BIJLAGE II

Optische laserstraling

De biofysisch relevante waarden voor blootstelling aan optische straling kunnen met onderstaande formules worden vastgesteld. Welke formule wordt gebruikt, hangt af van de golflengte en de duur van de door de bron uitgezonden straling en de resultaten dienen te worden vergeleken met de desbetreffende grenswaarden voor blootstelling in de tabellen 2.2 tot en met 2.4. Voor een bepaalde bron van optische laserstraling kan meer dan één blootstellingswaarde met bijbehorende grenswaarde gelden.

De coëfficiënten die in de tabellen 2.2, 2.3 en 2.4 ten behoeve van de berekeningen worden gebruikt, staan in tabel 2.5 en de correctiefactoren voor herhaalde blootstelling staan in tabel 2.6.

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

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

Aantekeningen:

dP vermogen in watts [W];

dA oppervlakte in vierkante meter [m²];

E (t), E bestralingssterkte of vermogensdichtheid: het invallend vermogen aan straling per eenheid van oppervlakte, gewoonlijk uitgedrukt in watts per vierkante meter [W m⁻²]. Waarden van E(t), E zijn verkregen door metingen of kunnen door de fabrikant van de apparatuur worden verstrekt;

H bestralingsdosis: de tijdsintegraal van de bestralingssterkte, uitgedrukt in joules per vierkante meter [J m⁻²];

t tijd: duur van de blootstelling, uitgedrukt in seconden [s];

λ golflengte: uitgedrukt in nanometers [nm];

γ de conushoek die het gezichtsveld voor de meting begrenst, uitgedrukt in milliradianen [mrad];

γ_m gezichtsveld voor de meting, uitgedrukt in milliradianen [mrad];

α koordehoek van een bron, uitgedrukt in milliradianen [mrad];

begrenzende opening: het cirkelvormige gebied waarvoor het gemiddelde van de bestralingssterkte en de stralingsblootstelling wordt berekend;

G geïntegreerde radiantie: de integraal van de radiantie over een bepaalde blootstellingstijd, uitgedrukt als de stralingsenergie per oppervlakte-eenheid van een straling emitterend oppervlak per eenheid van ruimtehoek van een stralingsbron in joules per vierkante meter per steradiaal [J m⁻² sr⁻¹].

Tabel 2.1

Stralingsrisico's

Golflengte [nm] γ	Stralings-spec- trum	Aan-getast orgaan	Risico	Tabel voor de grens- waarden voor blootstel- ling
180 tot 400	UV	oog	fotochemische beschadiging en schade door hitte	2.2 en 2.3
180 tot 400	UV	huid	erytheem	2.4
400 tot 700	zichtbaar	oog	schade aan het netvlies	2.2
400 tot 600	zichtbaar	oog	fotochemische beschadiging	2.3
400 tot 700	zichtbaar	huid	schade door hitte	2.4
700 tot 1 400	IRA	oog	schade door hitte	2.2 en 2.3
700 tot 1 400	IRA	huid	schade door hitte	2.4
1 400 tot 2 600	IRB	oog	schade door hitte	2.2
2 600 tot 10^6	IRC	oog	schade door hitte	2.2
1 400 tot 10^6	IRB, IRC	oog	schade door hitte	2.3
1 400 tot 10^6	IRB, IRC	huid	schade door hitte	2.4

Tabel 2.2

Grenswaarden voor de blootstelling van het oog aan laserstraling — Korte blootstellingsduur < 10 s

