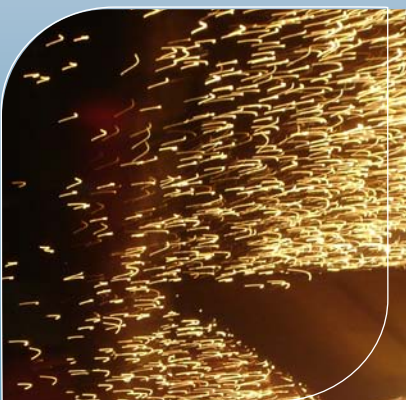


Icke-bindande handbok för god praxis avseende tillämpningen av direktiv 2006/25/EG (Artificiell optisk strålning)



Ett socialt Europa



Europeiska kommissionen

Den här publikationen stöds av EU:s program för sysselsättning och social solidaritet – Progress (2007–2013).

Programmet genomförs av Europeiska kommissionen. Det inrättades för att ge ekonomiskt stöd till förverkligandet av EU:s mål för sysselsättning, socialpolitik och lika möjligheter och därmed bidra till att uppnå målen i Europa 2020-strategin på dessa områden.

Programmet löper under sju år och riktar sig till alla aktörer som kan hjälpa till att utforma lämplig och effektiv lagstiftning och politik för sysselsättning och socialpolitik i de 27 EU-länderna, Efta/EES-länderna, EU:s kandidatländer och de länder som ännu inte är kandidatländer.

Mer information finns på: <http://ec.europa.eu/progress>

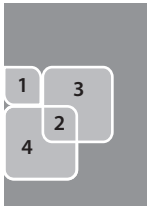
Icke-bindande handbok för
god praxis avseende tillämpningen
av direktiv 2006/25/EG
(Artificiell optisk strålning)

Europeiska kommissionen

Generaldirektoratet för sysselsättning, socialpolitik och inkludering
Enhet B.3

Manuskriptet färdigställdes i juni 2010

Varken Europeiska kommissionen eller någon part som agerar på kommissionens vägnar är ansvarig för hur nedanstående uppgifter används.



© Foton 1, 3, 4: Europeiska unionen
Foton 2: Istock

För att använda foton som inte omfattas av upphovsrätt tillhörande Europeiska unionen måste tillstånd först inhämtas från innehavaren/-arna av upphovsrätten.

Europe Direct är en tjänst som hjälper dig att få svar på dina frågor om Europeiska unionen.

Gratis telefonnummer (*):
00 800 6 7 8 9 10 11

(*): Vissa mobiltelefonoperatörer tillåter inte 00 800-nummer eller avgiftsbelägger dem.

En stor mängd övrig information om Europeiska unionen är tillgänglig på Internet via Europa-servern (<http://europa.eu>).

Kataloguppgifter och en sammanfattning finns i slutet av publikationen.

Luxemburg: Europeiska unionens publikationsbyrå, 2011

ISBN 978-92-79-19821-2

doi:10.2767/31812

© Europeiska unionen, 2011

Kopiering tillåten med angivande av källan.

Innehåll

1.	Inledning	7
1.1	Hur denna handbok ska användas	7
1.2	Förhållande till direktiv 2006/25/EG	9
1.3	Handbokens tillämpningsområde	9
1.4	Gällande föreskrifter och ytterligare information	10
1.5	Officiella och inofficiella rådgivningsställen	10
2.	Artificiella optiska strålkällor	11
2.1	Icke-koherenta strålkällor	11
2.1.1	Arbetsverksamheter	11
2.1.2	Tillämpningar	12
2.2	Källor till laserstrålning	12
2.3	Triviala strålkällor	14
3.	Hälsoeffekter av exponering för optisk strålning	16
4.	Krav i direktivet om artificiell optisk strålning	17
4.1	Artikel 4 – Fastställande av exponering och bedömning av risker	17
4.2	Artikel 5 – Bestämmelser som syftar till att undvika eller minska riskerna	18
4.3	Artikel 6 – Information till och utbildning av arbetstagare	18
4.4	Artikel 7 – Samråd med och medverkan av arbetstagare	18
4.5	Artikel 8 – Hälsokontroll	18
4.6	Sammanfattning	18
5.	Användning av exponeringsgränser	19
5.1	Laser – gränsvärden för exponering	19
5.2	Icke-koherent optisk strålning	20
5.3	Referenser	23
6.	Riskbedömning inom ramen för direktivet	24
6.1	Steg 1: Identifiera faror och personer i farozonen	24
6.2	Steg 2: Utvärdera och prioritera riskerna	24
6.3	Steg 3: Besluta om förebyggande åtgärder	25
6.4	Steg 4: Vidta åtgärder	25
6.5	Steg 5: Övervakning och granskning	26
6.6	Referenser	26
7.	Mätning av optisk strålning	27
7.1	Krav enligt direktivet	27
7.2	Att söka ytterligare hjälp	27
8.	Användning av tillverkarnas data	28
8.1	Säkerhetsklassificering	28
8.1.1	Klassificering av lasersäkerhet	28
8.1.2	Säkerhetsklassificering av icke-koherenta källor	30
8.1.3	Säkerhetsklassificering av maskiner	32
8.2	Information om riskavstånd och riskvärden	32
8.2.1	Lasrar – nominellt riskavstånd för ögonskada	32
8.2.2	Bredbandiga källor – Riskavstånd och riskvärde	33
8.3	Ytterligare användbar information	33

9.	Kontrollåtgärder	34
9.1	Hierarki av kontrollåtgärder	34
9.2	Undanröjande av risken	34
9.3	Ersättning med en process eller utrustning som är mindre farlig	35
9.4	Tekniska åtgärder	35
9.4.1	Tillträdesskydd	35
9.4.2	Skydd genom att begränsa driften	35
9.4.3	Nödstopp	35
9.4.4	Spärranordningar	35
9.4.5	Filter och betraktningsfönster	36
9.4.6	Riktningstöd	36
9.5	Administrativa åtgärder	36
9.5.1	Lokala regler	37
9.5.2	Kontrollerat område	37
9.5.3	Säkerhetsskyltar och meddelanden	37
9.5.4	Utnämningar	38
9.5.5	Utbildning och samråd	39
9.6	Personlig skyddsutrustning	40
9.6.1	Skydd mot andra risker	41
9.6.2	Ögonskydd	41
9.6.3	Hudskydd	42
9.7	Ytterligare användbar information	42
9.7.1	Grundläggande standarder	42
9.7.2	Standarder enligt produkttyp	42
9.7.3	Svetsning	42
9.7.4	Laser	42
9.7.5	Intensiva ljuskällor	42
10.	Hantering av olyckstillbud	43
11.	Hälsokontroll	44
11.1	Vem ska utföra hälsokontrollen?	44
11.2	Journaler	44
11.3	Läkarundersökning	44
11.4	Åtgärder om gränsvärdena för exponering överskrids	44
	Bilaga A. Egenskaper hos optisk strålning	47
	Bilaga B. Biologiska effekter av optisk strålning på ögon och hud	48
B.1	Ögon	48
B.2	Hud	48
B.3	Biologisk effekt av olika våglängder på ögon och hud	49
B.3.1	Ultraviolett strålning: UVC (100–280 nm); UVB (280–315 nm); UVA (315–400 nm) .	49
B.3.2	Synlig strålning	50
B.3.3	IRA	50
B.3.4	IRB	50
B.3.5	IRC	51
	Bilaga C. Artificiell optisk strålning – storheter och enheter	52
C.1	Grundläggande storheter	52
C.1.1	Våglängd	52
C.1.2	Energi	52
C.1.3	Andra användbara storheter	52
C.1.4	Storheter som används i exponeringsgränser	52
C.1.5	Spektrala storheter och bredbandsstorheter	53

C.1.6	Radiometriska storheter och effektiva storheter	53
C.1.7	Luminans	53
Bilaga D.	Praktiska exempel.....	54
D.1	Kontor	54
D.1.1	Förklaring av allmän metod	54
D.1.2	Exemplens format.....	59
D.1.3	Takmonterade lysrörslampor bakom diffusorer.....	59
D.1.4	En ensam takmonterad lysrörslampa utan diffusor	60
D.1.5	En grupp takmonterade lysrörslampor utan diffusor.....	61
D.1.6	En bildskärmsenhet med katodstrålerör	62
D.1.7	En bärbar dators bildskärm	63
D.1.8	Flodljus med en inbyggd metallhalogenlampa för utomhusbelysning	64
D.1.9	Flodljus med en inbyggd kompaktlysörslampa för utomhusbelysning.....	65
D.1.10	En elektrisk insektsdödare	67
D.1.11	En takmonterad spotlight	68
D.1.12	En bordsmonterad arbetslampa	69
D.1.13	En bordsmonterad arbetslampa med "dagsljusspektrum".....	70
D.1.14	En fotokopiator	71
D.1.15	En digital dataprojektor för placering på bord	72
D.1.16	En bärbar digital datorprojektor	74
D.1.17	En digital interaktiv whiteboardtavla.....	75
D.1.18	En takmonterad infälld kompaktlysörslampa	76
D.1.19	En indikator-LED	77
D.1.20	En handdator	78
D.1.21	En UVA-mörkstrålare	79
D.1.22	En gatlykta med en inbyggd metallhalogenlampa.....	80
D.1.23	Sammanfattning av data från exemplen	81
D.2	Lasershow	82
D.2.1	Risker och personer utsatta för fara	82
D.2.2	Utvärdera och prioritera risker	82
D.2.3	Besluta om förebyggande åtgärder och vidta åtgärder	83
D.2.4	Övervakning och granskning	83
D.2.5	Slutsats	83
D.3	Medicinska tillämpningar av optisk strålning	84
D.3.1	Arbetsbelysning	84
D.3.2	Diagnostisk belysning	86
D.3.3	Terapeutiska strålkällor.....	87
D.3.4	Källor för specialistprover.....	90
D.4	Bilkörning i arbetet.....	91
D.5	Militära tillämpningar	94
D.6	Takmonterade gaseldade strålningsvärmare	95
D.7	Laser för materialbearbetning	96
D.7.1	Identifiera risker och personer i riskområdet.....	96
D.7.2	Utvärdera och prioritera riskerna	96
D.7.3	Besluta om förebyggande åtgärder	96
D.8	Varmbearbetningsindustrier	97
D.8.1	Stålbearbetning.....	97
D.8.2	Glasarbete	97
D.8.3	Ytterligare information	98
D.9	Blyxfotografering	99
Bilaga E.	Krav i andra EU-direktiv.....	100

Bilaga F. EU:s medlemsstaters nationella bestämmelser om införlivande av direktiv 2006/25/EG (per den 10 december 2010) och riktlinjer	103
Bilaga G. Europeiska och internationella standarder	110
G.1 Euronormer	110
G.2 Europeisk vägledning	112
G.3 ISO-, IEC- och CIE-dokument	112
Bilaga H. Ljuskänslighet	114
H.1 Vad är ljuskänslighet?	114
H.2 Arbetsrelaterade aspekter eller inte	114
H.3 Vad måste du som arbetsgivare göra?	114
H.4 Vad ska du göra om ditt arbete innebär exponering för artificiella optiska strålkällor i kombination med fotosensibiliserande ämnen?	115
Bilaga I. Resurser	116
I.1 Internet	116
I.2 Rådgivande / reglerande	116
I.3 Standarder	117
I.4 Organisationer / webbkataloger	117
I.5 Tidskrifter	118
I.6 CD, DVD och andra resurser	118
Bilaga J. Ordlista	119
Bilaga K. Bibliografi	121
K.1 Laserns historia	121
K.2 Medicinska lasrar	121
K.3 Lasersäkerhet och optisk strålnings säkerhet	121
K.4 Laserteknik och laserteori	121
K.5 Riktlinjer och redogörelser	121
Bilaga L. Direktiv 2006/25/EG	123

1. Inledning

Direktiv 2006/25/EG (nedan kallat *direktivet*) omfattar nästan alla artificiella optiska strålningskällor. De flesta av kraven i direktivet liknar befintliga krav i t.ex. ramdirektiv 89/391/EEG. Direktivet bör därför inte innebära någon ytterligare börda för arbetsgivarna än de krav som redan ställs genom andra direktiv. Eftersom direktivet är så allomfattande är det dock nödvändigt att fastställa tillämpningar för artificiell optisk strålning som har så liten inverkan på hälsan att ytterligare bedömningar inte krävs. Syftet med den här handboken är att visa exempel på sådana triviala tillämpningar, ge riktlinjer för ett antal andra specifika tillämpningar, presentera en bedömningsmetod samt även i några fall ge förslag på när man bör söka ytterligare hjälp.

Många industrier har utvecklat bra vägledningar för särskilda tillämpningar av optisk strålning och i denna handbok ges hänvisningar till sådana informationskällor.

Artificiell optisk strålning omfattar ett mycket brett fält av strålkällor som arbetstagare kan bli exponerade för på arbetsplatsen och i andra sammanhang. Till dessa strålkällor hör områdes- och arbetsbelysning, indikatoranordningar samt många typer av skärmar och andra liknande strålkällor som är nödvändiga för arbetstagarnas välbefinnande. Det är därför inte rimligt att tillämpa samma strategi som för många andra risker för att till varje pris minimera riskerna med artificiell optisk strålning. Det skulle kunna öka riskerna med andra faror och verksamheter på arbetsplatsen. Ett enkelt exempel på detta är att om belysningen på ett kontor släcks, leder det till att ingen ser något.

En rad artificiella strålkällor används som stöd för tillverkningsprocesser, för forskning och kommunikation. Optisk strålning kan också vara en sidoeffekt, som när ett material är varmt och avger optisk strålningsenergi.

Det finns ett antal tillämpningar av artificiell optisk strålning som kräver direkt exponering av arbetstagare vid nivåer som kan överskrida de gränsvärden som anges i direktivet. Hit hör vissa tillämpningar inom underhållning och medicin. För sådana tillämpningar är kritiska bedömningar nödvändiga för att säkerställa att exponeringsgränserna inte överskrids.

Artificiell optisk strålning delas i direktivet in i laser och icke-koherent strålning. I den här handboken görs en sådan indelningen bara när det finns en klar fördel med det. Traditionellt anses laserstrålning förekomma som en stråle med en enda våglängd. En arbetstagare kan befinna sig mycket nära strålbanan utan att utsättas för några skadliga hälsoeffekter. Hamnar man direkt i strålbanan kan dock gränsvärdet omedelbart överskridas. Vid icke-koherent strålning är det mindre troligt att den optiska strålningen består av en väl kollimerad stråle, och exponeringsnivån ökar i takt med att man närmar sig strålkällan. Man kan säga att sannolikheten för exponering är låg med en laserstråle, men konsekvenserna kan vara allvarliga. För en icke-koherent strålkälla kan sannolikheten för exponering i stället vara hög, medan konsekvenserna är mindre allvarliga. Denna traditionella distinktion blir allt mindre uppenbar i takt med att nya tekniker för optisk strålning utvecklas.

Direktivet antogs i enlighet med artikel 137 i Fördraget om upprättandet av Europeiska gemenskapen. I denna artikel anges uttryckligen att ingen medlemsstat hindras från att bibehålla eller införa mera långtgående skyddsåtgärder som är förenliga med fördraget.

1.1 Hur denna handbok ska användas

Artificiell optisk strålning finns på de flesta arbetsplatser. Många typer av artificiell optisk strålning innebär små eller inga risker för skador och i vissa fall härrör strålningen från utrustning som gör det möjligt att utföra arbetsuppgifter på ett säkert sätt.

Denna handbok bör läsas tillsammans med direktiv 2006/25/EG och ramdirektiv 89/391/EEG.

I direktiv 2006/25/EG fastställs minimikrav för att skydda arbetstagare mot hälso- och säkerhetsrisker som uppstår vid exponering för artificiell optisk strålning. Enligt artikel 13 i det direktivet ska kommissionen utarbeta en praktisk handbok till direktivet.

Handboken är i första hand tänkt att vara till hjälp för arbetsgivare, särskilt små och medelstora företag. Den

kan dock vara till nytta även för arbetstagarrepresentanter och regleringsmyndigheter i medlemsstaterna.

Handboken är naturligt indelad i tre avsnitt.

Alla arbetsgivare bör läsa avsnitten 1 och 2 i denna handbok.



Om alla strålkällor på arbetsplatsen är upptagna i förteckningen över triviala strålkällor i avsnitt 2.3 behöver inga ytterligare åtgärder vidtas.

Om det finns strålkällor som inte anges i avsnitt 2.3 blir riskbedömningen mer komplicerad och arbetsgivaren bör gå igenom även avsnitten 3–9 i denna handbok.



Det bör leda till ett beslut om huruvida en självbedömning ska utföras eller om man ska söka hjälp utifrån.

Bilagorna innehåller ytterligare information som kan vara användbar för arbetsgivare som själva utför riskbedömningar.

Produktdata från tillverkarna kan vara till hjälp för arbetsgivaren vid riskbedömningen. Särskilt vissa typer av artificiella optiska strålkällor bör klassificeras för att ge indikation på den befintliga risken för optisk strålning. Arbetsgivarna rekommenderas att be leverantörerna av artificiella optiska strålkällor om lämplig information. Många produkter omfattas av kraven i gemenskapsdirektiven, t.ex. kraven på CE-märkning, och en särskild hänvisning till detta görs i punkt 12 i direktivets ingress (se bilaga L). Kapitel 8 i denna handbok innehåller

vägledning om hur tillverkarnas uppgifter bör användas.

Alla arbetstagare exponeras för artificiell optisk strålning. Kapitel 2 innehåller exempel på strålkällor. En av utmaningarna är att se till att alla strålkällor som kan innebära risk för att arbetstagare utsätts för exponering som överskrider gränsvärdena bedöms korrekt utan att orimligt mycket arbete behöver ägnas åt att bedöma alla strålkällor som under rimligt förutsägbara omständigheter inte utgör någon risk – så kallade triviala strålkällor.

Syftet med denna handbok är att vägleda användarna i en logisk process för att bedöma risken för arbetstagarnas exponering för artificiell optisk strålning.

Om de enda källorna till exponering för artificiell optisk strålning är triviala krävs inga ytterligare åtgärder. En del arbetsgivare kan vilja dokumentera att de har granskat källorna och dragit dessa slutsatser.

Om källorna inte är triviala eller om risken är okänd, ska arbetsgivarna genom en stegvis process bedöma risken och om nödvändigt vidta lämpliga kontrollåtgärder.

I kapitel 3 beskrivs de potentiella hälsoeffekterna.

I kapitel 4 beskrivs direktivets krav och i kapitel 5 presenteras gränsvärdena för exponering. Dessa två kapitel täcker följaktligen de rättsliga kraven.

Kapitel 6 innehåller en föreslagen metod för att genomföra en riskbedömning. Det är möjligt att slutsatsen blir att det inte finns någon risk och i så fall avslutas processen här.

När det inte finns tillräcklig information för att utföra riskbedömningen kan det bli nödvändigt att genomföra mätningar (kapitel 7) eller använda sig av tillverkarnas uppgifter (kapitel 8).

Kapitel 9 handlar om kontrollåtgärder där det är nödvändigt att minska risken.

Kapitel 10 och 11 handlar om beredskapsplaner respektive hälsokontroller vid fall där en person utsätts för exponeringsnivåer av artificiell optisk strålning som överskrider gränsvärdena för exponering.

Bilagorna innehåller ytterligare information för arbetsgivare och övriga personer som är inblandade i riskbedömningsprocessen.

A – Egenskaper hos optisk strålning
B – Biologiska effekter av optisk strålning på ögon och hud
C – Artificiell optisk strålning – storheter och enheter
D – Praktiska exempel, som bland annat visar varför vissa strålkällor klassificeras som triviala
E – Krav i andra EU-direktiv
F – Medlemsstaternas befintliga lagstiftning och riktlinjer
G – Europeiska och internationella standarder
H – Ljuskänslighet
I – Resurser
J – Ordlista
K – Bibliografi
L – Direktiv 2006/25/EG

1.2 Förhållande till direktiv 2006/25/EG

I enlighet med artikel 13 i Europaparlamentets och rådets direktiv 2006/25/EG om minimikrav för arbetstagares hälsa och säkerhet vid exponering för risker som har samband med fysikaliska agens (artificiell optisk

strålning) i arbetet, behandlas i denna handbok artikel 4 (fastställande av exponering och bedömning av risker) och artikel 5 (bestämmelser som syftar till att undvika eller minska riskerna), samt bilagorna I och II (gränsvärden för exponering för icke-koherent strålning respektive laserstrålning) till direktivet (se bilaga L). Dessutom ges vägledning om andra artiklar i direktivet.

Tabell 1.1 Förhållandet mellan artiklar i direktivet och avsnitt i denna handbok

Artikel i direktiv 2006/25/EG	Avdelning	Avsnitt i handboken
Artikel 2	Definitioner	Bilaga J
Artikel 3	Gränsvärden för exponering	Kapitel 6, 7, 8 och 9
Artikel 4	Fastställande av exponering och bedömning av risker	Kapitel 7, 8 och 9
Artikel 5	Bestämmelser som syftar till att undvika eller minska riskerna	Kapitel 9
Artikel 6	Information till och utbildning av arbetstagare	Kapitel 9
Artikel 7	Samråd med och medverkan av arbetstagare	Kapitel 9
Artikel 8	Hälsokontroll	Kapitel 11

1.3 Handbokens tillämpningsområde

Den här handboken är avsedd för alla företag där arbetstagarna kan exponeras för artificiell optisk strålning. Direktivet innehåller inte någon definition av artificiell optisk strålning. Strålkällor som vulkanutbrott, solen och reflekterad solstrålning från t.ex. månen är tydligt undantagna.

Det kan dock finnas ett antal strålkällor som är mångtydiga. Skulle en brand orsakad av människan betraktas som en artificiell källa, men inte en brand orsakad av blixtnedslag?

I direktivet undantas inte någon specifik artificiell optisk strålkälla. Många strålkällor, t.ex. indikatorlampor på elektrisk utrustning, betraktas dock som triviala optiska

strålkällor. Handboken innehåller en förteckning över strålkällor för vilka den allmänna bedömningen är att gränsvärdena för exponering sannolikt inte kommer att överskridas.

Vissa mer komplicerade potentiella scenarier för arbetstagarnas exponering omfattas inte av handbokens tillämpningsområde. Arbetsgivare bör i komplicerade fall inhämta ytterligare information och expertråd för bedömningen av exponeringen.

1.4 Gällande föreskrifter och ytterligare information

De lagstadgade skyddskraven för artificiell optisk strålning i EU:s olika medlemsstater uppfylls inte enbart genom tillämpning av denna handbok. Avgörande är medlemsstaternas nationella rättsregler för tillämpning av direktiv 2006/25/EG, som kan gå längre än de minimikrav i direktivet som ligger till grund för denna handbok.

För att ytterligare underlätta tillämpningen av kraven i direktivet kan tillverkarna producera utrustning som

avger optisk strålning i enlighet med europeiska standarder. I denna handbok hänvisas till relevanta standarder. Sådana standarder kan erhållas från de nationella standardiseringsorganen mot betalning.