Golflengte (nm)	Opening	Duur [s]				
		$10^{13} \cdot 10^{-11}$	$10^{11} \cdot 10^{-9}$	$10^{-9} \cdot 10^{-7}$	$10^{-7} \cdot 1,8 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 5 \cdot 10^{-3}$
UV-C	180-280			$H = 30 \text{ [J m}^{-2}]$		$10^{-3} \cdot 10^{-1}$
	280-302			$H = 40 \text{ [J m}^{-2}]$;	indien $t < 2,6 \cdot 10^{-3}$ dan $H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$ (c)	
	303			$H = 60 \text{ [J m}^{-2}]$;	indien $t < 1,3 \cdot 10^{-3}$ dan $H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$ (c)	
	304			$H = 100 \text{ [J m}^{-2}]$;	indien $t < 1,0 \cdot 10^{-3}$ dan $H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$ (c)	
	305			$H = 160 \text{ [J m}^{-2}]$;	indien $t < 6,7 \cdot 10^{-4}$ dan $H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$ (c)	
UV-B	306			$H = 250 \text{ [J m}^{-2}]$;	indien $t < 4,0 \cdot 10^{-4}$ dan $H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$ (c)	
	307			$H = 400 \text{ [J m}^{-2}]$;	indien $t < 2,6 \cdot 10^{-4}$ dan $H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$ (c)	
	308		$E = 3 \cdot 10^{10} \text{ [W m}^{-2}]$ (c)	$H = 630 \text{ [J m}^{-2}]$;	indien $t < 1,6 \cdot 10^{-4}$ dan $H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$ (c)	
	309			$H = 10^3 \text{ [J m}^{-2}]$;	indien $t < 1,0 \cdot 10^{-3}$ dan $H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$ (c)	
	310			$H = 1,6 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}]$;	indien $t < 6,7 \cdot 10^{-4}$ dan $H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$ (c)	
	311			$H = 2,5 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}]$;	indien $t < 4,0 \cdot 10^{-4}$ dan $H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$ (c)	
	312			$H = 4,0 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}]$;	indien $t < 2,6 \cdot 10^{-4}$ dan $H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$ (c)	
	313			$H = 6,3 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}]$;	indien $t < 1,6 \cdot 10^{-4}$ dan $H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$ (c)	
	314			$H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$		
	315-400			$H = 5 \cdot 10^3 \text{ C}_E \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 18 \cdot t^{0,75} \text{ C}_E \text{ [J m}^{-2}]$	
UV-A Zichtba ren IRA	400-700	$H = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ C}_E \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 2,7 \cdot 10^4 \cdot t^{0,75} \text{ C}_E \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 5 \cdot 10^3 \text{ C}_A \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 18 \cdot t^{0,75} \text{ C}_A \text{ C}_E \text{ [J m}^{-2}]$	
	700-1 050	$H = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ C}_A \text{ C}_E \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 2,7 \cdot 10^4 \cdot t^{0,75} \text{ C}_A \text{ C}_E \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 5 \cdot 10^{-2} \text{ C}_C \text{ C}_E \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 90 \cdot t^{0,75} \text{ C}_C \text{ C}_E \text{ [J m}^{-2}]$	
	1 050-1 400	$H = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ C}_C \text{ C}_E \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 2,7 \cdot 10^5 \cdot t^{0,75} \text{ C}_C \text{ C}_E \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 10^3 \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$	
	1 400-1 500	$E = 10^{12} \text{ [W m}^{-2}]$ (c)				
IRB & IRC	1 500-1 800	$E = 10^{13} \text{ [W m}^{-2}]$ (c)			$H = 10^3 \text{ [J m}^{-2}]$	
	1 800-2 600	$E = 10^{12} \text{ [W m}^{-2}]$ (c)			$H = 10^3 \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$
	2 600-10 ⁶	$E = 10^{11} \text{ [W m}^{-2}]$ (c)		$H = 100 \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$	

Indien voor de golflengte van de laser twee grenswaarden gelden is de meest beperkende van toepassing.

Indien $1\,400 \leq \lambda < 10^6 \text{ nm}$: openingsdiameter = 1 mm voor $t \leq 0,3 \text{ s}$ en $1,5 \cdot 10^{17,5} \text{ mm}$ voor $0,3 \leq t < 10 \text{ s}$; indien $10^2 \leq \lambda < 10^6 \text{ nm}$: openingsdiameter = 11 mm.

Gezien het gebrek aan gegevens in verband met deze pulslengten beveelt de ICNIRP de toepassing van een maximale bestralingsduur van 1 ns aan.

De tabel geeft waarden aan voor enkelvoudige laserpulsen. In het geval van meervoudige laserpulsen moet de duur van de pulsen binnen een interval T_{min} (genoemd in tabel 2.6) worden opgeteld en de daaruit resulterende tijdwaarde moet voor t worden ingevuld in de formule: $5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25}$.

Tabel 2.3

Grenswaarden voor de blootstelling van het oog aan laserstraling — Lange blootstellingsduur ≥ 10 s

Golflengte (λ) [nm]		Opening	Duur [s]	
			$10^1 - 10^2$	$10^4 - 3 \cdot 10^4$
UVC	180-280	3,5 mm	$H = 30 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	280-302		$H = 40 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	303		$H = 60 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	304		$H = 100 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	305		$H = 160 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	306		$H = 250 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	307		$H = 400 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	308		$H = 630 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
UVB	309	3,5 mm	$H = 1,0 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	310		$H = 1,6 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	311		$H = 2,5 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	312		$H = 4,0 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	313		$H = 6,3 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	314		$H = 10^4 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	315-400			
Zichtbaar 400-700	400-600	7 mm	$H = 100 C_B \text{ [J} \cdot \text{m}^{-2}\text{]}$ ($\gamma = 11 \text{ mrad}$) ($^\circ$)	$E = 1 C_B \text{ [W m}^{-2}\text{]}$ ($\gamma = 110 \text{ mrad}$) ($^\circ$)
	Fotochemische ($^\circ$) Beschadiging van het netvlies		indien $\alpha < 1,5 \text{ mrad}$ indien $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ en $t \leq T_2$ indien $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ en $t > T_2$	dan $E = 10 \text{ [W m}^{-2}\text{]}$ dan $H = 18 C_E t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ dan $E = 18 C_E T_2^{-0,25} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$
	400-700 Termische ($^\circ$) Beschadiging van het netvlies door hitte		indien $\alpha < 1,5 \text{ mrad}$ indien $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ en $t \leq T_2$ indien $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ en $t > T_2$	dan $E = 10 C_A C_C \text{ [W m}^{-2}\text{]}$ dan $H = 18 C_A C_C C_E t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ dan $E = 18 C_A C_C T_2^{-0,25} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$ (1 000 W m $^{-2}$ mag niet worden overschreden)
IRA	700-1 400	7 mm		
IRB & IRC	1 400-10 6	($^\circ$)	$E = 1 000 \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	

Indien voor de golflengte of een andere parameter van de laser twee grenswaarden gelden, wordt de meest beperkende toegepast.

Voor kleinere bronnen die een hoek van 1,5 mrad of minder omvatten, worden de dubbele grenswaarden E voor zichtbare bestraling in het 400 nm tot 600 nm-gebied beperkt tot de grenswaarden voor hitte wanneer $10 \text{ s} \leq t < T_1$ en tot de fotochemische grenswaarde voor een langere tijdsduur. Voor T_1 en T_2 zie tabel 2.5. De grenswaarde voor fotochemische beschadiging van het netvlies kan ook worden uitgedrukt als tijdsintegraal van de radiantie $G = 10^6 C_B \text{ [J m}^{-2} \text{sr}^{-1}\text{]}$ voor $t > 10 \text{ s}$ tot $t = 10 000 \text{ s}$ en $L = 100 C_B \text{ [W m}^{-2} \text{sr}^{-1}\text{]}$ voor $t > 10 000 \text{ s}$. Voor de meting van G en L moet γ_m worden gebruikt als gemiddelde voor het gezichtsveld. De officiële grens tussen zichtbaar en infrarood licht is 780 nm volgens de definitie van de CIE. De kolom met de namen van de verschillende golflengtespectra is alleen bedoeld om de gebruiker een beter overzicht te geven. (De schrijfwijze G wordt door de CEN gebruikt; de schrijfwijze L_v wordt gebruikt door de IEC en het Cenelec.)

Voor golflengten van 1 400 - 10 5 nm : openingsdiameter = 3,5 mm; voor golflengten 10 5 - 10 6 nm: openingsdiameter = 11 mm.

Voor de meting van de blootstellingswaarde moet γ als volgt in aanmerking worden genomen: indien α (de door een stralingsbron omvatten hoek) $> \gamma$ (de maximale conushoek als aangegeven tussen haken in de desbetreffende kolom) dan dient het gezichtsveld voor de meting γ_m gelijk te zijn aan de desbetreffende waarde van γ . (Indien er voor de meting een groter gezichtsveld wordt toegepast zou het risico worden overdreven.)

Indien $\alpha < \gamma$ moet het gezichtsveld voor de meting γ_m breed genoeg zijn om de bron volledig te omvatten maar is in andere opzichten niet beperkt en kan het groter zijn dan γ .