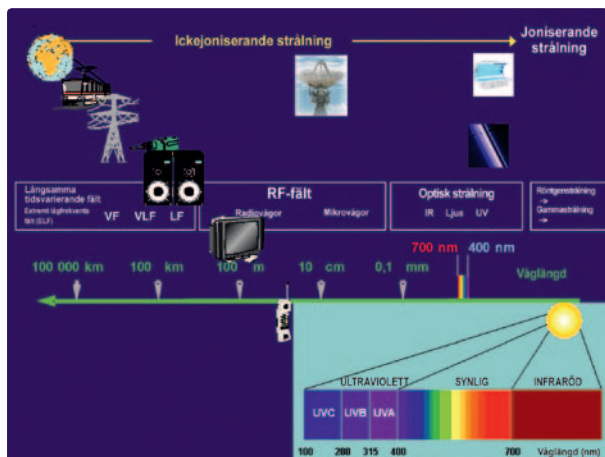
Ytterligare information finns i nationella föreskrifter och standarder samt i tillämplig litteratur. Bilaga F innehåller hänvisningar till enskilda publikationer från behöriga nationella myndigheter i medlemsstaterna. Att en publikation finns upptagen i bilagan behöver dock inte betyda att innehållet i dess helhet stämmer överens med handboken.

1.5 Officiella och inofficiella rådgivningsställen

Om det vid tillämpningen av kraven på skydd vid artificiell optisk strålning uppstår frågor som handboken inte ger svar på, bör nationella informationsställen kontaktas direkt. Hit räknas yrkesinspektionsorgan, arbetsmiljömyndigheter, olycksfallsförsäkringsgivare samt industri-, handels- och hantverksskammare.

2. Artificiella optiska strålkällor

2.1 Icke-koherenta strålkällor



2.1.1 Arbetsverksamheter

Det är svårt att föreställa sig en sysselsättning som inte i något skede inbegriper exponering för artificiellt genererad optisk strålning. Alla som arbetar i en inomhusmiljö kommer troligen att exponeras för optiska emissioner från belysning och datorskärmar. Arbetstagare som arbetar utomhus kan behöva någon form av arbetsbelysning när det naturliga ljuset är otillräckligt. Det är ganska troligt att personer som reser under arbetsdagen kommer att exponeras för artificiellt ljus, även om det bara handlar om exponering för belysning från andra personers fordon. Allt detta utgör olika typer av artificiellt genererad optisk strålning och kan därmed anses falla inom tillämpningsområdet för direktivet.

Förutom ständigt närvarande strålkällor som belysning och datorskärmar kan artificiell optisk strålning alstras avsiktligt som ett nödvändigt moment i en process, eller tillfälligt, det vill säga som en oavsiktlig bieffekt. För att inducera fluorescens i ett penetrerande färgämne är det t.ex. nödvändigt att framställa ultraviolett strålning och exponera färgämnet för denna. Den stora mängd ultraviolett strålning som alstras under bågsvetsning är däremot inte alls nödvändig för processen, utan uppstår som en oundviklig sideffekt.

Oavsett om optisk strålning produceras avsiktligt för att användas eller som en oavsiktlig bieffekt i en process, är

det fortfarande nödvändigt att kontrollera exponeringen för denna strålning. Det gäller åtminstone i den omfattning som fastställs i direktivet. Artificiellt genererad optisk strålning finns på de flesta arbetsplatser, men särskilt inom följande typer av verksamhet:

- Industrisektorer där varmbearbetning är vanlig, t.ex. glas- och metallbearbetning där ugnar avger infraröd strålning.
- Tryckerier, där sättningen av bläck och färger ofta görs med hjälp av fotoinducerad polymerisation (fotosättning).
- Konst och underhållning, där artister och modeller kan vara direkt belysta med hjälp av spotlights, effektbelysning, inställningsljus och blixtlampor.
- Underhållning, där personer som arbetar i publikområdet kan vara belysta av allmän belysning och effektbelysning.
- Ickeförstörande provning, som kan inbegripa användning av ultraviolett strålning för att påvisa fluorescerande färgämnen.
- Medicinsk behandling, då sjukvårdspersonal och patienter kan exponeras för punktbelysning i operationssalar och för terapeutisk användning av optisk strålning.
- Kosmetisk behandling, med användning av lasrar och blixtlampor samt ultravioletta och infraröda strålkällor.
- Verkstäder och lageranläggningar, där stora öppna byggnader är upplysta av kraftfull områdesbelysning.
- Läkemedel och forskning, där ultraviolett strålning kan användas för sterilisering.
- Avloppsrening, där ultraviolett strålning kan användas för sterilisering.
- Forskning, där lasrar kan användas och UV-inducerad fluorescens kan vara ett användbart verktyg.
- Metallbearbetning som inbegriper svetsning.
- Plasttillverkning som inbegriper bondning med laser.

Ovanstående lista är inte uttömmande.

2.1.2 Tillämpningar

Nedanstående tabell ger en uppfattning om hur olika spektralområden kan användas. I tabellen anges även

vilka spektralområden som kan förekomma trots att de inte behövs för en viss process. Spektralområdena beskrivs i bilaga A.

Spektralområde	Användningsområden	Områden där strålningen alstras som bieffekt
UVC	Bakteriedödande sterilisering Fluorescens (laboratorium) Fotolitografi	Härdning av bläck Viss områdes- och arbetsbelysning Vissa projektlampor Bågsvetsning
UVB	Solariebäddar Fototerapi Fluorescens (laboratorium) Fotolitografi	Bakteriedödande lampor Härdning av bläck Viss områdes- och arbetsbelysning Projektlampor Bågsvetsning
UVA	Fluorescens (laboratorium, ickeförstörande provning, underhållningseffekter, kriminalteknik, avslöjande av förfalskningar, egendomsmärkning) Fototerapi Solariebäddar Härdning av bläck Insektsfällor Fotolitografi	Bakteriedödande lampor Områdes- och arbetsbelysning Projektlampor Bågsvetsning
Synlig strålning	Områdes- och arbetsbelysning Indikatorlampor Trafiksignaler Borttagning av hår och tunna blodkärl Härdning av bläck Insektsfällor Fotolitografi Fotokopiering Projektion TV- och datorskärmar	Solariebäddar Vissa uppvärmnings- och torkningstillämpningar Svetsning
IRA	Övervakningsbelysning Uppvärmning Torkning Borttagning av hår och tunna blodkärl Kommunikation	Viss områdes- och arbetsbelysning Svetsning
IRB	Uppvärmning Torkning Kommunikation	Viss områdes- och arbetsbelysning Svetsning
IRC	Uppvärmning Torkning	Viss områdes- och punktbelysning Svetsning

För vissa spektralområden där det anges att strålning alstras som bieffekt, gäller att detta sker endast vid felförhållanden. Vissa typer av flodljus baseras t.ex. på urladdningslampor i form av högtryckskviksilverlampor. Dessa alstrar strålning i alla spektralområden, men strålningen är vanligen inkapslad av ett yttre hölje som förhindrar signifikant emission av UVB- och UVC-strålning. Om höljet bryts och lampan fortsätter att fungera, kan den avge farliga nivåer av UV-strålning.

2.2 Källor till laserstrålning

Den första framgångsrika demonstrationen av laser ägde rum 1960. Lasrar var ursprungligen avsedda att användas enbart i forskning och militära tillämpningar. De sköttes vanligen av samma personer som hade konstruerat och byggt dem, och det var främst dessa människor som riskerade att utsättas för laserstrålningen. Nuförtiden finns dock lasertekniken verkligen överallt. Lasrar

används i många tillämpningar på arbetsplatsen, ibland i utrustning där laserstrålningen kontrolleras med hjälp av effektiv teknik som innebär att användaren inte behöver känna till att utrustningen innehåller en laser.

Laserstrålar betecknas vanligen som en enda diskret våglängd, eller ett litet antal diskreta våglängder. Emissionen har låg divergens, vilket innebär att effekten eller energin inom ett givet område förblir relativt konstant över stora avstånd. Laserstrålen är dessutom koherent, dvs. strålens enskilda vågor är samstämmiga. Strålarna kan normalt fokuseras på en liten punkt med potential att orsaka skador på eller förstörelse av ytor. Allt detta är

dock generaliseringar. Det finns lasrar som producerar laserstrålar över ett brett våglängdsspektrum, anordningar som producerar mycket divergenta strålar, och en del laserstrålar är icke-koherenta över större delen av sin våglängd. Laserstrålning kan vara kontinuerlig, kallat kontinuerlig våg (CW), eller pulsad.

Lasrar klassificeras på grundval av det "aktiva medium" som används för att alstra laserstrålen. Detta medium kan vara fast, flytande eller gasformigt. Lasrar med ett fast medium delas in i kristallasrar (så kallade fastatillståndslasrar) och halvledarlasrar. I följande tabell anges några typiska lasrar och de våglängder som de avger.

Typ	Laser	Huvudsaklig våglängd	Effekt
GAS	Helium-neon (HeNe)	632,8 nm	Kontinuerlig vågeffekt upp till 100 mW
	Helium-kadmium (HeCd)	422 nm	Kontinuerlig vågeffekt upp till 100 mW
	Argonjon (Ar)	488, 514 nm plus blå linjer	Kontinuerlig vågeffekt upp till 20 W
	Kryptonjon (Kr)	647 nm plus UV, blått och gult	Kontinuerlig vågeffekt upp till 10 W
	Koldioxid (CO ₂)	10 600 nm (10,6 µm)	Pulsad eller kontinuerlig vågeffekt upp till 50 kW
	Kväve (N)	337,1 nm	Pulsad vågeffekt > 40 µJ
	Xenonklorid (XeCl) Kryptonfluorid (KrF) Xenonfluorid (XeF) Argonfluorid (ArF)	308 nm 248 nm 350 nm 193 nm	Pulsad vågeffekt upp till 1 J
FAST TILLSTÅND	Rubin	694,3 nm	Pulsad vågeffekt upp till 40 J
	Neodymium-YAG (Nd:YAG)	1 064 och 1 319 nm 532 och 266 nm	Pulsad eller kontinuerlig vågeffekt upp till TW, 100 W genomsnittlig kontinuerlig vågeffekt
	Neodymium-glas (Nd:glas)	1 064 nm	Pulsad vågeffekt upp till 150 J
FIBER	Ytterbium (Yb)	1 030–1 120 nm	Kontinuerlig vågeffekt upp till kW
TUNN SKIVA	Ytterbium-YAG (Yb:YAG)	1 030 nm	Kontinuerlig vågeffekt upp till 8000 W
SLAB	Koldioxid (CO ₂) Laserkristall	1 0600 nm	Kontinuerlig vågeffekt upp till 8000 W
HALVLEDARE	Olika material – t.ex. GaN GaAlAs InGaAsP	400–450 nm 600–900 nm 1 100–1 600 nm	Kontinuerlig (ibland pulsad) vågeffekt upp till 30 W
FLYTANDE (FÄRGÄMNE)	Färgämne – Över 100 olika färgämnen fungerar som lasermedium	300–1 800 nm 1 100–1 600 nm	Pulsad vågeffekt upp till 2,5 J; kontinuerlig vågeffekt upp till 5 W

Mer information om lasrar finns i de publikationer som anges i bibliografin i bilaga K.

Nedan sammanfattas några lasertillämpningar.

Kategori	Exempel på tillämpningar
Materialbehandling	Skärning, svetsning, lasermärkning, borrar, fotolitografi och snabbtillverkning (rapid manufacturing – RM)
Optisk mätning	Avståndsmätning, geodesi, laservelocimetri, laservibrometrar, elektronisk speckleinterferometri (Electronic speckle pattern interferometry – ESPI), fiberhydrofoner, höghastighetsfilmning och storlekssortering av partiklar
Medicin	Oftalmologi, refraktiv kirurgi, fotodynamisk terapi, dermatologi, laserskalpell, kärlkirurgi, odontologi och medicinsk diagnostik
Kommunikation	Fiberkommunikation, trådlös kommunikation och satellitkommunikation
Optisk informationslagring	CD/DVD och laserskrivare
Spektroskopi	Identifiering av ämnen
Holografi	Underhållning och informationslagring
Underhållning	Lasershower och laserpekare

2.3 Triviala strålkällor

Bilaga D till denna handbok innehåller praktiska exempel på några artificiella optiska strålkällor som kan vara vanliga på många arbetsplatser, t.ex. i butiker och på kontor. Eftersom det för varje typ av källa finns mängder av olika konstruktionstyper på marknaden, är det inte möjligt att här upprätta en heltäckande förteckning över alla förekommande optiska strålkällor och tillämpningar. Skillnader i krökningen hos en reflektor, i tjockleken på ett täckglas eller mellan olika tillverkare av lysrör kan ha stor inverkan på den optiska strålning som en källa producerar. Varje exempel är därför i strikt mening unikt för den särskilda typ och modell av strålkälla som har undersökts.

Om ett praktiskt exempel visar att

- en viss källa kan ge upphov till exponering som bara uppgår till en bråkdel ($\approx 20\%$) av gränsvärdena, eller
- en källa kan ge upphov till exponering som överskrider gränsvärdena, men bara under extremt osannolika förhållanden,

kan dock normal exponering för dessa typer av strålkällor anses utgöra en trivial hälsorisk, dvs. källan kan betraktas som "säker".

I nedanstående tabeller är dessa vanliga typer av strålkällor indelade i följande två grupper:

- Triviala strålkällor (dvs. på grund av obetydliga tillgängliga emissioner).

- Strålkällor som är ofarliga vid normal användning (dvs. potentiell överexponering inträffar bara under ovanliga omständigheter).

Om en arbetsplats bara innehåller de strålkällor som anges i dessa tabeller och om dessa används enbart under de omständigheter som beskrivs, kan ytterligare riskbedömning anses vara onödig. Om dessa villkor inte uppfylls bör den person som är säkerhetsansvarig gå igenom den information som ges i resten av denna handbok, som även innehåller omfattande bilagor med mer detaljerad information.

Strålkällor som sannolikt bara ger obetydlig exponering och som kan betraktas som "säkra"

Takmonterade lysrörsarmaturer med diffusorer

Bildskärmar för datorer och liknande

Takmonterade armaturer med kompaktlysrör

Kompaktlysrör för flodljus

UVA-insektsfällor

Takmonterade halogenlampor för arbetsbelysning

Halogenlampor för punktbelysning (inklusive glödlampor med dagsljusspektrum)

Takmonterade halogenlampor

Fotokopiatorer

Utrustning för interaktiva presentationer på whiteboardtavlor

Lysdioder i form av indikatorlampor

Handdatorer

Fordonsbelysningar i form av bromsljus, positionsljus, blinkers, backljus och dimljus

Kamerablixtar

Takmonterade gaseldade strålningsvärmare

Gatubelysning

Strålkällor som sannolikt inte utgör någon hälsorisk under specifika omständigheter	
Källa	Omständigheter för säker användning
Takmonterade lysrörsarmaturer utan diffusorer	Säkra vid normala belysningsnivåer (≈ 600 lux)
Metallhalogen-/högtrycks-kvikksilverlampor för flodljus	Säkra om främre täckglas är intakt och inte ligger i synlinjen
Datorprojektorer	Säkra om man inte tittar in i ljusstrålen
UVA-strålning från lågtryckslampa av typen blacklight	Säkra om de inte ligger i synlinjen
Laserutrustning i "klass 1" (EN 60825-1)	Säkra om skydd är intakta. Kan vara osäkra om skydd avlägsnas
Produkter som omfattas av undantag (EN 62471)	Säkra om de inte ligger i synlinjen. Kan vara osäkra om skydd avlägsnas
Fordonsstrålkastare	Säkra om långvarig betraktning direkt in i strålen undviks

3. Hälsoeffekter av exponering för optisk strålning

Optisk strålning absorberas i kroppens yttre lager, vilket betyder att strålningens biologiska effekter är begränsade främst till hud och ögon. Systemiska effekter kan dock också uppstå. Olika våglängder har olika effekter beroende på vilken del av huden eller ögonen som absorberar strålningen och den typ av interaktion som är involverad. I det ultravioletta området dominerar de foto-kemiska effekterna, i det infraröda området de termiska effekterna. Laserstrålning kan ge ytterligare effekter som kännetecknas av mycket snabb absorption av energi genom vävnaden, vilket är en särskild risk för ögonen eftersom linsen kan fokusera strålen.

De biologiska effekterna kan grovt delas in i akuta (snabbt inträffande) respektive kroniska (inträffar till följd av långvariga och upprepade exponeringar under lång tid). Akuta effekter inträffar i allmänhet bara om exponeringen överstiger en tröskelnivå, som vanligen varierar från person till person. De flesta gränsvärden är baserade på undersökningar av tröskelvärden för akuta effekter och härledda

från statistisk bedömning av dessa tröskelvärden. Att ett gränsvärde överskrids leder följaktligen inte nödvändigtvis till skadlig hälsoeffekt. Risken för skadlig hälsoeffekt ökar i takt med att exponeringsnivåerna stiger ovan exponeringsgränsen. De flesta av de hälsoeffekter som beskrivs nedan inträffar, inom den friska vuxna förvärvsarbete befolkningen, på nivåer som ligger väsentligt högre än de gränser som fastställs i direktivet. Personer som är abnormt ljuskänsliga kan dock drabbas av skadliga effekter vid nivåer som ligger under exponeringsgränserna.

För kroniska effekter finns det ofta inget tröskelvärde under vilket de inte kan inträffa. Detta innebär att risken för att dessa effekter inträffar inte kan reduceras till noll. Risken kan reduceras genom att exponeringen reduceras. Ett iakttagande av exponeringsgränserna bör dessutom reducera riskerna för exponering för artificiella optiska strålkällor till nivåer som understiger dem som samhället har accepterat med beaktande av naturligt förekommande optisk strålning.

Våglängd (nm)		Öga	Hud
100–280	UVC	Fotokeratit Fotokonjunktivit	Erytem Hudcancer
280–315	UVB	Fotokeratit Fotokonjunktivit Katarakt	Erytem Elastos (fotoinducerade åldersförändringar) Hudcancer
315–400	UVA	Fotokeratit Fotokonjunktivit Katarakt Skador på näthinnan	Erytem Elastos (fotoinducerade åldersförändringar) Omedelbar pigmentering Hudcancer
380–780	Synligt	Fotoinducerade skador på näthinnan (Skador av blått ljus) Brännskada på näthinnan	Brännskada
780–1 400	IRA	Katarakt Brännskada på näthinnan	Brännskada
1 400–3 000	IRB	Katarakt	Brännskada
3 000–10 ⁶	IRC	Brännskada på hornhinnan	Brännskada

4. Krav i direktivet om artificiell optisk strålning

Direktivets fullständiga text finns i bilaga L till denna handbok. Detta kapitel innehåller en sammanfattning av de viktigaste kraven.

I direktivet fastställs **minimikraven** för att skydda arbetstagare mot sådana hälso- och säkerhetsrisker som uppstår eller kan uppstå vid exponering för artificiell optisk strålning under arbetet. Medlemsstaterna har därför möjlighet att införa, eller har redan infört, restriktivare krav.

4.1 Artikel 4 – Fastställande av exponering och bedömning av risker

Tyngdpunkten i direktivet är att arbetsgivarna ska säkerställa att arbetstagarna inte exponeras för nivåer av artificiell optisk strålning som överskrider de gränsvärden för

exponering som anges i direktivets bilagor. Arbetsgivarna kan visa detta genom information som lämnas med strålkällorna, genom allmänna bedömningar som utförs av dem själva eller av andra, genom teoretiska bedömningar eller genom mätningar. I direktivet anges inte någon specifik metod, vilket innebär att det är arbetsgivarens sak att bestämma hur detta huvudmål ska uppnås. Arbetsgivarna rekommenderas dock att använda sig av de standarder som finns offentliggjorda, och där detta inte är lämpligt av "tillgängliga nationella eller internationella vetenskapligt grundade riktlinjer".

Många av kraven i direktivet liknar de som anges i direktiv 89/391/EEG och en arbetsgivare som redan uppfyller kraven i det direktivet behöver därmed sannolikt inte vidta några större ytterligare åtgärder för att följa detta direktiv. Arbetsgivaren ska vid riskbedömningen dock vara särskilt uppmärksam på följande (artikel 4.3):

Att bedöma	Kommentar
a) Nivå, våglängdsområde och duration av exponering för artificiella optiska strålkällor.	Detta är den grundläggande informationen om det scenario som bedöms. Om exponeringsnivån är mycket lägre än det gränsvärde som gäller vid exponering under en hel arbetsdag (som antas vara åtta timmar) behövs inte någon ytterligare bedömning, om inte exponering för flera källor är aktuell. Se punkt h.
b) De gränsvärden för exponering som avses i artikel 3 i direktivet.	Av informationen i punkt a bör det vara möjligt att identifiera de tillämpliga gränsvärdena för exponering.
c) Eventuell inverkan på hälsa och säkerhet för de arbetstagare som tillhör särskilt känsliga riskgrupper.	Det föreslås att strategin bör vara reaktiv snarare än proaktiv. Det kan t.ex. finnas arbetstagare som vet att de är särskilt känsliga för flimrande belysning. Arbetsgivaren ska i så fall överväga om förändringar i arbetsverksamheten kan göras.
d) Eventuell möjlig inverkan på arbetstagares hälsa och säkerhet som följd av interaktion på arbetsplatsen mellan optisk strålning och kemiska ämnen som påverkar ljuskänsligheten.	Det föreslås att arbetsgivarna särskilt bör överväga risken för ljuskänslighet på grund av kemiska ämnen som används på arbetsplatsen. Liksom i punkt c kan det dock vara nödvändigt att arbetsgivaren reagerar på frågor som väcks av arbetstagare, i de fall ljuskänsligheten orsakas av kemiska ämnen som används utanför arbetsplatsen.
e) Eventuella indirekta effekter, som tillfällig bländning, explosion eller brand.	Ögonens exponering för starkt ljus kan vara ett problem inom vissa arbetsverksamheter. Normala skyddsmekanismer bör ge skydd vid exponeringsnivåer som ligger under gränsvärdet för exponering. Arbetsgivaren bör dock beakta artificiella optiska strålkällor som kan orsaka distraktion, bländning eller efterbilder, där sådan exponering kan innebära risk för arbetstagarens eller andras säkerhet. Den optiska strålningen från vissa artificiella optiska strålkällor kan ha kapacitet att orsaka explosion eller brand. Den här risken gäller särskilt lasrar i klass 4, men bör beaktas även för andra strålkällor, särskilt i miljöer där brandfarliga eller explosiva ämnen kan förekomma.

f) Eventuell befintlig ersättningsutrustning som minskar exponeringen för artificiell optisk strålning.	Det föreslås att detta bör övervägas när arbetstagares exponering för artificiell optisk strålning kan komma att överstiga gränsvärdet för exponering.
g) Adekvat information från hälsokontroller, inbegripet offentliggjord information, i den mån det är möjligt.	Den här informationen kan komma från arbetsgivarens organisation, från grupper som företräder industrin eller från internationella organisationer som Världshälsorganisationen och Internationella kommissionen för skydd mot icke-joniserande strålning – ICNIRP.
h) Exponering för artificiell optisk strålning från flera källor.	Av den information som erhålls i punkterna a och b kan det vara möjligt att fastställa den andel av exponeringsgränsen som varje enskild artificiell optisk strålkälla kommer att stå för. En förenklad strategi blir att ta hänsyn till detta när det gäller antalet strålkällor som kan utsätta arbetstagarna för exponering och lägga samman källornas respektive andelar. Om summan är mindre än ett är det inte sannolikt att gränsvärdena för exponering kommer att överskridas. Om summan är högre än ett krävs en mer detaljerad bedömning.
i) En klassificering som tillämpas på laser definierad i enlighet med tillämplig Cenelec-standard och, i fråga om sådana artificiella källor som kan orsaka skador liknande dem som orsakas av en laser i klass 3 B eller 4, eventuell likvärdig klassificering.	Laserprodukter i klasserna 3B och 4 avger tillgänglig laserstrålning som kan leda till att gränsvärdena för exponering överskrids. Under vissa förhållanden kan det dock vara nödvändigt att bedöma lasrar i lägre riskklasser. Enligt standarden EN 62471 hör artificiella optiska strålkällor som inte är laser till ett annat klassificeringssystem. Utrustning som tillhör riskgrupp 3 ska bedömas, men hänsyn ska också tas till sannolika exponeringsscenarioer för lägre riskgrupper.
j) Information från tillverkare av optiska strålkällor och relaterad arbetsutrustning, i enlighet med relevanta gemenskapsdirektiv.	Arbetsgivarna ska begära lämplig information från tillverkare och leverantörer av artificiella optiska strålkällor och produkter, så att de kan utföra de bedömningar som krävs enligt direktivet. Det föreslås att krav på tillhandahållande av sådan information bör ingå i upphandlingsunderlag.