Tabel 2.4

Grenswaarden voor de blootstelling van de huid aan laserstraling

Golflengte ⁽¹⁾ [nm]	Opening	Tijd [s]				
		$< 10^{-9}$	$10^{-9} - 10^{-7}$	$10^{-7} - 10^{-3}$	$10^{-3} - 10^1$	$10^1 - 3 \cdot 10^4$
UV (A, B, C)	180-400	Dezelfde grenswaarden als voor blootstelling van de ogen				
	$E = 3 \cdot 10^{10} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$					
Zichtbaar & IRA	400-700	$E = 2 \cdot 10^{11} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	$H = 200 C_A$ $[\text{J m}^{-2}]$	$H = 1,1 \cdot 10^4 C_A t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	$E = 2 \cdot 10^3 C_A \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	
	700-1 400	$E = 2 \cdot 10^{11} C_A \text{ [W m}^{-2}\text{]}$				
IRB & IRC	1 400-1 500	$E = 10^{12} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	$E = 10^{12} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	$E = 10^{13} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	$E = 10^{12} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	
	1 500-1 800					
	1 800-2 600					
	2 600-10 ⁶	$E = 10^{11} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$				
⁽¹⁾ Indien voor de golflengte of een andere parameter van de laser twee grenswaarden gelden, moet de meest beperkende worden toegepast.		Dezelfde grenswaarden als voor blootstelling van de ogen				

Tabel 2.5

Toegepaste correctiefactoren en andere parameters

ICNIRP-benaming parameter	Geldig spectraalgebied (nm)	Waarde
C_A	$\lambda < 700$	$C_A = 1,0$
	700-1050	$C_A = 10^{0,002(\lambda - 700)}$
	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	$T_1 = 10 \cdot [10^{0,02(\lambda - 450)}] \text{ s}$
	$\lambda > 500$	$T_1 = 100 \text{ s}$
ICNIRP-benaming parameter	Geldig voor biologisch effect	Waarde
$\alpha_{\min}$	alle thermische effecten	$\alpha_{\min} = 1,5 \text{ mrad}$
ICNIRP-benaming parameter	Geldige waarden voor de openingshoeken (mrad)	Waarde
C_E	$\alpha < \alpha_{\min}$	$C_E = 1,0$
	$\alpha_{\min} < \alpha < 100$	$C_E = \alpha / \alpha_{\min}$
	$\alpha > 100$	$C_E = \alpha^2 / (\alpha_{\min} \cdot \alpha_{\max}) \text{ mrad met } \alpha_{\max} = 100 \text{ mrad}$
T_2	$\alpha < 1,5$	$T_2 = 10 \text{ s}$
	$1,5 < \alpha < 100$	$T_2 = 10 \cdot [10^{(\alpha - 1,5) / 98,5}] \text{ s}$
	$\alpha > 100$	$T_2 = 100 \text{ s}$

ICNIRP-benaming parameter	Geldige blootstellingsperioden (s)	Waarde
Y	$t \leq 100$	$\gamma = 11$ [mrad]
	$100 < t < 10^4$	$\gamma = 1,1 t^{0,5}$ [mrad]
	$t > 10^4$	$\gamma = 110$ [mrad]

Tabel 2.6

Correctie voor herhaalde blootstelling

Bij iedere herhaalde blootstelling zoals deze plaatsvinden bij lasersystemen met herhaalde pulsen of beeldontleding door middel van laser (scanning) dient elk van de drie volgende algemene regels te worden toegepast.

1. De blootstelling ten gevolge van elke afzonderlijke puls in een reeks pulsen mag de blootstellingsgrenswaarde voor een enkele puls met dezelfde pulstijd niet overschrijden.
2. De blootstelling ten gevolge van een groep van pulsen (of subgroep van pulsen in een reeks) die in tijd t worden afgegeven mag de grenswaarde voor de blootstelling voor tijd t niet overschrijden.
3. De blootstelling ten gevolge van een enkele puls binnen een groep pulsen mag niet hoger zijn dan de grenswaarde voor blootstelling aan een enkele puls vermenigvuldigd met de cumulatieve thermische correctiefactor $C_p = N^{-0,25}$, waarbij N het aantal pulsen is. Deze regel is alleen van toepassing op grenswaarden voor blootstelling die moeten beschermen tegen thermische beschadiging, waarbij alle pulsen die in minder dan $T_{\min}$ worden afgegeven, behandeld worden als een enkele puls.

Parameter	Geldig spectraalgebied (nm)	Waarde
$T_{\min}$	$315 < \lambda \leq 400$	$T_{\min} = 10^{-9}$ s (= 1 ns)
	$400 < \lambda \leq 1\,050$	$T_{\min} = 18 \cdot 10^{-6}$ s (= 18 µs)
	$1\,050 < \lambda \leq 1\,400$	$T_{\min} = 50 \cdot 10^{-6}$ s (= 50 µs)
	$1\,400 < \lambda \leq 1\,500$	$T_{\min} = 10^{-3}$ s (= 1 ms)
	$1\,500 < \lambda \leq 1\,800$	$T_{\min} = 10$ s
	$1\,800 < \lambda \leq 2\,600$	$T_{\min} = 10^{-3}$ s (= 1 ms)
	$2\,600 < \lambda \leq 10^6$	$T_{\min} = 10^{-7}$ s (= 100 ns)

VERKLARING VAN DE RAAD

Verklaring van de Raad betreffende het gebruik van het woord „penalties” in de Engelse versie van rechtsinstrumenten van de Europese Gemeenschap

De Raad is van oordeel dat het woord „penalties”, wanneer dat wordt gebruikt in de Engelse versie van rechtsinstrumenten van de Europese Gemeenschap, een neutrale betekenis heeft en niet specifiek aan strafrechtelijke sancties refereert, maar ook bestuursrechtelijke en financiële sancties, alsmede andere soorten sancties kan omvatten. Wanneer lidstaten op grond van een handeling van de Gemeenschap verplicht zijn „penalties” vast te stellen, moeten zij het juiste type van sanctie kiezen, in overeenstemming met de jurisprudentie van het Hof van Justitie van de Europese Gemeenschappen.

In de taalkundige gegevensbank van de Gemeenschap wordt het woord „penalty” in andere talen als volgt vertaald:

in het Tsjechisch „sankce”, in het Spaans „sanciones”, in het Deens „sanktioner”, in het Duits „Sanktionen”, in het Ests „sanksioonid”, in het Frans „sanctions”, in het Grieks „κυρώσεις”, in het Hongaars „jogkövetkezmények”, in het Italiaans „sanzioni”, in het Lets „sankcijas”, in het Litouws „sankcijos”, in het Maltees „penali”, in het Nederlands „sancties”, in het Pools „sankcje”, in het Portugees „sanções”, in het Sloveens „kazni”, in het Slowaaks „sankcie”, in het Fins „seuraamukset” en in het Zweeds „sanktioner”.

Indien het woord „sanctions” in herziene Engelse versies van rechtsinstrumenten waarin dat woord vroeger voorkwam, nu wordt vervangen door „penalties”, houdt dit inhoudelijk geen verschil in.

Europese Commissie

**Niet-bindende gids van goede praktijken voor de tenuitvoerlegging van Richtlijn 2006/25/EG
(kunstmatige optische straling)**

Luxemburg: Bureau voor publicaties van de Europese Unie

2011 — 150 blz. — 21 × 29,7 cm

ISBN 978-92-79-19815-1

doi:10.2767/31380

Op de meeste werkplekken zijn bronnen van kunstmatige optische straling te vinden en Richtlijn 2006/25/EG legt de minimumvoorschriften inzake gezondheid en veiligheid met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan dergelijke bronnen vast. De niet-bindende praktijkgids voor de tenuitvoerlegging van Richtlijn 2006/25/EG legt toepassingen vast die een minimaal risico vormen en biedt richtsnoeren voor andere toepassingen. De gids beschrijft een beoordelingsmethodologie en bepaalt maatregelen om gevaren te beperken en schadelijke gevolgen voor de gezondheid op te sporen.

De publicatie is in gedrukt formaat beschikbaar in het Duits, Engels en Frans en in elektronisch formaat in alle andere officiële EU-talen. Een cd met 22 taalversies (catalogusnummer: KE-32-11-704-1X-Z, ISBN 978-92-79-19829-8) is ook beschikbaar.

HOE KOM IK AAN EU-PUBLICATIES?

Gratis publicaties:

- bij de EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>);
- bij de vertegenwoordigingen en delegaties van de Europese Unie. Ga voor de contactgegevens naar <http://ec.europa.eu> of stuur een fax naar +352 2929-42758.

Betaalde publicaties:

- bij de EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>).

Betaalde abonnementen (bv. jaarreeksen van het *Publicatieblad van de Europese Unie* en de jurisprudentie van het Hof van Justitie van de Europese Unie):

- via een van de verkoopkantoren van het Bureau voor publicaties van de Europese Unie (http://publications.europa.eu/others/agents/index_nl.htm).

U kunt de publicaties van het directoraat-generaal
Werkgelegenheid, sociale zaken en inclusie downloaden of
een gratis abonnement nemen via:

<http://ec.europa.eu/social/publications>

U kunt zich ook opgeven voor de gratis *elektronische nieuwsbrief*
Sociaal Europa van de Europese Commissie op

<http://ec.europa.eu/social/e-newsletter>

<http://ec.europa.eu/social>



www.facebook.com/socialeurope



Publicatiebureau

ISBN 978-92-79-19815-1



9 789279 198151