4.2 Artikel 5 – Bestämmelser som syftar till att undvika eller minska riskerna

Det är viktigt att inse att reducering av nivån på artificiell optisk strålning under en viss nivå faktiskt, till skillnad från många andra risker, kan öka skaderisken. Ett uppenbart exempel på detta är områdesbelysning. Indikatorlampor och signaler måste avge en lämplig nivå av optisk strålning för att passa ändamålet. Därför är artikel 5 inriktad på att undvika eller minska risker. Den strategi som används liknar strategin i direktiv 89/391/EEG och dessa principer behandlas ytterligare i kapitel 9 i denna handbok.

4.3 Artikel 6 – Information till och utbildning av arbetstagare

Kraven i artikel 6 liknar de krav som anges i direktiv 89/391/EEG. Det är viktigt att riskerna nyanseras. Arbetstagarna ska vara medvetna om att många av de artificiella optiska strålkällorna på arbetsplatsen inte utgör någon risk för deras hälsa och att många faktiskt bidrar till deras säkerhet. När risker har identifierats ska dock

lämplig information och utbildning tillhandahållas. Detta behandlas ytterligare i kapitel 9.

4.4 Artikel 7 – Samråd med och medverkan av arbetstagare

I denna artikel hänvisas till de krav som anges i direktiv 89/391/EEG.

4.5 Artikel 8 – Hälsokontroll

Artikel 8 bygger på kraven i direktiv 89/391/EEG. Många av de specifika detaljerna är sannolikt beroende av system som införts i medlemsstaterna. Viss vägledning om hälsokontroll ges i kapitel 11 i denna handbok.

4.6 Sammanfattning

Många av kraven i direktivet omfattas redan av andra direktiv, särskilt direktiv 89/391/EEG (se bilaga E). Särskild vägledning om hur artiklarna i direktivet ska följas ges i de olika kapitlen i denna handbok.

5. Användning av exponeringsgränser

I bilagorna I och II till direktivet fastställs gränsvärden för exponering för icke-koherent optisk strålning respektive laserstrålning. Gränsvärdena tar hänsyn till den optiska strålningens biologiska effektivitet när det gäller att orsaka skada vid olika våglängder, hur länge exponeringen för den optiska strålningen pågår (duration) och typen av målvävnad. Beräkningen av gränsvärdena bygger på de riktlinjer som publicerats av Internationella kommissionen för skydd mot icke-joniserande strålning (ICNIRP). Ytterligare information om den logiska grunden för gränsvärdena finns i dessa riktlinjer, som du hittar på ICNIRP:s webbplats www.icnirp.org (se punkt 5.3 Hänvisningar). Det är värt att notera att riktlinjerna kan ändras av ICNIRP, vilket skulle kunna leda till ändring av de gränsvärden för exponering som anges i direktivet.

Liknande, men inte identiska, exponeringsgränser har även publicerats av den amerikanska organisationen American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).

Det är nödvändigt att känna till våglängdsintervallet för optisk strålning innan ett korrekt gränsvärde för exponering kan fastställas. Det ska noteras att mer än ett gränsvärde kan gälla för ett givet våglängdsintervall. Gränsvärdena för exponering för laserstrålning är i allmänhet enklare att fastställa, eftersom emissionen är i en enda våglängd. För laserprodukter som avger laserstrålning i mer än en våglängd och exponeringsscenarioer som omfattar flera strålkällor kan det dock vara nödvändigt att ta hänsyn till additiva effekter.

Fullständiga analyser av arbetstagares exponering och jämförelser med gränsvärdena för exponering kan vara komplicerade och ligga utanför tillämpningsområdet för denna handbok. Syftet med nedanstående information är att ge arbetsgivare vägledning i frågan om de behöver söka ytterligare hjälp.

5.1 Laser – gränsvärden för exponering

Systemet för klassificering av lasrar (se kapitel 8.1.1) ger användarna vägledning om hur stor risken med en laserstråle är enligt en bedömning gjord under specifika

måtförhållanden. Laserprodukter i klass 1 ska vara säkra för normal användning och bör därför inte kräva ytterligare bedömning. När en laserprodukt i klass 1 som innehåller en inbyggd laser i en högre klass genomgår underhåll eller service blir dock en bedömning nödvändig. Om inte information som anger motsatsen lämnas ska arbetsgivarna utgå ifrån att laserstrålar från lasrar i klasserna 3B och 4 utgör en risk för ögonskador. Lasrar i klass 4 utgör dessutom en risk för hudskador.

När lasrar i klasserna 3B och 4 används ska en behörig person, t.ex. en ansvarig för lasersäkerhet, utses.

Klassificering av en laserprodukt i klass 2 görs på grundval av att gränsvärdet för exponering inte överskrids vid en oförutsedd exponering på högst 0,25 s. Om produktens användning innebär att det är sannolikt att arbetstagarna vid upprepade tillfällen kommer att exponeras för laserstrålen, ska en mer detaljerad bedömning utföras för att fastställa om det är sannolikt att gränsvärdet kommer att överskridas.

Lasrar i klasserna 1M, 2m och 3R ska bedömas för att fastställa sannolika exponeringsscenarioer.

Gränsvärdena för laserexponering presenteras i bilaga II till direktivet, som återges i bilaga L till denna handbok. Gränsvärdena uttrycks i irradians (watt per kvadratmeter, $W m^{-2}$) eller strålningsexponering (joule per kvadratmeter, $J m^{-2}$).

När irradiansen eller strålningsexponeringen från en laserstråle beräknas ska irradiansen eller strålningsexponeringen anges som ett genomsnitt inom en apertur, kallad begränsande apertur, enligt tabellerna 2.2, 2.3 och 2.4 i direktivet.

Så här väljer du rätt tabell över gränsvärden för laserexponering:

Exponering av ögon – kort duration (< 10 s) – Tabell 2.2

Exponering av ögon – 10 s eller längre – Tabell 2.3

Exponering av hud – Tabell 2.4

Hur exponeringstiden ska bestämmas är beroende av om exponeringen är oförutsedd eller avsiktlig. När

ögon är det exponerade organet utgår man för oförut-
sedda exponeringar vanligen från 0,25 s för laserstrålar
i våglängdsområdet 400–700 nm och från 10 s eller
100 s för alla andra våglängder. Om bara huden är expo-
nerad är det rimligare att använda 10 s eller 100 s för alla
våglängder.

Det är möjligt att beräkna den maximala effekten genom
den fastslagna aperturen för dessa exponeringstider innan
gränsvärdet för exponering överskrids. Nedan presenteras
resultatet av sådana beräkningar som gäller exponering av
ögon för en laserstråle med kontinuerlig vägeffekt och en
liten källa.

Våglängds- intervall (nm)	Begränsande apertur (mm)	Exponeringstid (s)	Gränsvärde för exponering (W m ⁻²)	Maximal effekt genom apertur (W)	Maximal effekt genom apertur (mW)
180–302,5	1	10	3,0	0,0000024	0,0024
≥ 302,5–315	1	10	3,16–1 000	0,0000025–0,00079	0,0025–0,79
305	1	10	10	0,0000079	0,0079
308	1	10	39,8	0,000031	0,031
310	1	10	100	0,000079	0,079
312	1	10	251	0,00020	0,20
≥ 315–400	1	10	1 000	0,00079	0,79
≥ 400–450	7	0,25	25,4	0,00098	0,98
≥ 450–500	7	0,25	25,4	0,00098	0,98
≥ 500–700	7	0,25	25,4	0,00098	0,98
≥ 700–1 050	7	10	10–50	0,00039–0,0019	0,39–1,9
750	7	10	12,5	0,00049	0,49
800	7	10	15,8	0,00061	0,61
850	7	10	19,9	0,00077	0,77
900	7	10	25,1	0,00097	0,97
950	7	10	31,6	0,0012	1,2
1 000	7	10	39,8	0,0015	1,5
≥ 1 050–1 400	7	10	50–400	0,0019–0,015	1,9–15
≥ 1 050–1 150	7	10	50	0,0019	1,9
1 170	7	10	114	0,0044	4,4
1 190	7	10	262	0,010	10
≥ 1 200–1 400	7	10	400	0,015	15
≥ 1400–1500	3,5	10	1 000	0,0096	9,6
≥ 1 500–1 800	3,5	10	1 000	0,0096	9,6
≥ 1 800–2 600	3,5	10	1 000	0,0096	9,6
≥ 2 600–10 ⁵	3,5	10	1 000	0,0096	9,6
≥ 10 ⁵ –10 ⁶	11	10	1 000	0,095	95

Ytterligare vägledning om bedömning av gränsvärden
för exponering finns i standarden IEC TR 60825-14. I
dokumentet används termen högsta tillåtna exponering
i stället för gränsvärde för exponering.

5.2 Icke-koherent optisk strålning

Användningen av gränsvärden för exponering för
icke-koherent optisk strålning är vanligen mer kom-
plexerad än för laserstrålning. Detta beror på att

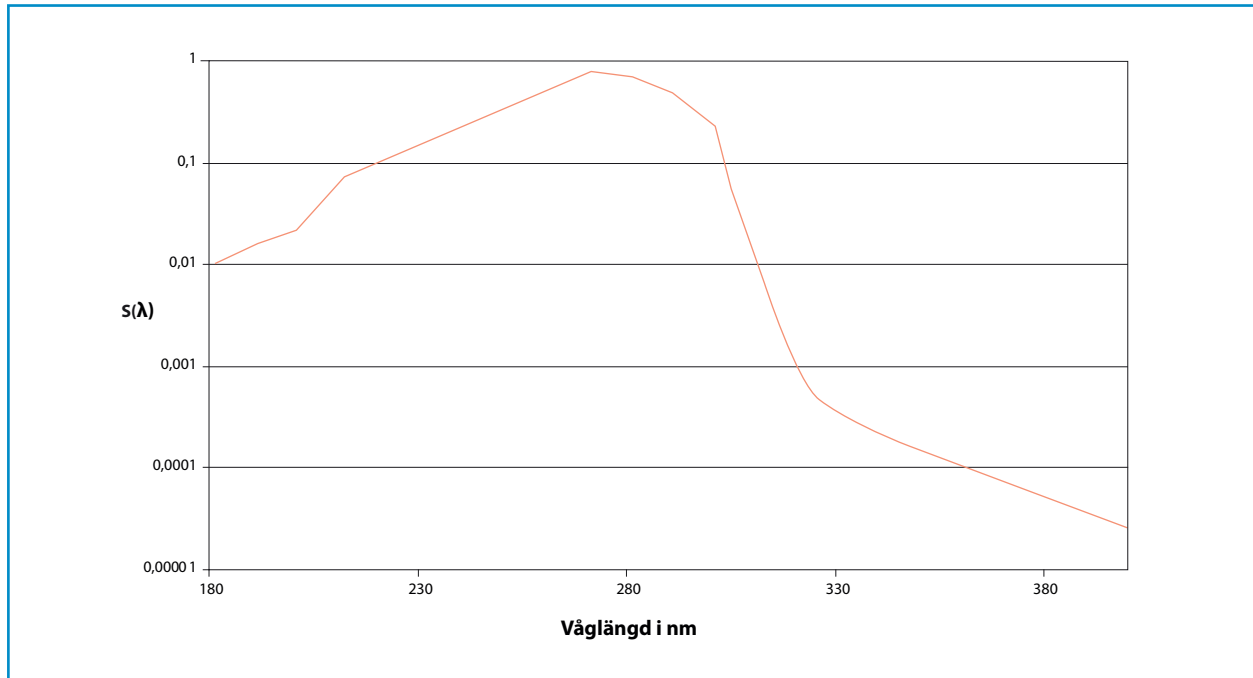
arbetstagarnas exponering kan gälla ett våglängdsinter-
vall i stället för en enda våglängd. Det är dock möjligt att
göra ett antal förenklade, värsta tänkbara, antaganden
för att fastställa om en mer detaljerad bedömning är
nödvändig.

Tre dimensionslösa modifierande faktorer anges i tabel-
lerna 1.2 och 1.3 i bilaga I till direktivet. Viktningsfunk-
tionen $S(\lambda)$ gäller från 180 nm till 400 nm och används för
att modifiera data för spektral irradians eller spektral strål-
ningsexponering för att väga in beroendet av våglängden

för skadliga hälsoeffekter på ögon och hud. När en viktningsfunktion har tillämpats anges vanligen de data som

följer av viktningen i termer som *effektiv* irradians eller *effektiv* strålningsexponering.

Bild 5.1 – Viktningsfunktion $S(\lambda)$



Toppvärdet för $S(\lambda)$ är 1,0 vid 270 nm. En enkel strategi är att utgå från antagandet att all emission mellan 180 nm och 400 nm är 270 nm (eftersom funktionen $S(\lambda)$ har ett maximalt värde på 1 är detta likvärdigt med att ignorera hela funktionen). Eftersom gränsvärdet för exponering uttrycks som strålningsexponering ($J m^{-2}$) är det, om strålkällans irradians är känd, möjligt att använda tabellen nedan för att se den maximala tid som

en arbetstagare kan exponeras förutsatt att man inte överskrider gränsvärdet för exponering, som är fastställt till $30 J m^{-2}$.

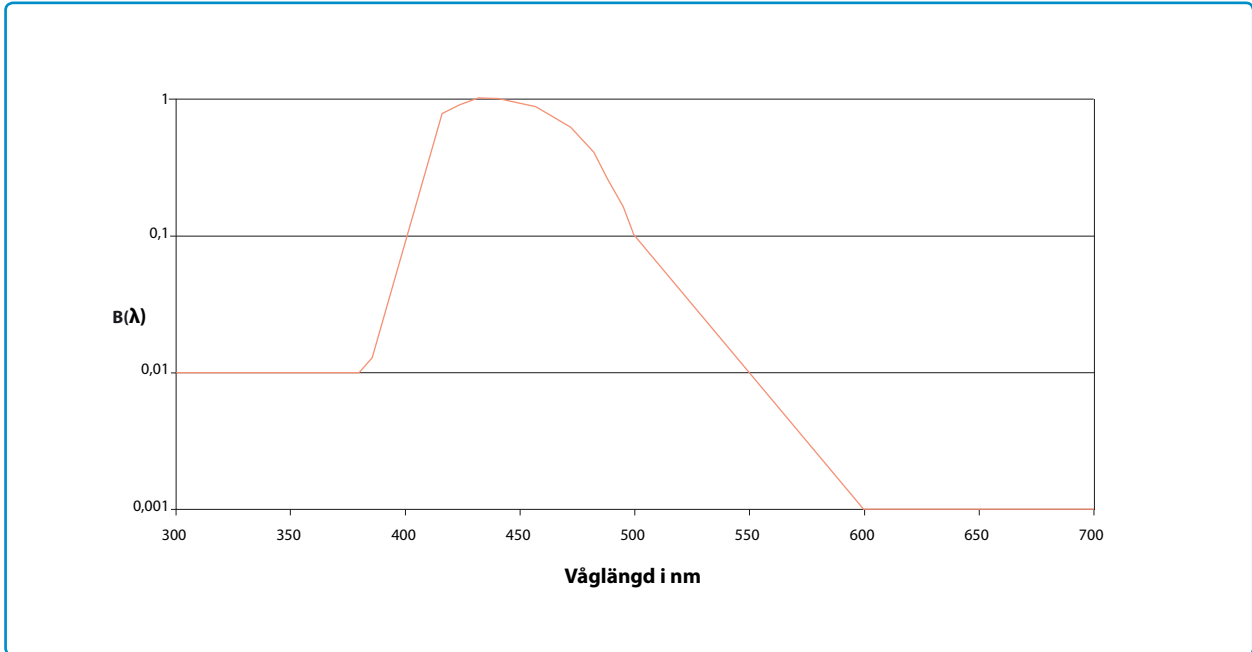
Om den här tiden inte överskrids genom antagandet att all emission är 270 nm behövs ingen ytterligare bedömning. Om gränsvärdet för exponering överskrids är en mer detaljerad spektral bedömning nödvändig.

Exponeringstid per åtta timmars dag	Irradians (effektiv) – $W m^{-2}$
8 timmar	0,001
4 timmar	0,002
2 timmar	0,004
1 timme	0,008
30 minuter	0,017
15 minuter	0,033
10 minuter	0,05
5 minuter	0,1
1 minut	0,5
30 sekunder	1,0
10 sekunder	3,0
1 sekund	30
0,5 sekund	60
0,1 sekund	300

Faktorn $B(\lambda)$ tillämpas mellan 300 nm och 700 nm för att ta hänsyn till att risken för fotokemisk skada på ögat är

beroende av våglängden. Våglängdsberoendet plottas nedan.

Bild 5.2 – Viktningsfunktion $B(\lambda)$

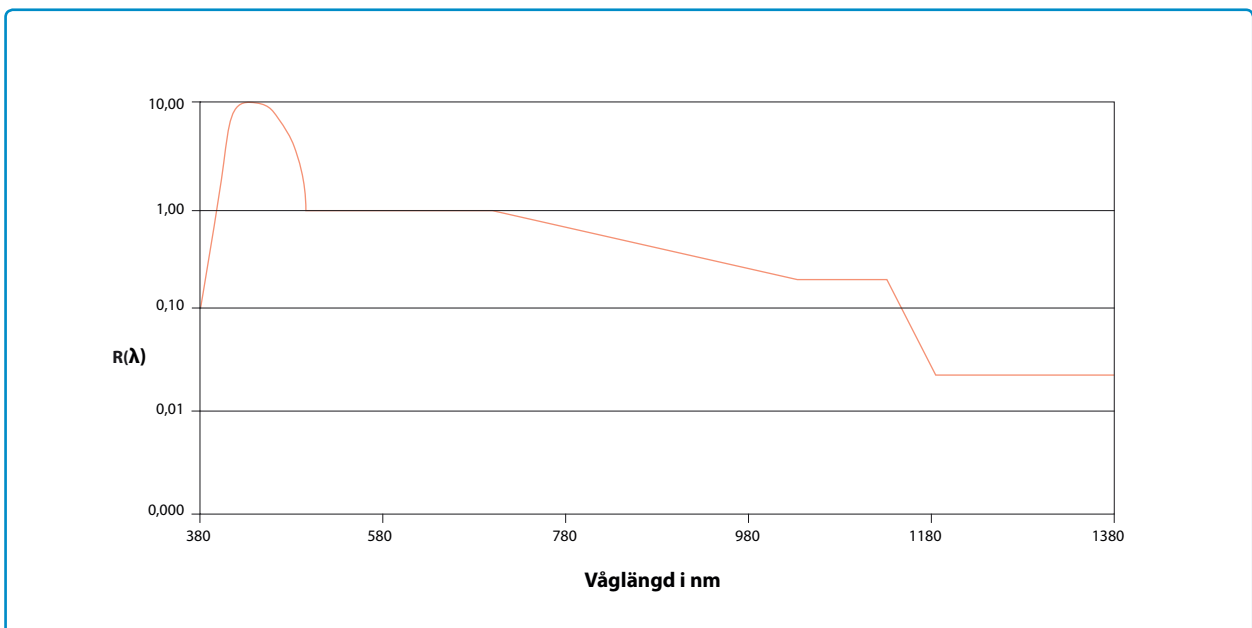


Toppvärdet för viktningsfaktorn är 1,0 mellan 435 nm och 440 nm. Om gränsvärdet för exponering inte överskrids genom antagandet att all emission mellan 300 nm och 700 nm är ungefär 440 nm (eftersom funktionen $B(\lambda)$ har ett maximalt värde på 1 är detta likvärdigt med att

ignorera hela funktionen), kommer gränsvärdet inte att överskridas när en mer detaljerad bedömning utförs.

Viktningsfaktorn $R(\lambda)$ plottas nedan och är definierad mellan 380 nm och 1 400 nm.

Bild 5.3 – Viktningsfunktion $R(\lambda)$



Toppvärdet för $R(\lambda)$ är 435–440 nm. Om gränsvärdet för exponering inte överskrids genom antagandet att all emission mellan 380 nm och 1 400 nm är ungefär 440 nm (eftersom funktionen $R(\lambda)$ har ett maximalt värde på 10 är detta likvärdigt med att multiplicera alla oviktade värden med 10), kommer gränsvärdet inte att överskridas när en mer detaljerad bedömning utförs.

I tabell 1.1 i bilaga I till direktivet anges gränsvärdena för exponering för olika våglängder. I vissa våglängdsområden gäller mer än en exponeringsgräns. Inga av de relevanta exponeringsgränserna bör överskridas.

5.3 Referenser

“Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelengths Between 180 nm and 400 nm (Incoherent Optical Radiation)”, *Health Physics* 87 (2), s. 171–186, 2004.

“Revision of the Guidelines on Limits of Exposure to Laser radiation of wavelengths between 400nm and 1.4 μ m”, *Health Physics* 79 (4), s. 431–440, 2000.

“Guidelines on Limits of Exposure to Broad-Band Incoherent Optical Radiation (0.38 to 3 μ m)”, *Health Physics* 73 (3), s. 539–554, 1997.

“Guidelines on UV Radiation Exposure Limits”, *Health Physics* 71 (6), s. 978, 1996.

“Guidelines on Limits of Exposure to Laser Radiation of Wavelengths between 180 nm and 1 mm”, *Health Physics* 71 (5), s. 804–819, 1996.

6. Riskbedömning inom ramen för direktivet

Riskbedömning är ett allmänt krav i direktiv 89/391/EEG. Den metod som presenteras här bygger på Europeiska arbetsmiljöbyråns stegvisa strategi för riskbedömning.

En stegvis strategi för riskbedömning
Steg 1. Identifiera faror och personer i farozonen.
Steg 2. Utvärdera och prioritera riskerna.
Steg 3. Besluta om förebyggande åtgärder.
Steg 4. Vidta åtgärder.
Steg 5. Övervakning och granskning.

Vid en fullständig riskbedömning måste alla risker i samband med arbetsverksamheten beaktas. I enlighet med direktivets ändamål kommer här dock bara optiska strålningsrisker att behandlas. För vissa tillämpningar lämnas lämplig information av produktens tillverkare, vilket gör det möjligt att fastställa att risken hanteras korrekt. Riskbedömningsprocessen behöver därför inte vara särskilt betungande. När det gäller triviala strålkällor behöver riskbedömningen inte dokumenteras, förutsatt att det inte är obligatoriskt enligt den nationella lagstiftningen. Arbetsgivaren kan dock besluta att göra en anteckning för att visa att en bedömning har utförts.

6.1 Steg 1: Identifiera faror och personer i farozonen

Alla optiska strålkällor bör identifieras. En del källor är redan inbyggda i utrustningen på ett sådant sätt att exponering av arbetstagarna inte är möjlig under normal användning. Det är dock nödvändigt att bedöma hur arbetstagarna kan utsättas för exponering under strålkällans hela liv. Arbetstagare som tillverkar optiska strålprodukter kan vara utsatta för större risk än användarna. Den typiska livscykeln för en optisk strålprodukt ser ut som följer:	<ol style="list-style-type: none">1. Tillverkning2. Provning3. Installation4. Planering och konstruktion5. Idrifttagning6. Normal drift7. Skadefall8. Rutinunderhåll9. Service10. Ändring11. Bortskaffande
---	--

Exponering för optisk strålning inträffar normalt när produkten är i drift. Steg 1–3 i livscykeln kan äga rum på en annan arbetsgivares anläggning. Steg 4–10 inträffar normalt på den vanliga arbetsplatsen. Det ska dessutom noteras att vissa delar i livscykeln också är cykliska. En arbetsutrustning kan t.ex. behöva rutinunderhåll varje vecka, och service kan utföras en gång i halvåret. Vissa ändringar kan bli nödvändiga efter varje serviceåtgärd. Övrig tid är arbetsutrustningen i "normal drift".

Arbetsgivaren bör överväga vilka grupper av arbetstagare eller entreprenörer som kan komma att utsättas för exponering för optisk strålning vid varje del av livscykeln.

Steg 1
Registrera alla troliga källor till exponering för artificiell optisk strålning och bedöm vem som kan utsättas för exponering.

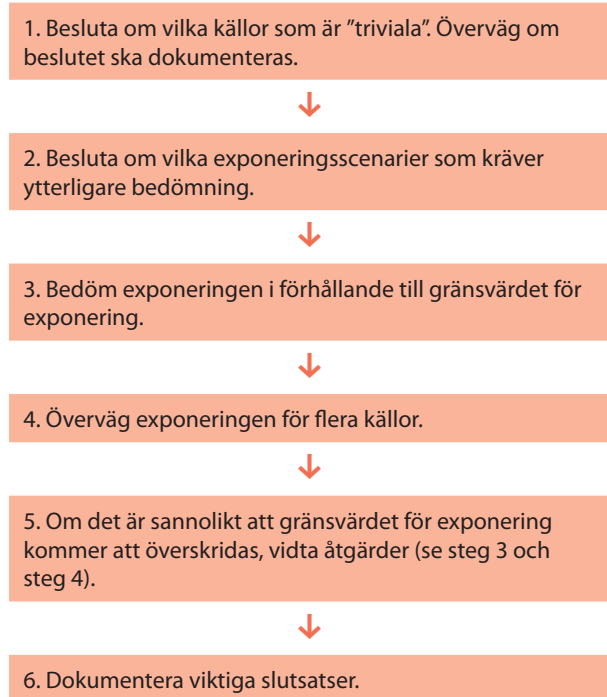
6.2 Steg 2: Utvärdera och prioritera riskerna

Enligt direktivet ska arbetstagarnas exponering för optisk strålning ligga under de gränsvärden för exponering som anges i bilagorna I och II till direktivet. Många källor till optisk strålning på arbetsplatsen kommer att vara triviala. Bilaga D till denna handbok innehåller riktlinjer för vissa specifika tillämpningar. För att avgöra om en strålkälla är trivial är det även nödvändigt att ta hänsyn till hur många källor arbetstagaren troligen kommer att vara exponerad för. Handlar det om en enda källa och exponeringen vid arbetstagarens arbetsställe är mindre än 20 % av exponeringsgränsvärdet för en hel arbetsdag, kan källan betraktas som trivial. Om det finns tio sådana strålkällor måste dock exponeringen från varje enskild källa vara mindre än 2 % av gränsvärdet för exponering för att betraktas som trivial.

Det är viktigt att betona att enligt direktivet ska "risker" undanröjas eller reduceras till ett minimum. Detta innebär inte nödvändigtvis att mängden optisk strålning ska

reduceras till ett minimum. Att släcka alla lampor kommer utan tvivel att äventyra säkerheten och öka skaderisken.

En strategi för att utvärdera riskerna kan se ut som följer:



Det är inte alltid enkelt att fastställa risken för exponering, dvs. hur sannolik exponeringen är. Det kan finnas en väl kollimerad laserstråle på arbetsplatsen och risken för exponering för laserstrålen kan vara liten. Om exponering skulle äga rum kan dock konsekvenserna bli mycket stora. Risken för exponering för optisk strålning från många icke-koherenta artificiella strålkällor kan däremot vara hög, medan konsekvenserna skulle kunna vara små.

När det gäller de flesta arbetsplatser är kravet att kvantifiera risken för exponering inte motiverat, förutom ett fastställande av en hög, medelhög eller låg sannolikhet baserad på sunt förnuft.



Direktivet innehåller ingen definition av termen "sannolik" i sammanhanget "sannolik exponering". Därför är sunt förnuft tillräckligt, om inget annat fastställs i de nationella kraven.

Steg 2

Överväg dokumentering av triviala strålkällor.

Registrera strålkällor där det finns risk för att gränsvärdet för exponering överskrids.

Gör en bedömning av risken.

Överväg om det finns några arbetstagare som kan vara särskilt ljuskänsliga.

Prioritera kontrollåtgärder för källor som sannolikt kan utsätta arbetstagarna för exponering som överstiger gränsvärdet för exponering.

Även om gränsvärdena för exponering ultraviolett strålning kan användas för att fastställa den maximala irradians som en arbetstagare kan utsättas för under en arbetsdag är sådana upprepade exponeringar varje dag inte idealiska. Man bör överväga att reducera exponeringarna för ultraviolett strålning till så låga värden som det rimligen är möjligt, snarare än att arbeta upp till gränsvärdet för exponering.

6.3 Steg 3: Besluta om förebyggande åtgärder

Kapitel 9 i denna handbok innehåller vägledning om de kontrollåtgärder som kan användas för att minimera risken för exponering för artificiell optisk strålning. Kollektiva skyddsåtgärder är vanligen att föredra framför personligt skydd.

Steg 3

Besluta om lämpliga förebyggande åtgärder.

Dokumentera beslutsskäl.

6.4 Steg 4: Vidta åtgärder

Det är nödvändigt att genomföra förebyggande åtgärder. En bedömning av risken för exponering för artificiell optisk strålning kommer att avgöra om arbetet kan fortsätta med försiktighet tills de förebyggande åtgärderna har vidtagits eller om arbetet bör upphöra tills detta är utfört.

Steg 4

Besluta om arbetet kan fortsätta.

Genomför förebyggande åtgärder.

Informera arbetstagarna om grunden för de förebyggande åtgärderna.

6.5 Steg 5: Övervakning och granskning

Det är viktigt att avgöra om riskbedömningen var effektiv och om de förebyggande åtgärderna är tillräckliga. Det är även viktigt att granska riskbedömningen om de artificiella optiska strålkällorna byts eller om arbetsmetoderna förändras.

Det är inte säkert att arbetstagarna vet om att de är ljuskänsliga. De kan dessutom utveckla ljuskänslighet efter det att riskbedömningen har slutförts. Alla yrkanden ska dokumenteras och i lämpliga fall ska hälsokontroller användas (se kapitel 11 i denna handbok). Det kan vara nödvändigt att byta ut källan/källorna till artificiell optisk strålning eller att på annat sätt anpassa arbetsmetoderna.

Steg 5

Besluta om ett lämpligt intervall för rutingranskningar – förslagsvis tolv månader.

Se till att granskningar utförs om situationen förändras, t.ex. om nya strålkällor införs, arbetsmetoderna förändras eller olyckstillbud inträffar.

Dokumentera granskningarna och slutsatserna.

6.6 Referenser

Europeiska arbetsmiljöbyrån:

<http://osha.europa.eu/topics/riskassessment>

7. Mätning av optisk strålning

7.1 Krav enligt direktivet

Mätningen av optisk strålning kan göras som en del i riskbedömningsprocessen. Direktivets krav för riskbedömningar fastställs i artikel 4, enligt vilken

"... arbetsgivaren, för arbetstagare som utsätts för artificiella optiska strålkällor, [ska] bedöma och om nödvändigt mäta och/eller beräkna nivåerna på den optiska strålning som arbetstagarna kan utsättas för..."

Detta betyder att arbetsgivaren får fastställa de exponeringsnivåer som arbetstagaren utsätts för på andra sätt än genom mätning, dvs. genom beräkning (med hjälp av data som lämnas av en tredje part, t.ex. tillverkaren).

Om det är möjligt att få data som är lämpliga för riskbedömning är mätning alltså inte nödvändigt. Detta är önskvärt, eftersom arbetsplatsmätningar av optisk strålning är komplicerade. Mätutrustningen är sannolikt relativt dyr och bara en kompetent person kan använda den med korrekt resultat. En oerfaren person gör lätt misstag som kan leda till att helt felaktiga data tas fram. Det blir dessutom ofta nödvändigt att sammanställa tids- och rörelsedata för de arbetsuppgifter som riskbedömningen gäller.

7.2 Att söka ytterligare hjälp

Om arbetsgivaren inte vill köpa in eller har kunskapen att använda utrustning för mätning av optisk strålning är det nödvändigt att ta hjälp utifrån. Nödvändig mätutrustning

och sakkunskap att använda den finns hos följande typer av organ:

- Nationella arbetsmiljöorgan.
- Forskningsinstitutioner (t.ex. universitet med institutioner inom optik).
- Tillverkare av optisk mätutrustning (och deras eventuella ombud).
- Privata specialistorgan för rådgivning och konsultverksamhet på området för arbetsmiljöfrågor.

När man vänder sig till något av denna typ av organ för hjälp kan det vara värdefullt att tänka på att de ska kunna styrka att de har tillgång till följande:

- Kunskap om exponeringsgränserna och deras tillämpning.
- Utrustning med kapacitet att mäta alla berörda våglängdsområden.
- Erfarenhet av att använda utrustningen.
- En metod för kalibrering av utrustningen som kan hänföras till en nationell standard.
- Förmågan att uppskatta mätosäkerheten för alla mätningar som görs.

Om inte alla dessa kriterier kan tillgodoses är det möjligt att riskbedömningen blir felaktig på grund av följande:

- Underlåtenhet att tillämpa korrekta gränsvärden eller felaktig tillämpning av dessa gränsvärden.
- Underlåtenhet att ta fram data som kan jämföras med alla tillämpliga gränsvärden.
- Allvarliga fel i datamätetalen.
- Data som inte kan jämföras med lämpliga gränsvärden för att ge en entydig slutsats.

8. Användning av tillverkarnas data

På grund av den stora variationen av källor som avger optisk strålning är de risker som deras användning ger upphov till mycket varierande. Data som lämnas av tillverkare av utrustning som avger optisk strålning bör hjälpa användarna att utvärdera riskerna och fastställa nödvändiga kontrollåtgärder. Säkerhetsklassificering av laserkällor och icke-koherenta strålkällor samt riskavstånd kan vara särskilt användbart vid riskbedömningen.

8.1 Säkerhetsklassificering

I klassificeringsscheman för lasrar och icke-koherenta strålkällor anges den potentiella risken för skadliga hälsoeffekter. Om dessa risker i praktiken leder eller inte leder till skadliga hälsoeffekter är beroende av användningsförhållanden, exponeringstid och miljö. Med hjälp av klassificeringen kan användarna välja lämpliga kontrollåtgärder för att minimera dessa risker.

8.1.1 Klassificering av lasersäkerhet

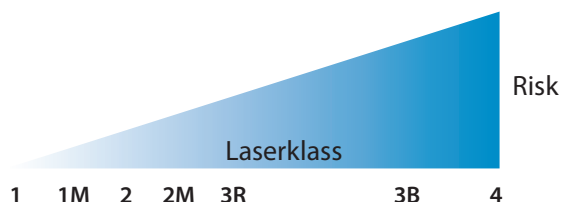
Klassificeringen av lasrar bygger på begreppet "accessible emission limit – AEL" (gränsvärde för tillgänglig emission). Dessa gränsvärden fastställs för varje laserklass, och hänsyn tas inte bara till laserproduktens effekt utan även till människors tillgång till laseremissionen. Lasrar delas in i sju klasser – ju högre klass desto större risk för att skada kan uppkomma. Risken kan reduceras kraftigt med hjälp av tilläggsåtgärder för användarskydd, inklusive tekniska kontrollåtgärder i form av t.ex. höljen.

Bra att komma ihåg

"M" i klasserna 1M och 2M kommer från uttrycket "Magnifying optical viewing instruments" (optiska förstöringsinstrument).

"R" i klass 3R kommer från uttrycket "Reduced (Relaxed) requirements" (reducerade eller mildrade krav): reducerade krav för både tillverkare (dvs. det finns inga krav på nyckelomkopplare, strålstopp eller dämpare och spårplanering) och användare.

"B" för klass 3B har historiskt ursprung.



8.1.1.1 Klass 1

Laserprodukter i klass 1 betraktas som säkra under användning, inklusive vid långvarig betraktning direkt inom strålen och även vid användning av optiska instrument (förstoringsglas eller kikare). Användare av laserprodukter i klass 1 undantas vanligen från kontroller av optisk strålningsrisk under normal drift. Under användarunderhåll eller service kan högre strålningsnivåer bli tillgängliga.



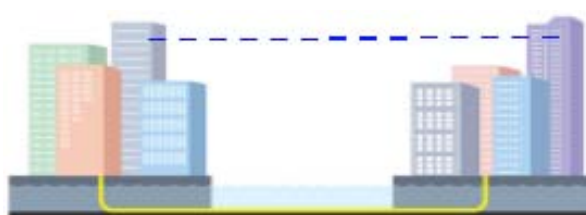
Den här klassen omfattar produkter som innehåller högeffektlasrar i ett hölje som förhindrar människors exponering för strålning och som inte kan öppnas utan att lasern stängs av eller som kräver verktyg för tillgång till laserstrålen:

- Laserskrivare.
- CD/DVD-spelare och CD/DVD-brännare.
- Lasrar för materialbearbetning.

8.1.1.2 Klass 1M

Laserprodukter i klass 1M är säkra för det oskyddade ögat under rimligt förutsägbara driftsförhållanden, men kan vara farliga om användaren begagnar optiska hjälpmedel (t.ex. förstöringsglas eller teleskop) inom strålen.

Exempel: ett urkopplat fiberoptiskt kommunikationssystem.





Betraktning inom en stråle från synliga laserprodukter i klasserna 1 och 1M kan fortfarande orsaka bländning, särskilt vid svagt bakgrundsljus.

8.1.1.3 Klass 2

I klass 2 ingår laserprodukter som avger synlig strålning och är säkra vid tillfällig exponering, även vid användning av optiska instrument för betraktning. De kan dock vara farliga vid avsiktligt tittande in i strålen. Laserprodukter i klass 2 är inte i sig säkra för ögonen, men man kan anta att tillräckligt skydd ges genom naturliga skyddsmekanismer, inklusive huvudrörelser och blinkreflexer.



Exempel: streckodsläsare.

8.1.1.4 Klass 2M

I klass 2M ingår laserprodukter som avger synliga laserstrålar och är säkra vid kortvarig exponering bara för det oskyddade ögat, men kan leda till ögonskador vid exponering då förstöringsglas eller teleskop används. Ögonskydd ges normalt genom naturliga skyddsmekanismer, inklusive blinkreflexen.



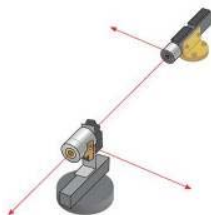
Exempel: avvägnings- och riktningsinstrument för tekniska tillämpningar.

8.1.1.5 Klass 3R

Direkt betraktning inom strålen är potentiellt farlig, men i praktiken är skaderisken i de flesta fall relativt låg vid kort och oavsiktlig exponering. Risken är vid synlig strålning begränsad på grund av det naturliga skydds beteendet vid exponering för starkt ljus och vid långvågig infraröd strålning genom hornhinnans reaktion på värme.

Lasrar i klass 3R bör bara användas där direkt betraktning inom strålen är osannolik.

Exempel: geodesiutrustning, laserpekare med högre effekt och upplinjeringslaser.



De naturliga skyddsmekanismerna fungerar inte i alla fall.



Betraktning av laserprodukter i klasserna 2 och 2M eller klass 3R för synlig strålning kan orsaka bländning, blyxtblindhet och efterbilder, särskilt vid svagt bakgrundsljus. Detta kan indirekt få allmänna följder för säkerheten genom en tillfällig synstörning eller skrämnelreaktioner. Synstörningar kan vara särskilt bekymmersamma vid säkerhetskritiska åtgärder, som t.ex. arbete med maskiner eller på hög höjd, med högspänning eller bilkörning.

8.1.1.6 Klass 3B

Laserprodukter i klass 3B är farliga för ögonen om dessa utsätts för exponering från den direkta strålen inom det nominella risk-



avståndet för ögonskada (se 8.2.1). Betraktning av diffusa reflektioner är normalt ofarliga, förutsatt att ögonen inte är närmare än 13 cm från spridningsytan och exponeringstiden är mindre än 10 s. Lasrar i klass 3B som närmar sig den övre gränsen för klassen kan orsaka mindre hudskador eller till och med utgöra en risk för att antända brandfarliga material.

Exempel: lasrar för fysioterapibehandling och laboratorietrustning inom forskning.

8.1.1.7 Klass 4

Laserprodukter för vilka direkt betraktning och exponering av hud är farligt inom riskavståndet och för vilka betraktning av diffusa reflektioner kan vara farliga. Dessa lasrar utgör ofta även en brandfara.

Exempel: skärmar för laserprojicering, laserkirurgi och laserskäring av metall.



Laserprodukter i klasserna 3B och 4 bör inte användas utan att man först utför en riskbedömning för att fastställa vilka skyddande kontrollåtgärder som är nödvändiga för att säkerställa säker drift.

Tabell 8.1 Sammanfattning av obligatoriska kontroller för olika laserklasser

	Klass 1	Klass 1M	Klass 2	Klass 2M	Klass 3R	Klass 3B	Klass 4
Beskrivning av riskklass	Säker under rimligt förutsägbara förhållanden	Säker för det oskyddade ögat, men kan vara skadlig om användaren begagnar optiska hjälpmedel	Säker vid kortvarig exponering; ögonskydd genom naturlig skyddsmekanism	Säker för det oskyddade ögat vid kortvarig exponering, men kan vara skadlig om användaren begagnar optiska hjälpmedel	Risken för skador är relativt låg; kan vara farlig vid felaktig användning av personer utan utbildning	Direkt betraktning är farlig	Farlig för ögon och hud; brandfarlig
Kontrollerat område	Ej obligatoriskt	Begränsat eller inneslutet	Ej obligatoriskt	Begränsat eller inneslutet	Inneslutet	Inneslutet och skyddat genom spärranordning	Inneslutet och skyddat genom spärranordning
Grundläggande kontroll	Ej obligatoriskt	Ej obligatoriskt	Ej obligatoriskt	Ej obligatoriskt	Ej obligatoriskt	Obligatoriskt	Obligatoriskt
Utbildning	Följ tillverkarens instruktioner för säker användning	Rekommenderas	Följ tillverkarens instruktioner för säker användning	Rekommenderas	Obligatoriskt	Obligatoriskt	Obligatoriskt
Personlig skyddsutrustning	Ej obligatoriskt	Ej obligatoriskt	Ej obligatoriskt	Ej obligatoriskt	Kan vara obligatoriskt – beror på resultatet av riskbedömningen	Obligatoriskt	Obligatoriskt
Skyddsåtgärder	Inte nödvändigt vid normal användning	Förhindra användning av förstöringsglas och fokuserande eller kollimerande optiska hjälpmedel	Se inte rakt in i strålen	Se inte rakt in i strålen; förhindra användning av förstöringsglas och fokuserande eller kollimerande optiska hjälpmedel	Förhindra direkt exponering av ögon	Förhindra exponering av ögon och hud för strålen; var uppmärksam på oavsiktliga reflektioner	Förhindra exponering av ögon och hud för direkt och diffus reflektion från strålen

Begränsningar i systemet för laserklassificering

Säkerhetsklassificeringen av lasrar avser tillgänglig laserstrålning – klassificeringen tar inte hänsyn till ytterligare faror, som elektricitet, kollateral strålning, rök, buller, etc.

Säkerhetsklassificeringen av lasrar avser normal användning av produkten – det är möjligt att den inte är tillämplig vid underhåll eller service, eller när originalutrustningen ingår i en komplicerad anläggning.

Säkerhetsklassificeringen av lasrar avser en enda produkt – den tar inte hänsyn till ackumulerad exponering för flera strålkällor.

8.1.2 Säkerhetsklassificering av icke-koherenta källor

Säkerhetsklassificeringen av icke-koherenta (bredbandiga) källor fastställs i standarden EN 62471:2008 och är baserad på högsta tillåtna emission under produktens fulla driftkapacitet vid vilken tidpunkt som helst efter tillverkningen. Vid klassificeringen beaktas mängden optisk strålning, våglängdsfördelningen och människors tillgång till optisk strålning. Bredbandiga strålkällor delas in i fyra riskgrupper, ju högre riskgrupp desto större potential att orsaka skada.

Klassificeringen anger den potentiella risken för skadliga hälsoeffekter. Om de här riskerna i praktiken leder eller

inte leder till skadliga hälsoeffekter är beroende av användningsförhållanden, exponeringstid och miljö. Med hjälp av klassificeringen kan användarna välja lämpliga kontrollåtgärder för att minimera dessa risker.

Följande rangordning för riskgrupperna används, varvid riskerna anges i stigande ordning:

- Grupp som omfattas av undantag – ingen fotobiologisk risk under förutsägbara förhållanden.
- Riskgrupp 1 – Låg risk – risken begränsas genom normala beteendebegränsningar vid exponering.
- Riskgrupp 2 – Måttlig risk – risken begränsas genom den naturliga skyddsmekanismen mot mycket starka ljuskällor. Sådana reflexreaktioner inträffar dock inte alltid.
- Riskgrupp 3 – Hög risk – kan utgöra en risk även vid tillfällig eller kortvarig exponering.



Inom varje riskgrupp har olika tidskriterier fastställts för varje fara. De här kriterierna har valts så att de tillämpliga gränsvärdena för exponering inte överskrids inom den valda tiden.

8.1.2.1 Grupp som omfattas av undantag

Inga direkta optiska strålningsrisker är rimligt förutsägbara, vilket även gäller vid kontinuerlig och obegränsad användning. Dessa strålkällor utgör inte någon av följande fotobiologiska risker:

- Aktinisk ultraviolett risk inom åtta timmars exponering.
- Nära UV-risk inom 1 000 s.
- Risk för blåljusskada på näthinnan inom 10 000 s.
- Risk för termisk skada på näthinnan inom 10 s.
- Risk för infraröd strålningskada på ögonen inom 1 000 s.
- Risk för infraröd strålningskada utan stark visuell stimulering inom 1 000 s.



Exempel: hushålls- och kontorsbelysning, datorskärmar, bildskärmsutrustning och indikatorlampor.

8.1.2.2 Riskgrupp 1 – Låg risk

Produkterna i den här riskgruppen är säkra för de flesta tillämpningar, med undantag för mycket långvariga exponeringar där direkt exponering av ögonen kan förväntas. Dessa källor utgör på grund av normala beteendebegränsningar vid exponering inte någon av följande risker:



Exempel: ficklampa.

- Aktinisk ultraviolett risk inom 10 000 s.
- Nära UV-risk inom 300 s.
- Risk för blåljusskada på näthinnan inom 100 s.
- Risk för infraröd strålningskada på ögonen inom 100 s.
- Risk för infraröd strålningskada utan stark visuell stimulering inom 100 s.

8.1.2.3 Riskgrupp 2 – Måttlig risk

Strålkällorna i den här riskgruppen utgör på grund av naturliga skyddsmekanismer vid mycket starka ljuskällor, värmeobehag eller i de fall då långvarig exponering är orealistisk, ingen av följande risker:

- Aktinisk ultraviolett risk inom 1 000 s.
- Nära UV-risk inom 100 s.
- Risk för blåljusskada på näthinnan inom 0,25 s (naturlig skyddsmekanism).
- Risk för termisk skada på näthinnan inom 0,25 s (naturlig skyddsmekanism).
- Risk för infraröd strålningskada på ögonen inom 10 s.
- Risk för infraröd strålningskada utan stark visuell stimulering inom 10 s.

8.1.2.4 Riskgrupp 3 – Hög risk

Till denna grupp hör strålkällor som kan utgöra en risk även vid tillfällig eller kortvarig exponering inom riskavståndet. Säkerhetskontrollerande åtgärder är nödvändiga.

Filtrering av oönskad optisk överskottsstrålning (t.ex. UV), avskärmning av strålkällan för att förhindra tillgång till optisk strålning eller användning av strålexpanderande optik kan sänka riskgruppen och minska risken med optisk strålning.

Begränsningar i klassificeringssystemet för bredbandiga strålkällor

Säkerhetsklassificeringen avser tillgänglig optisk strålning – klassificeringen tar inte hänsyn till ytterligare faror, som elektricitet, kollateral strålning, rök, buller, etc.

Säkerhetsklassificeringen avser normal användning av produkten – det är möjligt att den inte är tillämplig vid underhåll eller service, eller när originalutrustningen ingår i en komplicerad anläggning.

Säkerhetsklassificeringen avser en enda produkt – den tar inte hänsyn till ackumulerad exponering för flera strålkällor.

Produkterna klassificeras vid ett avstånd som avger en illuminans på 500 lx för allmänna belysningsystem och vid 200 mm från källan för andra tillämpningar. Klassificeringen är inte alltid representativ för alla användningsförhållanden.

Maskiner klassificeras i en av tre kategorier, beroende på den tillgängliga emissionen. Dessa tre kategorier anges i stigande ordning efter risken i tabell 8.2.

Tabell 8.2 Säkerhetsklassificering av maskiner enligt standarden EN 12198

Kategori	Restriktioner och skyddsåtgärder	Information och utbildning
0	Inga restriktioner.	Ingen information behövs.
1	Restriktioner: begränsad tillgång, skyddsåtgärder kan behövas.	Information om faror, risker och bieffekter ska lämnas av tillverkaren.
2	Särskilda restriktioner och skyddsåtgärder är nödvändiga.	Information om faror, risker och bieffekter ska lämnas av tillverkaren. Utbildning kan vara nödvändig.

8.1.3 Säkerhetsklassificering av maskiner

Maskiner som avger optisk strålning kan också klassificeras i standarden EN 12198. Den standarden gäller all emission, både avsiktlig och oavsiktlig, med undantag för källor som enbart används för belysning.

Klassificeringen av en maskin i någon av dessa kategorier görs på grundval av de effektiva radiometriska storheter som presenteras nedan i tabell 8.3, med mätning vid ett avstånd på 10 cm.

Tabell 8.3 Emissionsgränser för klassificering av maskiner enligt standarden EN 12198

E_{eff}	E_B	L_B	E_R	Kategori
	(för $\alpha < 11$ mrad)	(för $\alpha \geq 11$ 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 Information om riskavstånd och riskvärden

I en del tillämpningar kan det vara värdefullt att känna till det avstånd över vilket riskerna med optisk strålning kan sträcka sig.

Det avstånd vid vilket exponeringsnivån har sjunkit till det tillämpliga gränsvärdet för exponering är känt som riskavstånd. Bortom detta avstånd finns ingen risk för skada. Den här informationen kan, om den lämnas av tillverkarna, vara användbar vid riskbedömningen och för att säkerställa säker arbetsmiljö.

8.2.1 Lasrar – nominellt riskavstånd för ögonskada

Vid ett visst avstånd, allt eftersom laserstrålen divergerar, blir irradiansen lika med exponeringsgränsvärdet för ögon. Detta avstånd kallas nominellt riskavstånd för ögonskada. Vid större avstånd kommer gränsvärdet för exponering inte att överskridas – laserstrålen betraktas som säker bortom detta avstånd.

Tillverkare bifogar ofta information om det nominella riskavståndet för ögonskada till produktspecifikationen. Om den här informationen inte är tillgänglig, kan man beräkna det nominella riskavståndet för ögonskada

(NOHD) med hjälp av följande parametrar för laserstrålning från tillverkarens data:

- Strålningseffekt (W).
- Ursprunglig stråldiameter (m).
- Divergens (radians).
- Gränsvärde för exponering (ELV) ($W m^{-2}$).

Även om situationen kan vara komplicerad om avståndet är stort eller om strålen inte är cirkulär, ger följande ekvation en god uppskattning av det nominella riskavståndet för ögonskada:

$$NOHD = \frac{\sqrt{\frac{4 \times \text{strålningseffekt}}{\pi \times ELV}} - \text{ursprunglig diameter}}{\text{divergens}}$$

8.2.2 Bredbandiga källor – Riskavstånd och riskvärde

Det avstånd vid vilket exponeringsnivån har sjunkit till nivån för det tillämpliga gränsvärdet för exponering kallas för riskavstånd; bortom detta avstånd finns det ingen risk för skada. Riskavståndet ska beaktas när man anger gränserna för det område inom vilket tillgång till optisk strålning och personalverksamhet ska omfattas av kontroll och övervakning med hänsyn till skydd för optisk strålning. Riskavstånd kan fastställas för exponering av ögon och hud.

Information om risker med optisk strålning kan också presenteras som ett riskvärde, vilket beräknas som kvoten mellan exponeringsnivån vid ett visst avstånd och gränsvärdet för exponering vid det avståndet:

$$\text{Riskvärde (avstånd, exponeringstid)} = \frac{\text{Exponeringsnivå (avstånd, exponeringstid)}}{\text{Gränsvärde för exponering}}$$

Riskvärdet har mycket stor praktisk betydelse. Om riskvärdet är högre än 1, ger detta en vägledning om lämpliga kontrollåtgärder. Man kan antingen begränsa exponeringstiden eller strålkällans tillgänglighet (dämpning, avstånd), beroende på vad som är tillämpligt. Om riskvärdet är lägre än 1 överskrider inte gränsvärdet för exponering vid den platsen under den beaktade exponeringstiden.

Tillverkare bifogar ofta information om riskavstånd och riskvärden till produktspecifikationen. Den här informationen kan hjälpa användaren att utföra riskbedömningen och att välja lämpliga kontrollåtgärder.

8.3 Ytterligare användbar information

EN 60825-1:2007. Laser – Säkerhet – Del 1: Klassificering av utrustning samt fordringar.

IEC TR 60825-14:2004. Safety of Laser Products. Part 14: A user's guide.

EN 62471:2008. Photobiological safety of lamps and lamp systems.

EN 12198-1:2000. Maskinsäkerhet – Bedömning och reduktion av strålningsrisker förknippade med maskiner – Del 1: Allmänna principer.

EN 12198-2:2002. Maskinsäkerhet – Bedömning och reduktion av strålningsrisker förknippade med maskiner – Del 2: Mätmetoder.

EN 12198-3:2000. Maskinsäkerhet – Bedömning och reduktion av strålningsrisker förknippade med maskiner – Del 3: Reducering av strålning genom dämpning eller avskärmning.

9. Kontrollåtgärder

Hierarkin av kontrollåtgärder är baserad på principen att om en risk är identifierad, ska denna risk kontrolleras genom teknisk konstruktion. Det är bara om detta inte är möjligt som alternativt skydd ska införas. Det finns mycket få situationer där det är nödvändigt att förlita sig på personlig skyddsutrustning och administrativa förfaranden.

Valet av lämpliga åtgärder ska i alla specifika situationer alltid vägledas av resultatet av riskbedömningen. All tillgänglig information om de optiska strålkällorna och den eventuella personliga exponeringen ska samlas in. En jämförelse av informationen om strålningsexponering i utrustningens specifikationer eller av mätdata möjliggör tillsammans med tillämpliga gränsvärden för exponering i allmänhet en bedömning av en persons exponering för optisk strålning på arbetsplatsen. Syftet är att få ett entydigt resultat som anger om det är sannolikt att de tillämpliga gränsvärdena kommer att överskridas eller inte.

Om det går att tydligt fastställa att exponeringen för optisk strålning är obetydlig och att gränsvärdena för exponering inte kommer att överskridas, är ytterligare åtgärder inte nödvändiga.

Om emissionen är betydlig och/eller användningen är hög, är det möjligt att gränserna kommer att överskridas och att någon form av skyddsåtgärder kommer att krävas. Bedömningsförfarandet ska upprepas när skyddsåtgärder har vidtagits.

Det kan vara nödvändigt att upprepa mätningen och bedömningen om

- strålkällan har ändrats (t.ex. om en annan källa har installerats eller om källan används under andra driftsförhållanden),
- arbetsformen har förändrats,
- exponeringens duration har ändrats,
- skyddsåtgärder har vidtagits, avbrutits eller förändrats,
- det har gått så lång tid sedan den senaste mätningen och bedömningen att resultaten kanske inte längre är giltiga,
- en annan uppsättning gränsvärden för exponering ska tillämpas.

Kontrollåtgärder som tillämpas i konstruktions- och installationsfasen kan ge stora fördelar när det gäller säkerhet och drift. Senare tillägg av sådana kontrollåtgärder kan bli kostsamma.

9.1 Hierarki av kontrollåtgärder

Om det finns en möjlighet för exponering som överstiger gränsvärdet ska risken hanteras genom tillämpning av en kombination av lämpliga kontrollåtgärder. Följande kontrollprioriteringar är gemensamma för all riskbedömning:

- Undanröjande av risken.
- Ersättning med en process eller utrustning som är mindre farlig.
- Tekniska åtgärder.
- Administrativa kontroller.
- Personlig skyddsutrustning.

9.2 Undanröjande av risken

Är källan till farlig optisk strålning verkligen nödvändig?

Måste du verkligen ha den här belysningen PÅ?



9.3 Ersättning med en process eller utrustning som är mindre farlig

Är den farliga nivån optisk strålning nödvändig?



Måste du verkligen ha den så stark?



9.4 Tekniska åtgärder

Skulle utrustningen kunna omkonstrueras eller är det möjligt att kontrollera eller reducera den farliga optiska strålningen vid källan?

Om de högre kontrollprioriteringarna inte är möjliga bör man ge företräde åt tekniska medel för att reducera exponeringen. Administrativa kontroller kan användas i kombination med högre kontrollåtgärder. Om en reduktion av den personliga exponeringen inte är genomförbar, opraktisk eller ofullständig, ska personlig skyddsutrustning betraktas som en sista utväg.

Skyddskåpa Höljen Spärranordningar Fördröjda manöverställare	Varningsljus Ljudsignaler Fjärrkontroller Riktningssköld	Dämpare Slutare Betraktning- fönster och filtre- rade fönster Undanröjande av reflektioner
--	---	---

9.4.1 Tillträdesskydd

Tillträdesskydd kan anordnas med fasta skydd eller flyttbara skydd med spärranordningar. Fasta skydd används vanligen på delar av utrustningen som inte kräver regelbunden åtkomst och som är permanent anslutna.

Om åtkomst behövs kan ett flyttbart/öppningsbart skydd som är anslutet till processen användas.

Viktigt

Skydden ska vara lämpliga och stadiga.

De ska inte ge upphov till några ytterligare risker och de ska orsaka så få begränsningar som möjligt.

De ska inte vara lätta att kringgå eller sättas ur funktion – om det är ett fast inhägnande skydd.

De ska vara placerade på tillräckligt avstånd från riskområdet – om det är ett fast avståndsskydd.

Förhindrande av åtkomst till laserstråle.

9.4.2 Skydd genom att begränsa driften

Om man ofta behöver få åtkomst genom de fysiska skydden kan dessa lätt uppfattas som alltför begränsande, särskilt om operatören måste utföra lastning/avlastning eller anpassningsåtgärder. I detta fall är det vanligt att använda sensorer som känner av närvaron eller frånvaron av en operatör och avger ett lämpligt stoppkommando. Dessa kan klassificeras som utlösninganordningar: de begränsar inte åtkomsten utan känner av den. Den tid det tar för maskinen att uppnå säkra förhållanden avgör placeringen av eller närheten till en sensor.

9.4.3 Nödstopp

Om personal kan få åtkomst till en farlig miljö är det nödvändigt att förse utrustningen med nödstopp om någon skulle få problem medan han är i riskområdet. Nödstoppet ska reagera snabbt och stoppa all verksamhet i riskområdet. De flesta är bekanta med de röda nödstoppsknapparna med ovalförsänkt huvud. Dessa ska vara lämpligt placerade för att säkerställa att det alltid finns en inom räckhåll. Ett alternativ är griptråd kopplad till nödstoppsknappen, vilket ofta är ett bekvämare sätt att sörja för skydd i ett riskområde. Andra typer av utlösningbrytare kan placeras kring rörliga delar som känner av oväntad närhet, som t.ex. en vippströmbrytare, säkerhetsribba eller säkerhetsstav.

9.4.4 Spärranordningar

Det finns många olika typer av spärrkopplare och varje konstruktion har sina egna funktioner. Det är viktigt att man väljer rätt anordning för den aktuella tillämpningen.

Viktigt

Spärranordningar ska vara välkonstruerad och pålitlig under förutsägbara extrema förhållanden.

De ska vara fel- och manipulationssäkra.



Spärranordningens status ska vara tydlig angiven, t.ex. genom stora markeringar på deaktiveringstangenterna och varningsindikatorer på manöverbordet.

Spärranordningen ska begränsa driften när skyddsörren inte är helt stängd.

Ytterligare användbar information

- EN 953:1997 – Maskinsäkerhet – Skydd – Allmänna krav för konstruktion och tillverkning av fasta och öppningsbara skydd.
- EN 13857:2008 – Maskinsäkerhet – Skyddsavstånd för att hindra att armar och ben når in i riskområden.
- EN 349:1993 – Maskinsäkerhet – Minimiutrymmen för att undvika att kroppsdelar krossas.
- EN 1088:1995 – Maskinsäkerhet – Förreglingsanordningar för kombinerad med skydd.
- EN 60825-4:2006 – Laser – Säkerhet – Del 4: Skyddsskärmar för laser.

9.4.5 Filter och betraktningfönster

Många industriella processer kan vara helt eller delvis inneslutna. Det är sedan möjligt att övervaka processen på avstånd, via ett lämpligt betraktningfönster, optiska hjälpmedel eller tevekamera. Säkerheten kan säkerställas genom att man använder lämpliga filtermaterial för att blockera överföringen av farliga nivåer av optisk strålning. Detta innebär att man inte har något behov av att förlita sig på säkerhetsglasögon, samtidigt som det förbättrar användarsäkerheten och arbetsförhållandena.

Exemplen sträcker sig från storskaliga kontrollrum till ett betraktningfönster monterat inom en liten lokal inneslutning runt området för interaktion.

Viktigt

Filtermaterial ska vara hållbara och lämpliga.



De ska vara stöttåliga.

De får inte utgöra en risk för säker användning.



Bildpaneler i skyddat område.

Överföring av optisk strålning genom fönster och andra optiskt genomskinliga paneler ska utvärderas som en potentiell risk. Även om den optiska strålen kanske inte utgör en direkt risk för skador på näthinnan, kan tillfälliga blixtpromblem orsaka sekundära säkerhetsproblem med andra förfaranden i närheten.

9.4.6 Riktningstöd

Om rutinunderhållet kräver riktning av strålbansens komponenter ska säkra medel för att uppnå detta finnas tillgängliga. Till de exempel som kan nämnas hör de följande:

- Användning en sikt laser med lägre effekt som följer axeln av strålen med högre effekt.
- Masker eller mål.

Viktigt



Människans ögon eller hud ska aldrig användas som ett riktningstöd.

9.5 Administrativa åtgärder

Administrativa kontroller är det andra stadiet i kontrollhierarkin. De kräver vanligen att människor agerar utifrån information och är därför bara så effektiva som de åtgärder som dessa personer vidtar. De fyller dock en funktion och kan under vissa förhållanden vara den viktigaste kontrollåtgärden, t.ex. vid idrifttagning och service.

Vilka administrativa kontroller som är lämpliga beror på risken och inkluderar utnämningen av personer som en del i strukturen för säkerhetshantering, begränsning av åtkomst, skyltar och märkning samt förfaranden.

Det är god praxis att skapa formella system för en integrerad strategi för säkerhetshantering av den optiska strålningen. Dessa system ska dokumenteras för att registrera vilka åtgärder som har vidtagits och varför. Denna dokumentation kan också vara värdefull vid eventuella olycksutredningar. Dokumentationen kan innehålla följande uppgifter:

- En förklaring om säkerhetspolicyn för optisk strålning.
- En sammanfattning av de viktigaste organisatoriska systemen (vilka personer som utnämnts för varje position och vad som förväntas av dem).
- En dokumenterad kopia av riskbedömningen.
- En handlingsplan med en detaljerad beskrivning av de tilläggskontroller som identifierats genom riskbedömningen och en tidsplan för deras genomförande.
- En sammanfattning av de kontrollåtgärder som vidtagits och en kortfattad motivering för varje åtgärd.
- En kopia av alla specifika skriftliga system eller lokala regler som gäller arbete i det kontrollerade området för optisk strålning.
- Ett register över behöriga användare.
- En plan för upprätthållande av kontrollåtgärderna. Denna plan kan inkludera scheman för positiva åtgärder som krävs för att upprätthålla eller testa kontrollåtgärderna.
- Information om formella system för att hantera samverkan med externa aktörer, som t.ex. servicetekniker.
- Information om beredskapsplaner.
- En revisionsplan.
- Kopior av revisionsrapporter.
- Kopior av relevant korrespondens.

Det bör vara normal praxis att regelbundet granska programmets effektivitet (t.ex. årligen), mot bakgrund av revisionsrapporterna samt ändringar i lagstiftning och standarder.

9.5.1 Lokala regler

Om man vid riskbedömningen identifierat en potential för exponering för farliga nivåer av optisk strålning är det lämpligt att införa ett system med skriftliga säkerhetsanvisningar (eller lokala regler), för att reglera hur arbetet med optisk strålning utförs. Dessa anvisningar ska innehålla en beskrivning av området, kontaktuppgifter

till en konsult för optisk strålning (se 9.5.4), information om vem som har behörighet att använda utrustningen, information om eventuella krav på provning före användning, en skiss över riskerna, samt information om beredskapsplaner.

De lokala reglerna bör normalt vara tillgängliga i de områden som de avser och de bör utfärdas till alla som påverkas av dem.

9.5.2 Kontrollerat område

Det kan vara nödvändigt att utse ett kontrollerat område där åtkomst till optisk strålning i nivåer som överskrider gränsvärdena för exponering är sannolik. Ett kontrollerat område ska vara ett område till vilket åtkomsten är begränsad, med undantag för behöriga personer. Detta ska helst göras med fysiska medel, t.ex. genom användning hela rummets väggar och dörrar. Området kan begränsas av lås, sifferknappar eller skärmar.

System för införs för ledningens formella auktorisering av användare. Det ska finnas ett formellt förfarande för utvärdering av personalens lämplighet före auktorisation. Förfarandet ska inkludera en bedömning av deras utbildning, kompetens och kunskap om de lokala reglerna. Resultatet av denna bedömning ska registreras och namnen på alla behöriga användare ska nedtecknas i ett formellt register.

9.5.3 Säkerhetsskyltar och meddelanden

Säkerhetsskyltar och meddelanden är en viktig del av alla system för administrativa kontroller. Säkerhetsskyltar är effektiva bara om de är tydliga och entydiga, samt uppsatta enbart när det är lämpligt – i annat fall ignoreras de ofta.

Varningsskyltar kan innehålla information om den typ av utrustning som används. Om det finns krav på att personalen ska använda personlig skyddsutrustning ska även detta anges.

Varningsskyltar är mycket effektivare om de visas bara när utrustningen används. Alla säkerhetsskyltar ska placeras i ögonhöjd för att ges maximal synlighet.



Typiska skyltar som används i arbetsmiljön för att erinra om risker och rekommendera användning av personlig skyddsutrustning. Alla säkerhetsskyltar ska uppfylla kraven i direktiv 92/58/EEG om varselmärkning och signaler.

9.5.4 Utnämningar

Optisk strålningssäkerhet ska hanteras genom samma system för hantering av hälsa och säkerhet som alla andra potentiellt farliga verksamheter. Detaljerna i hur systemet är organiserat kan variera i enlighet med organisationens storlek och struktur.

För många tillämpningar kan det vara så att utbildning av en expert på säkerhetshantering av optisk strålning inte är motiverad. Det kan dessutom vara svårt för personalen att hålla sig uppdaterad när det gäller optisk strålningssäkerhet om de sällan behöver använda sina kunskaper. En

del företag använder sig därför av rådgivning från externa konsulter på området för optisk strålningssäkerhet. Dessa konsulter kan ge rekommendationer om följande frågor:

- Tekniska kontrollösningar.
- Skriftliga förfaranden för säker användning av utrustningen samt driftsmässiga och yrkesmässiga säkerhetsåtgärder.
- Val av personlig skyddsutrustning.
- Personalutbildning.

För att övervaka de dagliga aspekterna av optisk strålningssäkerhet på en arbetsplats kan det vara lämpligt att utse en tillräckligt kunnig medarbetare i personalen.

9.5.5 Utbildning och samråd

9.5.5.1 Utbildning

Enligt artikel 6 ska arbetstagare som utsätts för risker på grund av artificiell optisk strålning (och/eller deras representanter) få information och utbildning. Denna information och utbildning ska särskilt gälla följande områden:

Åtgärder som vidtas för att genomföra direktivet.
Gränsvärden för exponering och därmed sammanhängande potentiella risker.
Resultaten av de bedömningar, mätningar och/eller beräkningar av exponeringsnivåerna för artificiell optisk strålning som har gjorts i enlighet med artikel 4 i direktivet, med en förklaring av deras innebörd och potentiella risker.
Hur exponeringens skadliga inverkan på hälsan upptäcks och hur den ska rapporteras.
Under vilka omständigheter arbetstagare har rätt till hälsokontroller.
Säkra arbetsrutiner för att minimera riskerna i samband med exponering.
Korrekt användning av lämplig personlig skyddsutrustning.

Det föreslås att utbildningsnivå ska stå i proportion till risken för exponering för artificiell. Om alla strålkällor betraktas som "triviala" är det lämpligt att informera arbetstagarna och/eller deras representanter om detta. Arbetstagarna eller deras representanter ska dock informeras om att det kan finnas särskilt känsliga riskgrupper och om förfarandet för att hantera dessa.

Om det är sannolikt att den tillgängliga artificiella optiska strålningen på arbetsplatsen överskrider

gränsvärdet för exponering ska formell utbildning övervägas, kanske även utnämmandet av arbetstagare till specifika funktioner. Om det är nödvändigt att fastställa utbildningsnivå ska arbetsgivaren ta hänsyn till följande faktorer:

Personalens sakkunskaper och aktuella medvetenhet om riskerna med artificiell optisk strålning.
Befintliga riskbedömningar och slutsatserna av dessa.
Om arbetstagarna ska vara skyldiga att hjälpa till med riskbedömningarna eller granskningen av dessa.
Om arbetsplatsen är statisk och riskerna formellt har bedömts vara godtagbara eller om miljön ofta genomgår förändringar.
Om arbetsgivaren har tillgång till extern expertis som kan hjälpa till med riskhanteringen.
Arbetstagare som är nya på arbetsplatsen eller inte tidigare arbetat med artificiell optisk strålning.

Det är viktigt att riskerna nyanseras. Krav på formell utbildning för användningen av laserpekare i klass 2 är t.ex. inte motiverad. Utbildning för arbetstagare som använder lasrar i klasserna 3B och 4 samt icke-koherenta strålkällor i riskgrupp 3 är nästan alltid nödvändig. Det går dock inte att fastställa en särskild längd på ett utbildningsprogram eller hur detta ska genomföras. Detta är skälet till att riskbedömning är så viktig.

Idealet är att behovet av utbildning och det sätt som denna ska genomföras på identifieras innan källan till den artificiella optiska strålningen tas i bruk.

9.5.5.2 Samråd

I artikel 7 i direktivet hänvisas till de allmänna kraven i artikel 11 i direktiv 89/391/EEG.

Artikel 11

Samråd med och medverkan av arbetstagare

1. Arbetsgivarna skall inhämta synpunkter från arbetstagarna och/eller deras representanter och låta dem delta i diskussioner om alla frågor som gäller säkerhet och hälsa på arbetsplatsen.

Detta förutsätter

- överläggningar med arbetstagarna,
- rätt för arbetstagarna och/eller deras representanter att lägga fram förslag,
- avvägd medverkan i enlighet med nationell lagstiftning och/eller praxis.

2. Arbetstagare eller arbetstagarrepresentanter med särskilt ansvar för skyddsfrågor skall ges rätt till avvägd medverkan i enlighet med nationell lagstiftning och/eller praxis, eller rådfrågas i förväg och i god tid beträffande

- a) varje åtgärd som på ett väsentligt sätt kan påverka arbetsmiljön,
- b) utseende av arbetstagare enligt artikel 7.1 eller 8.2 och den verksamhet som avses i artikel 7.1,
- c) den information som åsyftas i artiklarna 9.1 och 10,
- d) i förekommande fall, anlåtande av tjänster eller personer utifrån enligt artikel 7.3,
- e) den planering och uppläggning av utbildningen som avses i artikel 12.

3. Arbetstagarrepresentanter med särskilt ansvar för skyddsfrågor skall ha rätt att anmoda arbetsgivaren att vidta lämpliga åtgärder och lägga fram förslag i syfte att minska riskerna för arbetstagarna och/eller undanröja källan till faran.

4. De arbetstagare, som avses i punkt 2, och de arbetstagarrepresentanter, som avses i punkterna 2 och 3, får inte missgynnas på något sätt på grund av sin verksamhet enligt punkterna 2 och 3.

5. Arbetsgivare måste ge arbetstagarrepresentanter med särskilt ansvar för skyddsfrågor tillräcklig ledighet med bibehållen lön och förse dem med tillräckliga resurser för att de skall kunna utöva de rättigheter och fullgöra de uppgifter, som följer av detta direktiv.

6. I överensstämmelse med nationell lagstiftning och/eller praxis har arbetstagare och/eller arbetstagarrepresentanter rätt att vända sig till den arbetsmiljöansvariga myndigheten med klagomål, om de anser att de åtgärder som arbetsgivaren vidtagit inte är tillräckliga för att uppnå säkerhet och hälsa på arbetsplatsen.

Arbetstagarrepresentanter skall ges tillfälle att lägga fram sina iakttagelser i samband med inspektionsbesök av den behöriga myndigheten.

I standarden IEC TR 60825-14: 2004 rekommenderas krav på minimiutbildning av laseranvändare.

I standarden EN 60825-2: 2004 specificeras tilläggskrav för användare som arbetar med fiberoptiska kommunikationssystem.

I standarden EN 60825-12: 2004 specificeras tilläggskrav för användare som arbetar med trådlösa kommunikationssystem.

CLC/TR 50448: 2005 innehåller en guide till de kompetensnivåer som krävs inom lasersäkerhet.

9.6 Personlig skyddsutrustning

Reducering av oavsiktlig exponering för optisk strålning ska ingå i utrustningens konstruktionsbeskrivning. Exponering för optisk strålning ska reduceras så mycket som det är praktiskt möjligt. Detta ska göras med hjälp av fysiska skydd, som t.ex. tekniska kontroller. Personlig skyddsutrustning ska användas bara när tekniska och administrativa kontroller inte är möjliga eller är ofullständiga.

Syftet med personlig skyddsutrustning är att reducera den optiska strålningen till en nivå som inte orsakar skadliga hälsoeffekter hos den individ som är exponerad. Optiska strålningsskador är inte alltid uppenbara när exponeringen inträffar. Det ska noteras att exponeringsgränserna är våglängdsberoende, vilket betyder att den grad av skydd som den personliga skyddsutrustningen ger också kan vara beroende av våglängden.

Även om det är mindre sannolikt att en akut hudskada på grund av exponering för optisk strålning påverkar individens livskvalitet, ska man vara medveten om att sannolikheten för hudskador kan vara hög, särskild för händer och ansikte. Exponering av huden för optisk strålning under 400 nm, som kan öka risken för hudcancer, är ett särskilt viktigt problem.

Viktigt

Personlig skyddsutrustning ska vara lämplig för den berörda risken, utan att i sig leda till någon ökad risk.

Personlig skyddsutrustning ska vara lämplig för förhållandena på arbetsplatsen.

Personlig skyddsutrustning ska vara utformad i enlighet med ergonomiska krav och arbetstagarens hälsotillstånd.

9.6.1 Skydd mot andra risker

Följande icke-optiska risker ska också beaktas när man väljer lämplig personlig skyddsutrustning för att skydda mot exponering för optisk strålning:

- Stötar
- Penetration
- Tryck
- Kemikalier
- Värme/kyla
- Skadligt damm
- Biologiska
- Elektricitet

Exempel ges i tabellen nedan.

Personlig skyddsutrustning	Funktion
Ögonskydd: säkerhetsglasögon, skyddsglasögon, ansiktsskärmar och visir	Ögonskydd ska göra det möjligt för arbetstagaren att se allt i arbetsområdet, men begränsa den optiska strålningen till godtagbara nivåer. Valet av lämpligt ögonskydd är beroende av flera faktorer, inklusive våglängd, effekt/energi, optisk täthet, behov av glasögon, bekvämlighet, etc.
Skyddskläder och skyddshandskar	Optiska strålkällor kan utgöra en brandrisk och skyddskläder kan vara nödvändiga. Utrustning som avger UV-strålning kan utgöra risk för hudskador och huden ska vara täckt med hjälp av lämpliga skyddskläder och skyddshandskar. Handskar ska bäras vid arbete med kemiska eller biologiska ämnen. Skyddskläder eller skyddshandskar kan krävas i tillämpningspecifikationerna.
Andningsutrustning	Rök eller damm som är giftigt och skadligt uppstå under bearbetning. Andningsutrustning kan vara nödvändig att använda i nödsituationer.
Öronskydd	Buller kan vara en risk vid en del industriella tillämpningar.

9.6.2 Ögonskydd

Ögonen är utsatta för risken att skadas av optisk strålning om exponeringen gränsvärdena för exponering. Om andra åtgärder inte räcker till för att kontrollera risken för exponering av ögonen över tillämpliga gränsvärden ska det ögonskydd som rekommenderas av utrustningens tillverkare eller av en konsult på området för optisk strålningssäkerhet bäras. Detta ögonskydd ska vara särskilt konstruerat för våglängderna och deras effekt.

Skyddsglasögon ska vara tydligt märkta med våglängdsintervall och motsvarande skydds nivå. Detta är särskilt viktigt om det finns flera källor som kräver olika typer av skyddsglasögon, som t.ex. lasrar med olika våglängd som kräver egna unika glasögon. Det rekommenderas dessutom att en entydig och stabil metod för märkning av säkerhetsglasögon ska användas för att säkerställa att det finns ett tydligt samband mellan den särskilda utrustning för vilken den personliga skyddsutrustningen har fastställts.

Nivån på den dämpning av den optiska strålningen som skyddsglasögonen ger i det spektrala området ska vara minst så hög att den sänker exponeringsnivån under de tillämpliga gränsvärdena för exponering.

Ljustransmittans och färgen på miljön sedd genom skyddsfiltren är viktiga egenskaper hos glasögon och kan påverka användarens förmåga att utföra de åtgärder som krävs utan att riskera den icke-optiska strålningssäkerheten.

Skyddsglasögon ska förvaras på ett korrekt sätt, rengöras regelbundet och omfattas av ett fastställt inspektionssystem.

Överväganden vid val av ögonskydd

Fråga: Skydds nivå	→ Välj ögonskydd med dämpningen > exponeringsnivå / gränsvärden för exponering
Fråga: Ljustransmittans? Synkvalitet?	→ Välj ögonskydd med en ljustransmittans >20 %. Om det inte finns, öka ljusnivån. Kontrollera att det inte finns repor och läckage på filtren.
Fråga: Färgperception av arbetsmiljön?	→ Kontrollera att utrustningskontroller och varningsskyltar syns tydligt genom ögonskyddet.
Fråga: För många reflektioner?	→ Undvik spegelblank yta eller högglossiga filter och bågar.
Fråga: Om ögonskyddet drivs av huvudledning eller batterier och strömmen bryts, upphör dess skyddande effekt?	→ Välj filter som ger maximal dämpning när det inte får strömförsörjning.

9.6.3 Hudskydd

Vid yrkesmässig exponering för optisk strålning är de områden av huden som oftast är utsatt för risk händerna, ansiktet, huvudet och halsen, eftersom andra områden normalt täcks av arbetskläder. Händerna kan skyddas genom att man bär skyddshandskar med låg transmittans av farlig optisk strålning. Ansiktet kan skyddas med ett absorberande ansiktsskydd eller visir, vilket också kan skydda ögonen. Lämplig huvudbonad skyddar huvud och hals.



9.7 Ytterligare användbar information

Rådets direktiv 89/656/EEG om minimikrav för säkerhet och hälsa vid arbetstagares användning av personlig skyddsutrustning på arbetsplatsen.

9.7.1 Grundläggande standarder

- EN 165:2005. Ögonskydd – Terminologi.
- EN 166:2002. Ögonskydd – Fordringar och specifikationer.
- EN 167:2002. Ögonskydd – Optiska provningsmetoder.
- EN 168:2002. Ögonskydd – Icke-optiska provningsmetoder.

9.7.2 Standarder enligt produkttyp

- EN 169:2002. Ögonskydd – Filter vid svetsning och besläktade förfaranden – Fordringar på transmittans.
- EN 170:2002. Ögonskydd – Filter mot ultraviolett strålning – Fordringar på transmittans.
- EN 171:2002. Ögonskydd – Filter mot infraröd strålning – Fordringar på transmittans.

9.7.3 Svetsning

- EN 175:1997. Personligt skydd – Ögon- och ansiktsskydd vid svetsning och likartat arbete.
- EN 379:2003. Ögonskydd – Automatiska svetsfilter.
- EN 1598:1997. Hälsa och säkerhet vid svetsning och besläktade metoder – Genomskinliga svetsdraperier, remsor och skärmar för bågsvetmetoder.

9.7.4 Laser

- EN 207:1998. Ögonskydd – Filter mot laserstrålning.
- EN 208:1998. Ögonskydd – Filter för användning under justering av lasrar och lasersystem.

9.7.5 Intensiva ljuskällor

- 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. Hantering av olyckstillbud

Inom ramen för denna handbok inkluderar olyckstillbud situationer då någon skadas eller blir sjuk (olyckor), samt tillbud eller oönskade omständigheter (incidenter).

Om kollimerade laserstrålar används är risken att exponeras för laserstrålen normalt låg, men konsekvenserna kan vara allvarliga. För icke-koherenta källor till artificiell optisk strålning kan risken för exponering i stället vara hög, medan konsekvenserna är mindre allvarliga.

Det föreslås att beredskapsplaner utarbetas för att hantera rimligt förutsägbara olyckstillbud som inbegriper artificiell optisk strålning. Detaljnivån och komplexiteten är beroende av risken. Det är sannolikt att arbetsgivaren har allmänna beredskapssystem, vilket innebär att det finns fördelar med att använda liknande strategier för optisk strålning.

Det föreslås att detaljerade beredskapsplaner ska utarbetas för arbetsverksamheter där tillgång till optisk strålning från följande källor är sannolik:

Lasrar i klass 3B

Lasrar i klass 4

Riskgrupp 3 Icke-koherenta källor

Beredskapsplanerna ska behandla åtgärder och ansvarsområden i händelse av följande händelser:

En arbetstagare utsätts för faktisk exponering som överskrider gränsvärdena för exponering.

En arbetstagare misstänks ha utsatts för exponering som överskrider gränsvärdena för exponering.

11. Hälsokontroll

I artikel 8 i direktivet beskrivs kraven för hälsokontroll, med hänvisning till de allmänna kraven i direktiv 89/391/EEG. Vilka uppgifter som ska ingå i en hälsokontroll beror sannolikt på nationella krav. Det förslag som läggs fram i detta kapitel är därför mycket allmänt hållet.

Kraven i den artikeln ska beaktas mot bakgrund av över 100 år av arbetstagares exponering för artificiell optisk strålning. Antalet rapporterade skadliga hälsoeffekter är lågt och begränsat till ett fåtal industrier, där kontrollåtgärder vanligen har genomförts för att ytterligare sänka incidenstalen.

Med anledning av uppfinnandet av lasern publicerades rekommendationer om rutinmässiga ögonundersökningar av personer som arbetar med lasrar. Nästan 50 års erfarenhet har dock visat att sådana undersökningar inte har något värde som en del i ett program för hälsokontroll och kan medföra ytterligare risker för arbetstagaren.

Arbetstagare som utsätts för exponering för artificiell optisk strålning på arbetsplatsen ska inte omfattas av ögonundersökningar före och efter anställning, eller av rutinundersökningar bara för att de utför sådant arbete. På samma sätt kan hudundersökningar vara till gagn för arbetstagarna, men de är vanligen inte motiverade enbart på grundval av rutinmässig exponering för artificiell optisk strålning.

11.1 Vem ska utföra hälsokontrollen?

Hälsokontrollen ska utföras av

- en läkare,
- en sakkunnig inom företagshälsovården, eller
- en medicinsk myndighet som är ansvarig för hälsokontroller i enlighet med nationell lagstiftning och praxis.

11.2 Journaler

Medlemsstaterna har ansvaret för att anta bestämmelser för att säkerställa att det upprättas enskilda journaler

och att dessa hålls aktuella. Journalerna ska innehålla en sammanfattning av resultaten från hälsokontrollerna.

Journalerna ska ha sådan form att de kan användas vid en senare tidpunkt, med beaktande av tystnadsplikt.

Den enskilda arbetstagaren ska på begäran få tillgång till sin journal.

11.3 Läkareundersökning

Om man misstänker eller vet att en arbetstagare har exponerats för artificiell optisk strålning över gränsvärdet för exponering ska denne beredas möjlighet att genomgå läkarundersökning.

Läkarundersökning ska utföras om det visar sig att en arbetstagare har drabbats av en identifierbar sjukdom eller skadlig inverkan på hälsan som anses bero på exponering för artificiell optisk strålning.

En utmaning vid uppfyllandet av detta krav är att många skadliga hälsoeffekter kan bero på exponering för naturlig optisk strålning. Det är därför viktigt att den person som utför läkarundersökningen känner till potentiellt skadliga hälsoeffekter från specifika källor till exponering för artificiell optisk strålning på arbetsplatsen.

11.4 Åtgärder om gränsvärdena för exponering överskrids

Om gränsvärdena för exponering tros ha överskridits, eller om den skadliga inverkan på hälsan eller den identifierbara sjukdomen anses bero på exponering för artificiell optisk strålning på arbetsplatsen, ska följande åtgärder vidtas:

- Arbetstagaren ska informeras om resultatet.
- Arbetstagaren ska erhålla information och råd om uppföljande hälsokontroller.
- Arbetsgivaren ska informeras, med beaktande av eventuell tystnadsplikt.

- Arbetsgivaren ska se över riskbedömningen.
- Arbetsgivaren ska se över befintliga kontrollåtgärder (vilket kan innebära konsultering av specialist).
- Arbetsgivaren ska anordna de fortlöpande hälsokontroller som är nödvändiga.

Bilaga A. Egenskaper hos optisk strålning

Ljus är ett vardagsexempel på optisk strålning – artificiell optisk strålning om det avges av en lampa. Termen "optisk strålning" används därför att ljus är en form av elektromagnetisk strålning och därför att det har effekter på ögat – dvs. det tränger in i ögat, fokuseras och upptäcks.

Ljus förekommer i ett spektrum av färger, från lila och blå färger via gröna och gula till orange och röda. De färger som vi uppfattar i ljus bestäms av de våglängder som finns i ljusspektrumet. Kortare våglängder uppfattas som bedrägliga i den blå delen av spektrumet. Det är praktiskt att se ljus som en ström av masslösa partiklar, så kallade fotoner, och var och en av dessa har en karakteristisk våglängd.

Spektrumet för elektromagnetisk strålning räcker långt bortom de våglängder som vi kan se. Infraröd strålning, mikrovågsstrålning och radiovågor är exempel på elektromagnetisk strålning med allt längre våglängder. Ultraviolet strålning, röntgenstrålar och gammastrålar har allt kortare våglängder.

Våglängden hos elektromagnetisk strålning kan användas för att fastställa annan användbar information om strålningen.

När elektromagnetisk strålning interagerar med ett material är det sannolikt att den deponerar en del energi vid interaktionspunkten. Detta kan leda till viss påverkan på materialet. Synligt ljus som kommer till näthinnan deponerar t.ex. tillräckligt mycket energi för att framkalla biokemiska signaler, vilket producerar en signal som skickas via synnerven till hjärnan. Den tillgängliga energimängden för sådan interaktion beror både på strålningsstorheten och på hur mycket energi strålningen råkar ha. Den tillgängliga mängden energi i elektromagnetisk strålning kan vara relaterad till våglängden. Ju kortare våglängd,

desto mer energi har strålningen. Följaktligen har blått ljus mer energi än grönt ljus, som i sin tur har mer energi än rött ljus. Ultraviolet strålning har mer energi än någon synlig våglängd.

Strålningens våglängd avgör också i vilken grad den penetrerar och interagerar med kroppen. UVA överförs t.ex. till näthinnan mindre effektivt än grönt ljus.

En del av de osynliga delarna av det elektromagnetiska spektrumet ingår i begreppet "optisk strålning". Dessa delar är de ultravioletta och infraröda spektralområdena. Även om de inte kan ses (näthinnan har inga detektorer för dessa våglängder), kan delar av dessa spektralområden i högre eller mindre grad penetrera ögat. Av praktiska skäl delas spektrumet för optisk strålning in enligt våglängder, i enlighet med följande:

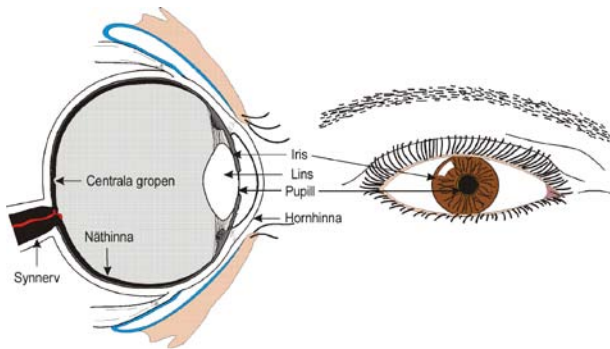
Ultraviolet "C" (UVC)	100–280 nm.
UVB	280–315 nm.
UVA	315–400 nm.
Synlig	380–780 nm.
Infraröd "A" (IRA)	780–1 400 nm.
IRB	1 400–3 000 nm.
IRC	3 000–1 000 000 nm (3 µm–1 mm).

Direktivet innehåller gränsvärden för exponering som omfattar spektralområdet 180–3 000 nm för icke-koherent optisk strålning och från 180 nm till 1 mm för laserstrålning.

Bilaga B. Biologiska effekter av optisk strålning på ögon och hud

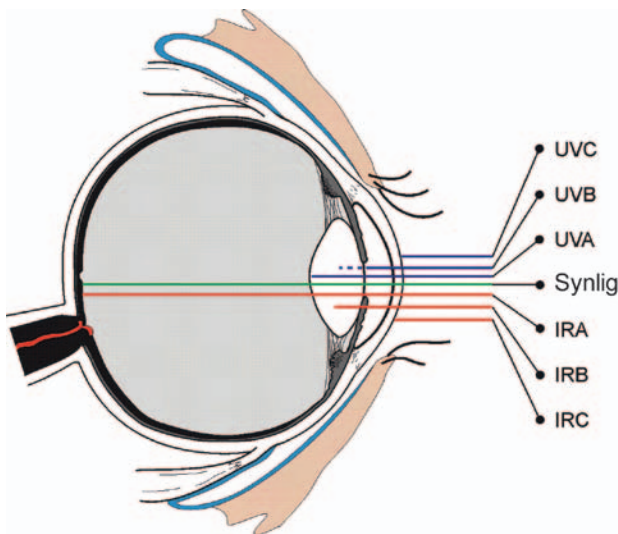
B.1 Ögon

Bild B.1 Ögats struktur



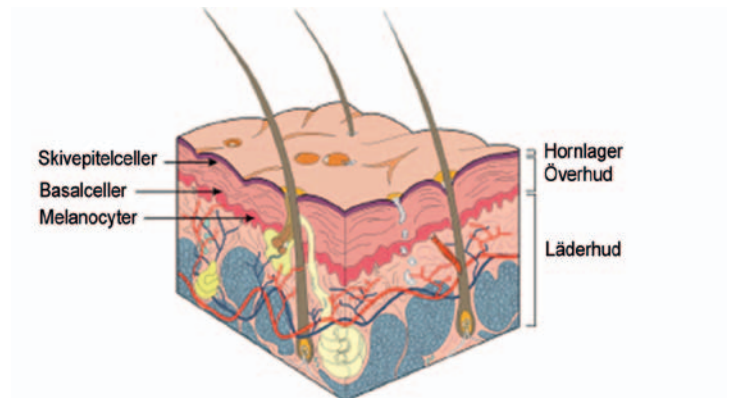
Ljus som kommer in i ögat passerar genom hornhinnan, kammarvatten, sedan genom en varierande öppning (pupillen) och sedan genom linsen och glaskroppen för att fokuseras på näthinna. Synnerven bär signaler från näthinnsans fotoreceptorer till hjärnan.

Bild B.2 Olika våglängders penetrering av ögat



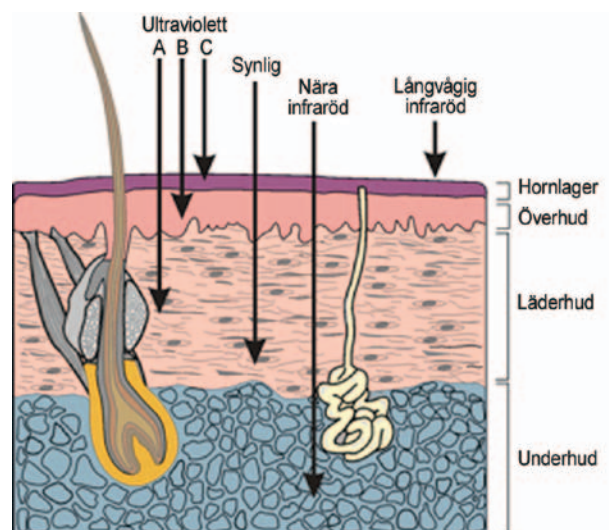
B.2 Hud

Bild B.3 Hudens struktur



Hudens yttre lager, överhuden, innehåller främst keratinocyter (skvamösa celler), som produceras i det basala lagret och stiger till ytan för att sedan avstötas. Läderhuden (dermis) består huvudsakligen av kollagena fibrer och innehåller nervändar, hårfolliklar och blodkärl.

Bild B.4 Olika våglängders penetrering av huden



B.3 Biologisk effekt av olika våglängder på ögon och hud

B.3.1 Ultraviolett strålning:
UVC (100–280 nm),
UVB (280–315 nm),
UVA (315–400 nm).

Effekter på huden

En stor del av den ultravioletta strålning som träffar huden absorberas i överhuden, även om penetreringen ökar markant vid längre våglängder av UVA.

Allt för mycket kortvarig exponering för UV-strålning orsakar erytem, hudrodnad, och svullnad. Symptomen kan vara allvarliga och den högsta effekten inträffar 8–24 timmar efter exponeringen, varefter den minskar under 3–4 dagar för att sedan följas av torrhet och flagnig. Detta kan följas av ökad hudpigmentering (fördröjd solbränna). Exponering för UVA-strålning kan också orsaka omedelbar men tillfällig förändring av hudpigmenteringen (omedelbara pigmentfläckar).

En del människor har abnorma hudreaktioner vid exponering för ultraviolett strålning (ljuskänslighet). Detta beror på genetiska, metaboliska eller andra abnormaliteter, eller på intag eller kontakt med vissa läkemedel eller kemikalier.

Den allvarligaste långvariga effekten av UV-strålning är framkallande av hudcancer. De icke-melanoma formerna av hudcancer är basalcellskarcinom och skivepitelcellkarcinom. De är relativt vanliga hos vita människor, även om de sällan är dödliga. De inträffar för det mesta på solexponerade delar av kroppen, som ansikte och händer, och förekomsten ökar med åldern. Epidemiologiska undersökningar visar att risken för båda dessa typer av hudcancer kan hänföras till ackumulerad exponering för UV-strålning, även om evidensen är starkare för basalcellskarcinom. Malignt melanom är den främsta orsaken till dödsfall på grund av hudcancer, även om incidensen är lägre än för de icke-melanoma formerna. En högre incidens konstateras hos människor med ett stort antal födelsemärken, de med ljus hy, rött eller blont hår och de med en tendens att få fräcknar, bränna sig i solen eller som inte blir bruna vid exponering för solen. Akuta episoder av solbränna vid exponering för solen samt kronisk exponering på arbetsplatsen eller fritiden kan bidra till risken för malignt melanom.

Kronisk exponering för ultraviolett strålning kan även orsaka förtidigt åldrad hud, som kännetecknas av ett läderartat rynkigt utseende och förlust av elasticitet. UVA-våglängder är mest effektiva, eftersom de kan tränga ner till läderhudens kollagen- och elastinfibrer. Det finns också fynd som tyder på att exponering för ultraviolett strålning kan påverka immunförsvaret.

Den viktigaste välgörande effekten av exponering för ultraviolett strålning som man känner till är syntesen av vitamin D. Kort exponering av solljus i vardagen ger tillräckligt mycket vitamin D även om intaget via kosten är otillräckligt.

Effekter på ögat

Infall av ultraviolett strålning på ögat absorberas av hornhinnan och linsen. Hornhinnan och bindhinnan absorption är stark vid våglängder under 300 nm. UVC absorberas i de yttre skikten av hornhinnan och UVB absorberas av hornhinnan och linsen. UVA passerar genom hornhinnan och absorberas i linsen.

Det mänskliga ögats reaktion på akut överexponering för ultraviolett strålning inkluderar fotokeratit och fotokonjunktivit (inflammation i hornhinnan respektive bindhinnan), vilket är mer känt som snöblindhet och svetsarblänk. Symptomen varierar från mild irritation, ljuskänslighet och tårbildning till svår smärta. De uppträder inom 30 minuter till ett dygn beroende på exponeringens intensitet och går vanligen tillbaka inom några dagar.

Kronisk exponering för UVA och UVB kan orsaka katarakter på grund av proteinförändringar i linsen eller ögat. Mycket lite ultraviolett strålning (mindre än 1 % UVA) tränger normalt igenom näthinnan på grund av absorption genom ögats främre vävnader. Det finns dock människor som inte har någon naturlig lins på grund av kataraktkirurgi, och om det inte finns ett implantat av en konstgjord lins som absorberar den kan linsen skadas av den ultravioletta strålning (vid våglängder så korta som 300 nm) som tränger in i ögat. Den här skadan är resultatet av fotokemiskt producerade fria radikaler som angriper näthinnans cellstrukturer. Näthinnan är normalt skyddad mot akut skada genom ofrivilliga skyddsmekanismer vid synligt ljus, men ultraviolett strålning framkallar inte dessa reaktioner. Hos människor som saknar lins som absorberar ultraviolett strålning är därför risken högre för att drabbas av näthinneskador om de arbetar med ultravioletta strålkällor.

Kronisk exponering för ultraviolett strålning är en stor bidragande faktor vid utvecklingen av störningar i hornhinnan och bindhinnan, som droppöga (ackumulering av gula/bruna utfällningar i bindhinnan och hornhinnan), pterygium (överväxt av vävnad som kan sprida sig över hornhinnan) och sannolikt pinguecula (gul förtjockning i bindhinnan vid hornhinnans kant).

B.3.2 Synlig strålning

Effekter på huden

Synlig strålning (ljus) penetrerar huden och kan höja den lokala temperaturen tillräckligt mycket för att orsaka brännskador. Kroppen anpassar sig till gradvisa temperaturökningar genom att öka blodflödet (som leder bort värmen) och perspirationen. Om strålningen inte är tillräckligt stark för att orsaka en akut brännskada (inom 10 s eller mindre), kommer den som exponeras att skyddas av naturliga skyddsmekanismer mot värme.

Vid långa exponeringstider är värmebelastning av termisk stress (höjd kroppstemperatur) den främsta skadliga effekten. Även om detta inte specifikt omfattas av direktivet, måste hänsyn tas till miljötemperatur och arbetsbelastning.

Effekter på ögonen

Eftersom ögonen agerar för att samla in och fokusera synlig strålning är näthinnan utsatt för större risk än huden. Att se mot en stark ljuskälla kan orsaka skador på näthinnan. Om skadan är i fovea, t.ex. om man tittar rakt in i en laserstråle, kan det leda till svåra synhandikapp. Till de naturliga skyddsmekanismerna hör motvilja mot starkt ljus. Skyddsmekanismen träder i funktion inom ungefär 0,25 s: pupillen drar ihop sig och kan reducera irradians på näthinnan med en faktor på 30; huvudet kan ofrivilligt vridas bort.

Höjningar av näthinnans temperatur med 10–20 °C kan leda till bestående skador på grund av denaturering av proteiner. Om strålkällan täcker en stor del av synfältet så att näthinnebildningen är stor, är det svårt för näthinnecellerna i bildens centrala område att snabbt avge värme.

Synlig strålning kan förorsaka samma typ av fotokemiskt framkallad skada som ultraviolett strålning (även om motviljan mot starkt ljus kan fungera som en

skyddsmekanism). Den här effekten är mest uttalad vid synliga våglängder på ungefär 435–440 nm och kallas därför ibland "blåljusrisk". Kronisk exponering för höga bakgrunds nivåer av synligt ljus kan vara orsaken till fotokemiska skador på näthinnans celler, vilket leder till dåligt färg- och mörkerseende.

Om strålning tränger in i ögat i en väsentligen parallell stråle (dvs. mycket låg divergens från en avlägsen källa eller en laser) kan den avbildas på näthinnan på en mycket liten yta, vilket innebär att effekten blir oerhört koncentrerad och leder till allvarliga skador. Fokuseringsprocessen skulle i teorin öka irradiansen på näthinnan upp till 500 000 gånger jämfört med den som infaller på ögat. De flesta laserskador är brännskador: pulsade högeffekt-lasrar kan producera en så snabb temperaturhöjning att cellerna bokstavligen exploderar.

B.3.3 IRA

Effekter på huden

IRA penetrerar flera millimetrar in i vävnaden, det vill säga in i läderhuden, och kan ge samma termiska effekter som synlig strålning.

Effekter på ögonen

IRA fokuseras i likhet med synlig strålning också av hornhinnan och linsen och överförs till näthinnan. Där kan den orsaka samma typ av termisk skada som synlig strålning. Näthinnan upptäcker dock inte IRA, vilket betyder att det inte finns något skydd genom naturliga skyddsmekanismer. Spektralområdet från 380 nm till 1 400 nm (synlig strålning och IRA) kallas ibland "riskområdet för skador på näthinnan".

Kronisk exponering för IRA kan även framkalla katarakter.

IRA:s fotoner har inte tillräckligt mycket energi för att det ska finnas någon risk för fotokemiskt framkallade skador.

B.3.4 IRB

Effekter på huden

IRB penetrerar mindre än 1 mm in i vävnaden och kan ge samma termiska effekter som synlig strålning och IRA.

Effekter på ögonen

Vid våglängder på ungefär 1 400 nm är kammarvattnet en mycket stark absorbant. Längre våglängder dämpas av kammarvattnet, vilket betyder att näthinnan är skyddad. Uppvärmning av kammarvattnet och regnbågshinnan (iris) kan höja temperaturen i den närliggande vävnaden, inklusive linsen, som inte har blodkärl och därför inte kan kontrollera sin temperatur. Tillsammans med direkt absorption av IRB genom linsen orsakar detta katarakter, vilket har varit en stor yrkessjukdom bland många grupper, framför allt glasblåsare och kättingsmeder.

B.3.5 IRC

Effekter på huden

IRC penetrerar bara det allra översta lagret av döda hudceller (hornlagret). Starka lasrar, som kan avlägsna hornlagret och skada underliggande vävnad, är den all-

varligaste akuta risken i IRC-området. Skademekanismen är huvudsakligen termisk, men högeffektlasrar kan orsaka mekaniska och akustiska skador.

Liksom vid våglängder för synlig strålning, IRA och IRB måste hänsyn tas till värmebelastning och obehag av termisk stress.

Effekter på ögonen

IRC absorberas av hornhinnan, vilket betyder att den största risken är brännskador på hornhinnan. Temperaturen i närliggande strukturer av ögat kan öka på grund av värmeledning, men värmeminskning (genom avdunstning och blinkning) och värmeökning (på grund av kroppstemperaturen) påverkar processen.

Bilaga C. Artificiell optisk strålning – storheter och enheter

Som redan påpekats i avsnittet om egenskaper hos optisk strålning (bilaga A), är effekterna av optisk strålning beroende av strålningens energi och storhet. Det finns många sätt att kvantifiera optisk strålning – nedan beskrivs de som används i direktivet kortfattat.

C.1 Grundläggande storheter

C.1.1 Våglängd

Här avses den karakteristiska våglängden hos optisk strålning. Den mäts i små underindelningar av metern, vanligen nanometern (nm), som motsvarar en miljarddel meter. Vid längre våglängder är det ibland enklare att använda mikrometern (μm). En mikrometer motsvarar 1 000 nanometer.

I många fall avger den optiska strålkällan fotoner med många olika våglängder.

När man skriver formler representeras våglängd av symbolen λ (lambda).

C.1.2 Energi

Energien mäts i joule (J). Den kan användas för att hänvisa till energin hos varje foton (som är relaterad till fotonens våglängd). Den kan också avse den energi som finns i en given mängd fotoner, t.ex. en laserpuls. Energi representeras av symbolen Q .

C.1.3 Andra användbara storheter

Infallsvinkel

Infallsvinkeln är den apparenta bredden på ett objekt (normalt en optisk strålkälla) sedd från en plats (normalt den punkt vid vilken mätningarna görs). Den beräknas genom division av objektets sanna bredd med avståndet till objektet. Det är viktigt att båda dessa värden är i samma enheter. Oavsett vilka enheter dessa värden anges i, uttrycks infallsvinkeln i radianer (r).

Om objektet ligger i vinkel mot betraktaren ska infallsvinkeln multipliceras med cosinus av vinkeln.

Infallsvinkeln representeras i direktivet av symbolen α (alfa).

Rymdvinkel

Rymdvinkeln är den tredimensionella motsvarigheten till infallsvinkeln. Arealen av objektet divideras med avståndet i kvadrat. Även här kan cosinus av betraktningens vinkel användas för att korrigera betraktning utanför axeln. Enheten är steradian (sr) och symbolen är ω (omega).

Strålknippsdivergens

Strålknippsdivergensen är vinkeln genom vilken ett strålknippe av optisk strålning divergerar under det att den rör sig bort från källan. Den kan beräknas genom att ta strålbredden vid två punkter och dividera breddändringen med avståndet mellan punkterna. Den mäts i radianer.

C.1.4 Storheter som används i exponeringsgränser

Strålningseffekt

Effekt definieras här som den hastighet med vilken energi passerar genom en given plats i rymden. Den mäts i watt (W) och 1 watt motsvarar 1 joule per sekund. Den representeras av symbolen ϕ (phi).

Termen effekt kan också avse effekten hos ett definierat strålknippe av optisk strålning, då den ofta kallas kontinuerlig vågeffekt. En laser med kontinuerlig vågeffekt med en stråleffekt på 1 mW avger t.ex. fotoner med en total effekt av 1 mJ varje sekund.

Effekt kan dessutom användas för att beskriva en puls av optisk strålning. Om t.ex. en laser avger en diskret puls som innehåller 1 mJ energi på 1 ms, var pulseffekten 1 W.

Om pulsen avgetts på kortare tid, t.ex. 1 μ , skulle effekten ha varit 1 000 W.

Irradians

Irradians kan ses som den hastighet med vilken energi infaller, per areaenhet, vid en given plats. Som sådan är den beroende av den optiska strålningseffekten och arean av strålen på ytan. Den beräknas genom division av effekten med arean, vilket ger enheter som är några multipel av watt per kvadratmeter (W m^{-2}). Den representeras av symbolen E.

Strålningsexponering

Strålningsexponering är den mängd energi som har infallit, per areaenhet, vid en given plats. Den beräknas genom multiplicering av irradiansen, i W m^{-2} , med exponeringens duration i sekunder. Dess enheter blir då joule per kvadratmeter (J m^{-2}). Den representeras av symbolen H.

Radians

Radians är den storhet som används för att beskriva hur koncentrerat ett strålknippe av optisk strålning är. Den kan beräknas genom division av irradiansen vid en given plats med källans infallsvinkel, betraktad från den platsen. Dess enheter är watt per kvadratmeter per steradian ($\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$). Den representeras av symbolen L.

C.1.5 Spektrala storheter och bredbandsstorheter

Om en optisk strålkälla, t.ex. en laser, avger strålning bara vid en våglängd (t.ex. 633 nm), då kommer alla storheter som anges naturligt att bli beskrivningar av emissionen endast vid den våglängden. Till exempel $\phi = 5 \text{ mW}$.

När det finns mer än en våglängd har varje diskret våglängd sina egna storheter. En laser kan t.ex. avge 3 mW vid 633 nm och 1 mW vid 1 523 nm. Det här är en beskrivning av källans spektrala effektfördelning, ofta uttryckt som ϕ_γ . Lika sant är det att påstå att $\phi = 4 \text{ mW}$ för den här lasern, vilket är den totala strålningseffekten – det här värdet är ett bredbandsvärde.

Bredbandsdata beräknas genom summering av alla spektrala data inom det berörda våglängdsområdet.

C.1.6 Radiometriska storheter och effektiva storheter

Alla storheter som behandlats hittills är radiometriska storheter. Radiometriska data kvantifierar och beskriver några aspekter av ett strålningsfält. De anger inte nödvändigtvis strålningens effekter på ett biologiskt mål. En irradians på 1 W m^{-2} vid 270 nm är farligare för hornhinnan än 1 W m^{-2} vid 400 nm. Om information om biologiska effekter krävs måste effektiva storheter användas. Många av exponeringsgränserna uttrycks i effektiva storheter, eftersom de är avsedda för undvikande av en biologisk effekt.

Effektiva storheter finns bara när vetenskapsmän har en uppfattning om hur kapaciteten hos en given effekt varierar med våglängden. Stråleffektiviteten för att orsaka fotokeratit stiger från 250 nm till ett toppvärde vid 270 nm, för att sedan snabbt sjunka till 400 nm. Om den relativa spektrala effektiviteten är känd ges den ofta en symbol, som S, B eller R. Dessa är den relativa spektrala effektiviteten för att orsaka fotokeratit/erytem, fotokemisk skada på näthinnan respektive termisk skada på näthinnan.

Relativa spektrala effektvärden kan användas för att multiplicera en uppsättning spektrala radiometriska data och producera spektrala effektiva data. Dessa effektiva data kan sedan summeras för att få en bredbandseffektiv storhet, ofta denoterad genom ett index som avser de spektrala effektvärden som använts. L_b är t.ex. symbolen för ett bredbandigt radiansvärde (L) som är spektralt viktat genom användning av de spektrala viktningsvärdena B_λ .

C.1.7 Luminans

Ett exempel på en biologiskt effektiv storhet som ännu inte nämnts är luminans. Även om den inte används för någon exponeringsgräns är den mycket användbar för preliminära bedömningar av potentialen hos bredbandiga vita ljuskällor att orsaka skador på näthinnan.

Luminans har symbolen L_v och mäts i candela per kvadratmeter (cd m^{-2}). Den biologiska effekt som den beskriver är belysning, betraktad genom dagsljusanpassade ögon. Den är relaterad till storheten illuminans (E_v , som mäts i lux) och är välbekant för många belysningstekniker.

Förhållandet kan beskrivas som $L_v = E_v/\omega$. Givet illuminansen från en källa på en yta, avståndet till källan och källans dimensioner, är luminansen lätt att beräkna.

Bilaga D. Praktiska exempel

D.1 Kontor

Följande exempel täcker en mängd olika optiska strålkällor som är vanliga och förekommer i de flesta eller många arbetsmiljöer.

En gemensam strategi har använts för att bedöma riskerna från dessa enkla strålkällor. Denna strategi beskrivs i det nedanstående mer i detalj och ligger i skissartad form till grund för de exempel som följer.

D.1.1 Förklaring av allmän metod

Denna allmänna metod bygger på standarden EN 62471:2008, men när det är möjligt görs förenklade antaganden där det säkra tas före det osäkra när det gäller risker för näthinnan. Nedanstående förklaring är relativt fullständig, eftersom avsikten är att täcka alla exempel som ges senare. Riskbedömningen utförs i flera steg enligt nedanstående modell.



Först beskrivs strålkällan, med angivande av dess dimensioner. Dessa dimensioner kommer att behövas om strålkällan avger strålning i spektralområdena för synlig strålning eller IRA.

Ett beslut måste fattas rörande det avstånd vid vilket riskbedömningen ska utföras. Det mätavstånd som väljs är vanligen det närmaste som en person realistiskt och lite pessimistiskt sett kan tillämpa för strålkällan – inte det närmast möjliga tillvägagångssättet.

Val av exponeringsgränser

Vilka exponeringsgränser är lämpliga? Med hänsyn till värsta tänkbara exponering, dvs. att någon tittar in i strålkällan i 8 timmar, och med hänvisning till tabell 1.1 i direktivet, gäller följande gränsvärden:

Index	Våglängd, nm	Enheter	Kroppsdela	Fara	Lämplighet	
a	180–400 (UVA, UVB och UVC)	$J m^{-2}$	Öga Hornhinna Bindhinna Lins Hud	Fotokeratit Fotokonjunktivit Kataraktogenes Eerytem Elastos Hudcancer	Ja, om källan avger UV-strålning.	
b	315–400 (UVA)	$J m^{-2}$	Öga Lins	Kataraktogenes	Ja, om källan avger UV-strålning.	
c	300–700 (Blått ljus) (där $\alpha \geq 11$ mrad och $t \leq 10\,000$ s)	$W m^{-2} sr^{-1}$	Öga Näthinna	Fotoretinit	Nej, värsta tänkbara fall skulle gälla för längsta exponering.	
d	300–700 (Blått ljus) (där $\alpha \geq 11$ mrad och $t > 10\,000$ s)	$W m^{-2} sr^{-1}$			Ja, om källan avger strålning inom det synliga området. Den här gränsen täcker värsta tänkbara exponering i 8 timmar.	
e	300–700 (Blått ljus) (där $\alpha < 11$ mrad och $t \leq 10\,000$ s)	$W m^{-2}$			Sällan, eftersom vanliga källor ofta omfattar ett ganska brett område.	
f	300–700 (Blått ljus) (där $\alpha < 11$ mrad och $t > 10\,000$ s)	$W m^{-2}$				
g	380–1 400 (Synligt och IRA) (för $t > 10$ s)	$W m^{-2} sr^{-1}$	Öga Näthinna	Brännskada på näthinnan	Ja, om källan avger strålning inom det synliga området. Den här gränsen täcker värsta tänkbara exponering i 8 timmar.	
h	380–1 400 (Synligt och IRA) (för $t 10 \mu s$ to 10 s)	$W m^{-2} sr^{-1}$			Nej, värsta tänkbara fall gäller för längsta exponering.	
i	380–1 400 (Synligt och IRA) (för $t < 10 \mu s$)	$W m^{-2} sr^{-1}$				
j	780–1 400 (IRA) (för $t > 10$ s)	$W m^{-2} sr^{-1}$	Öga Näthinna	Brännskada på näthinnan	Sällan, eftersom vanliga källor vanligen avger synlig strålning som gör gränserna g, h och I mer lämpliga.	
k	780–1 400 (IRA) (för $t 10 \mu s$ to 10 s)	$W m^{-2} sr^{-1}$				
l	780–1 400 (IRA) (för $t < 10 \mu s$)	$W m^{-2} sr^{-1}$				
m	780–1 400 (IRA och IRB) (för $t \leq 1\,000$ s)	$W m^{-2}$	Öga Hornhinna Lins	Brännskada på hornhinnan		
n	780–3000 (IRA och IRB) (för $t > 1\,000$ s)	$W m^{-2}$				
o	380–3 000 (Synligt, IRA och IRB)	$J m^{-2}$	Hud	Brännskada	Sällan, eftersom detta bara gäller kraftfulla värmealstrande industriella strålkällor.	

Därför ser vi vanligen till att tillämpa exponeringsgränserna **a** och **b** (om strålkällan avger UV-strålning), och/eller gränserna **d** och **g** (om strålkällan avger synlig strålning och IRA).

Under exceptionella omständigheter kan andra exponeringsgränser vara lämpliga. Till exempel används exponeringsgränsen **c** om exponeringsgränsen **d** förväntas överskridas, medan exponeringsgränsen **h** används om exponeringsgränsen **g** förväntas överskridas. Sådana omständigheter blir bara tydliga i takt med att riskbedömningen fortskrider.

De här exponeringsgränserna inbegriper användningen av de spektrala viktningskurvorna $S(\lambda)$, $B(\lambda)$ och $R(\lambda)$. De här faktorerna förklaras i avsnitt 5.2. Deras användning innebär att spektrala data krävs.

Geometriska faktorer

Om strålkällan avger synlig strålning och/eller infraröd strålning blir de lämpliga exponeringsgränserna och de radiometriska storheter beroende av geometriska faktorer som måste beräknas. Några av dessa faktorer definieras i direktivet, medan andra förklaras i EN 62471:2008. Om strålkällan bara avger UV-strålning är alla dessa faktorer irrelevanta.

De geometriska faktorerna är:

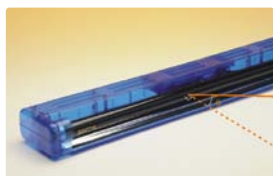
θ (vinkel mellan lodlinje mot källa och blicklinje använd för mätning), (se diagram till höger),

Z (källans medeldimension),

α (infallsvinkel från strålkällan),

C_α (faktor beroende av α),

ω (rymdvinkel från strålkällan).



Innan någon av dessa faktorer beräknas är det viktigt att notera om strålkällan avger ett fält som är spatialt relativt homogent eller inte. Om strålkällan är homogen ska alla dimensioner (längd, bredd osv.) anses hänvisa till hela källområdet. Om strålkällan är uppenbart icke homogen (som en stark lampa framför en dålig reflektor), ska dessa dimensioner anses avse enbart det ljusaste området. Om en strålkälla består av två eller flera identiska emitter kan var och en av dessa behandlas som en separat källa som bidrar med en proportionell mängd av den uppmätta emissionen.

Beräkning av Z

Källans skenbara längd, $l = \text{verklig längd} \times \cos\theta$

Källans skenbara bredd, $w = \text{verklig bredd} \times \cos\theta$

Z är genomsnittet av l och w

Notera att

- om källan betraktas vinkelrätt mot sin yta, $\cos\theta = 1$,
- om källan är cirkulär och betraktas i 90° , är Z lika med diametern.

Källans skenbara område, A , är lika med

det verkliga området $\times \cos\theta$ (för en cirkulär källa), eller

$l \times w$ för andra källor.

Om avståndet till källan = r , och om alla dimensioner har mätts i samma enheter, då är

$\alpha = Z/r$, i radianer (rad)

$\omega = A/r^2$, i steradianer (sr)

C_α är baserad på α , och används enbart för att beräkna ett värde för exponeringsgränserna för termisk skada på näthinnan. Eftersom alla bedömningar här bygger på förenklade antaganden som förklaras nedan har C_α inte beräknats.

Preliminär bedömning

Enligt det organ som har tagit fram gränsvärdena för exponering, ICNIRP, är det inte nödvändigt att utföra en fullständig spektral bedömning av risken för skador på näthinnan av "vitt ljus" från en allmän belysningskälla som har en luminans på $<10^4$ cd m⁻². Detta uppges omfatta glödlampor, lysrör och bågglampor.

Denna vägledande gräns fungerar *inte* för att bedöma risker som härrör från ultraviolett strålningsemission. Den kan dock användas för att besluta om det är nödvändigt att genomföra en fullständig riskbedömning av emissioner av synlig och infraröd strålning.

För att tillämpa denna vägledande gräns kan den spektrala irradiansen i våglängdsområdet 380–760 nm viktas med CIE:s fotopiska spektrala effektivitetskurva, $V(\lambda)$, och sedan summeras för att beräkna den fotopiska effektiva irradiansen, E_v . Detta uttrycks i W m⁻² och multipliceras sedan med en standardluminös effektfaktor på 683 lm W⁻¹, vilket ger illuminansen, uttryckt i lux. Luminansen är lika med illuminansen dividerad med ω .

Det är dock viktigt att påpeka att det inte är nödvändigt att göra spektrala mätningar för att ta reda på luminansen hos en armatur. Alla väljorda och kalibrerade luxmetrar ska kunna användas för att bestämma detta värde. Detta gör den preliminära bedömningen snabb och enkel att utföra.

Nödvändiga data

Generellt sett är det nödvändigt att hitta data som täcker hela spektralområdet för alla exponeringsgränser som ska tillämpas. Detta skulle i värsta tänkbara fall kunna kräva data som omfattar hela området från 180–1 400 nm.

Det spektralområde för vilket data krävs kan minskas. Detta är uppenbart när en särskild exponeringsgräns inte gäller. Om en källa inte avger UV-strålning behövs bara data om området 400–1 400 nm.

Det är också möjligt att man vet att en källa har noll emissioner i ett visst spektralområde, som i följande exempel:

- Lysdioder (LED) avger ofta strålning med en ganska snäv våglängdsspridning. Om en grön lysdiod ska bedömas kan det vara tillräckligt att bara mäta i området från ungefär 400 nm till ungefär 600 nm, varvid data utöver detta område antas vara noll.
- Källor som avger mindre än 254 nm är mycket sällsynta och på de flesta arbetsplatser är det inte sannolikt att de påträffas.
- Många armaturer har glastäckning som förhindrar emission under ungefär 350 nm.
- Förutom glödande strålkällor är emissionen av infraröd strålning från de flesta vanliga källor försumbar.

Så snart spektralområdet för data har bestämts måste de samlas in (genom mätning eller annan metod). Viktigast är de data som gäller den spektrala irradiansen. Dessa kan viktas med hjälp av de funktioner ($S(\gamma)$, $B(\gamma)$, $R(\gamma)$) och eventuellt $V(\gamma)$ som är lämpliga för de exponeringsgränser som ska användas. Dessa viktade data ska sedan summeras.

Förenklade antaganden

Dessa antaganden har använts för att förenkla mätning- och bedömningsprocessen i det synliga spektralområdet. De är inte nödvändiga om den enda faran som beaktas härrör från emissioner av ultraviolett strålning.

Alla mätningar av spektral irradians måste göras med lämplig utrustning. För exponeringsgränser som avser näthinnan ska instrumentet ha ett synfält som är begränsat till specifika värden av γ , beroende på den förväntade durationen av exponeringen. För exponeringsgränsen **d** blir denna förväntade duration 8 timmar. För exponeringsgränsen **g** är den maximala durationen av exponering som ska beaktas 10 sekunder, eftersom gränsen är konstant över den här durationen.

I tabell 2.5 i direktivet anges de lämpliga värdena för γ enligt följande:

- $\gamma = 110$ mrad för exponeringsgränser för risk för fotokemisk skada på näthinnan (dvs. gränsen **d** för 10 000 s exponeringar).
- $\gamma = 11$ mrad för exponeringsgränser för risk för termisk skada på näthinnan (dvs. gränsen **g** för 10 s exponeringar).

Det kan verka som om dess synfältskrav kräver flera mätomgångar. Om den aktuella källan bildar en vinkel som är större γ , kommer mätning med ett obegränsat synfält att samla mer av irradiansen och därmed ta det säkra före det osäkra vid riskbedömningen. Detta innebär att alla beräkningar kan utföras på grundval av en enda uppsättning mätdata framtagna med ett obegränsat synfält.

För att beräkna irradians från irradiansdata ska irradiansen divideras med en rymdvinkel. Denna rymdvinkel ska antingen vara det faktiska värdet av ω , eller ett värde baserat på γ , oavsett vilket som är det större.

- För exponeringsgränsen **d** ska synfältet ha varit $\gamma = 110$ mrad, vilket motsvarar en rymdvinkel på $= 0,01$ sr.
- För exponeringsgränsen **g** ska synfältet ha varit $\gamma = 11$ mrad, vilket motsvarar en rymdvinkel på $= 0,0001$ sr.

I nedanstående exempel kommer dessa värden att anges som

$\omega =$ den sanna rymdvinkeln från strålkällan,

$\omega_g = 0,01$ sr eller ω , oavsett vilket som är större, och

$\omega_d = 0,0001$ sr eller ω , oavsett vilket som är större.

Dessa förenklade antaganden kan ge konstgjort höga resultat för icke-homogena strålkällor som är större än γ . Om en sådan källa bedöms och det verkar som om exponeringsgränsen överskrids, kan det vara önskvärt att upprepa mätningarna med synfältet faktiskt begränsat till ett lämpligt värde för γ .

Jämförelse med exponeringsgränser

Gräns a
Exponeringsgränsen är $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$.
Om den effektiva irradiansen, E_{eff} uttrycks i W m^{-2} , då är den högsta tillåtna exponeringstiden, i sekunder, $30 \text{ J m}^{-2} / E_{\text{eff}}$.
Om detta är > 8 timmar finns det ingen risk för att exponeringsgränsen kommer att överskridas vid avstånd r .
Gräns b
Exponeringsgränsen är $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$.
Om den effektiva irradiansen, E_{UVA} uttrycks i W m^{-2} , då är den högsta tillåtna exponeringstiden, i sekunder, $= 10^4 \text{ J m}^{-2} / E_{\text{UVA}}$.
Om detta är > 8 timmar finns det ingen risk för att exponeringsgränsen kommer att överskridas vid avstånd r .
Gräns d
Exponeringsgränsen är $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.
Om den effektiva radiansen, L_b är mindre än exponeringsgränsen, finns det ingen risk för att exponeringsgränsen kommer att överskridas. Detta gäller alla avstånd, förutsatt att θ förblir detsamma.
Gräns g
Exponeringsgränsen är $2,8 \times 10^7 / C\alpha$. I detta fall är $C\alpha$ beroende av α . Den mest restriktiva exponeringsgränsen kommer när $\alpha \geq 100 \text{ mrad}$. I detta fall är $C\alpha = 100 \text{ mrad}$ och exponeringsgränsen är $280\,000 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.
Om den effektiva radiansen, L_R är mindre än exponeringsgränsen, finns det ingen risk för att exponeringsgränsen kommer att överskridas. Detta gäller alla avstånd, förutsatt att θ förblir detsamma.

Om exponeringsgränserna överskrids

ICNIRP:s luminansgräns
Om källans luminans överskrider 10^4 cd m^{-2} måste bedömningen upprepas med tillräckliga data för att göra en jämförelse med exponeringsgränserna d och g.
Gräns a
Om den högsta tillåtna exponeringstiden är < 8 timmar blir det nödvändigt att demonstrera att den faktiska placeringen av personal vid r är mindre än den högsta tillåtna exponeringstiden.
Gräns b
Om den högsta tillåtna exponeringstiden är < 8 timmar blir det nödvändigt att demonstrera att den faktiska placeringen av personer vid r är mindre än den högsta tillåtna exponeringstiden. I detta fall kan placeringen beräknas med undantag för tid som tillbringas med ansiktet vänt bort från strålkällan.
Om källan är mycket stark kan det antas att den naturliga skyddsmekanismen kommer att begränsa exponeringsepisoderna till 0,25 sekunder.
Gräns d
Om L_b är större än exponeringsgränsen ska en högsta tillåtna exponeringstid beräknas. Denna beräkning baseras på exponeringsgränsen c.
Exponeringsgränsen c är $L_b \leq 10^6/t$. Därför är den högsta tillåtna exponeringstiden (i sekunder), $t_{\text{max}} \leq 10^6/L_b$. Det blir då nödvändigt att demonstrera att den faktiska placeringen av personer längs med synlinjen θ är mindre än t_{max} . I detta fall kan placeringen beräknas med undantag för tid som tillbringas med ansiktet vänt bort från strålkällan.
Om källan är mycket stark kan det antas att den naturliga skyddsmekanismen kommer att begränsa exponeringsepisoderna till 0,25 sekunder.
Exponeringsgränsen e kan också användas: förhållandena $\alpha = Z/r$ och $L_b = E_b/\omega$ ska användas för att beräkna ett avstånd vid vilket $\alpha = 11 \text{ mrad}$. Om, vid detta eller ett större avstånd, $E_b \leq 10 \text{ mW m}^{-2}$, överskrids exponeringsgränserna inte utöver denna punkt.
Gräns g
Om L_R är större än exponeringsgränsen kan gränsen ha varit alltför restriktiv: om den faktiskt infallande källan $\alpha < 100 \text{ mrad}$, ska exponeringsgränsen beräknas om.
Om L_R fortfarande är större än den nya exponeringsgränsen ska en högsta tillåtna exponeringstid beräknas. Denna är baserad på exponeringsgränsen h.
Exponeringsgränsen h är $L_R \leq 5 \cdot 10^7/c_\alpha t^{0.25}$. Därför är den högsta tillåtna exponeringstiden (i sekunder), $t_{\text{max}} \leq (5 \cdot 10^7 / c_\alpha L_R)^4$. Använd $c_\alpha = \alpha$. Det blir då nödvändigt att demonstrera att den faktiska placeringen av personer längs med synlinjen θ är mindre än t_{max} . I detta fall kan placeringen beräknas med undantag för tid som tillbringas med ansiktet vänt bort från strålkällan.
Om källan är mycket stark kan det antas att den naturliga skyddsmekanismen kommer att begränsa exponeringsepisoderna till 0,25 sekunder.

D.1.2 Exempelns format

Nedanstående praktiska exempel har givits formen av en serie av steg som liknar det som används ovan. I fall där ett förenklande antagande har gjorts har exemplen ändå utarbetats till fullo. Steg som inte skulle krävas om antagandena är godtagna visas dock i grått, vilket gör det möjligt att tillämpa alla antaganden som ska demonstreras.

I slutet av denna bilaga finns en sammanfattning av resultaten av dessa exempel.

D.1.3 Takmonterade lysrörslampor bakom diffusorer



En grupp 3 × 36 W allmänna lysrörslampor är monterade i en takarmatur med måtten 57,5 cm × 117,5 cm.

Armatyren har en plastdiffusor som helt täcker lamporna. Detta gör strålkällan rimligt homogen.

Val av exponeringsgränser

Den här typen av lampa avger inte signifikanta mängder infraröd strålning. Eventuella risker kommer att uppstå genom exponering för synliga eller ultravioletta våglängder. Ultravioletta våglängder kommer dessutom att dämpas av plastdiffusorn. Endast gräns **d** är tillämplig.

Geometriska faktorer

Spektrala irradiansdata kommer att mätas vid ett avstånd på 100 cm från lampan, med blicken riktad rakt mot den.

Källan har en medeldimension på 87,5 cm.

Därför är $\alpha = 0,875$ rad.

Källan har en ytarea på 6 756 cm².

Därför är $\omega = 0,68$ sr.

Därför är $\omega_B = 0,68$ sr och $\omega_R = 0,68$ sr.

Preliminär bedömning

Den fotopiska effektiva irradiansen mättes och är 1 477 mW m⁻². Detta motsvarar en illuminans på 1 009 lux. Den här källans luminans är därför 1 009/0,68 = 1 484 cd m⁻².

Ingen ytterligare bedömning är nödvändig.

Radiometriska data

De uppmätta effektiva irradiansvärdena är:

Effektiv irradians $E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W m}^{-2}$.

UVA-irradians, $E_{\text{UVA}} = 17 \text{ mW m}^{-2}$.

Effektiv irradians (blått ljus), $E_B = 338 \text{ mW m}^{-2}$.

Effektiv irradians (termisk skada), $E_R = 5 424 \text{ mW m}^{-2}$.

Förenklande antaganden

Effektiv radians (blått ljus),

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

Effektiv radians (termisk skada),

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

Jämförelse med exponeringsgränser

Gräns a			
Exponeringsgränsen är $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns b			
Exponeringsgränsen är $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 17 \text{ mW m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns d			
Exponeringsgränsen är $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_B = 0,5 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.
Gräns g			
Exponeringsgränsen är $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 8 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.

D.1.4 En ensam takmonterad lysrörslampa utan diffusor

En 153 cm × 2 cm 58 W lysrörslampa är monterad i en takarmatur med måtten 153 cm × 13 cm, med inbyggda reflektorer bakom lampan och öppen front. Källan är inte homogen och lampan är dess ljusaste del.



Se även exempel D.1.5

Val av exponeringsgränser

Den här typen av lampa avger inte signifikanta mängder infraröd strålning. Eventuella risker kommer att uppstå genom exponering för synliga eller ultravioletta våglängder. Gränserna **a**, **b** och **d** är tillämpliga.

Geometriska faktorer

Spektrala irradiansdata kommer att mätas vid ett avstånd på 100 cm från lampan, med blicken riktad rakt mot den.

Källan har en medeldimension på 77,5 cm.

Därför är $\alpha = 0,775$ rad.

Källan har en yta på 306 cm².

Därför är $\omega = 0,03$ sr.

Därför är $\omega_b = 0,03$ sr och $\omega_r = 0,03$ sr.

Preliminär bedömning

Den fotopiska effektiva irradiansen mättes och är 1 640 mW m⁻². Detta motsvarar en illuminans på 1 120 lux. Den här källans luminans är därför 1 120/0,03 = 37 333 cd m⁻².

Ytterligare bedömning av risken för skada på näthinnan verkar vara nödvändig.

Den ultravioletta strålningen måste också bedömas.

Radiometriska data

De uppmätta effektiva irradiansvärdena är:

Effektiv irradians $E_{\text{eff}} = 600 \mu\text{W m}^{-2}$.

UVA-irradians, $E_{\text{UVA}} = 120 \text{ mW m}^{-2}$.

Effektiv irradians (blått ljus), $E_b = 561 \text{ mW m}^{-2}$.

Effektiv irradians (termisk skada), $E_r = 7 843 \text{ mW m}^{-2}$.

Förenklade antaganden

Effektiv radians (blått ljus),

$L_b = 561 \text{ mW m}^{-2} / 0,03 \text{ sr} = 19 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effektiv radians (termisk skada),

$L_r = 7 843 \text{ mW m}^{-2} / 0,03 \text{ sr} = 261 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Jämförelse med exponeringsgränser

Gräns a

Exponeringsgränsen är $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$ → $E_{\text{eff}} = 600 \mu\text{W m}^{-2}$ → Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.

Gräns b

Exponeringsgränsen är $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$ → $E_{\text{UVA}} = 120 \text{ mW m}^{-2}$ → Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.

Gräns d

Exponeringsgränsen är $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → $L_b = 19 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Exponeringsgränsen har inte överskridits.

Gräns g

Exponeringsgränsen är $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → $L_r = 261 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Exponeringsgränsen har inte överskridits.

D.1.5 En grupp takmonterade lysrörslampor utan diffusor



Fyra 57 cm × 2 cm 18 W allmänna lysrörslampor är monterade i en takarmatur med måtten 57 cm × 57 cm, med inbyggda reflektorer

bakom varje lampa och öppen front. Den är mycket lik den armatur som ses i exempel D.1.4, förutom att lamporna kommer från en annan tillverkare. Källan är inte homogen och de fyra lamporna är de ljusaste emitterarna.

Val av exponeringsgränser

Den här typen av lampa avger inte signifikanta mängder infraröd strålning. Eventuella risker kommer att uppstå genom exponering för synliga eller ultravioletta våglängder. Gränserna **a**, **b** och **d** är tillämpliga.

Geometriska faktorer

Spektrala irradiansdata kommer att mätas vid ett avstånd på 100 cm från lampan, med blicken riktad rakt mot den.

Varje lampa har en medeldimension på 29,5 cm.

Därför är $\alpha = 0,295$ rad.

Varje lampa har en yta på 114 cm².

Därför är $\omega = 0,011$ sr.

Därför är $\omega_b = 0,011$ sr och $\omega_r = 0,011$ sr.

Preliminär bedömning

Den fotopiska effektiva irradiansen mäts och är 1 788 mW m⁻². Detta var från fyra lampor: eftersom varje lampa är en separat synlig källa bidrar var och en med 447 mW m⁻² till summan. Detta motsvarar en illuminans på 305 lux per lampa.

Varje lampas luminans är därför 305/0,011 = 28 000 cd m⁻². Ytterligare bedömning av risken för skada på näthinnan är nödvändig. Den ultravioletta strålningen måste också bedömas.

Radiometriska data

De uppmätta effektiva irradiansvärdena är:

Effektiv irradians $E_{\text{eff}} = 1,04$ mW m⁻².

UVA-irradians, $E_{\text{UVA}} = 115$ mW m⁻²

Effektiv irradians (blått ljus), $E_b = 555$ mW m⁻²
= 139 mW m⁻² per lampa.

Effektiv irradians (termisk skada), $E_r = 8\,035$ mW m⁻²
= 2 009 mW m⁻² per lampa.

Förenklade antaganden

Effektiv radians (blått ljus),

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

Effektiv radians (termisk skada),

$L_r = 2\,009$ mW m⁻² / 0,011 sr = 183 W m⁻² sr⁻¹.

Jämförelse med exponeringsgränser

Gräns a

Exponeringsgränsen är $H_{\text{eff}} = 30$ J m⁻²



$E_{\text{eff}} = 1,04$ mW m⁻²



Den högsta tillåtna exponeringstiden är 8 timmar. Detta är nära ett överskridande av exponeringsgränsen.

Även om kontinuerlig exponering vid 100 cm i praktiken är osannolik, måste den här exponeringen ha i åtanke om det finns andra ultravioletta strålkällor i miljön.

Gräns b

Exponeringsgränsen är $H_{\text{UVA}} = 10^4$ J m⁻²



$E_{\text{UVA}} = 115$ mW m⁻²



Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.

Gräns d

Exponeringsgränsen är 100 W m⁻² sr⁻¹



$L_b = 13$ W m⁻² sr⁻¹



Exponeringsgränsen har inte överskridits.

Gräns g

Exponeringsgränsen är 280 kW m⁻² sr⁻¹

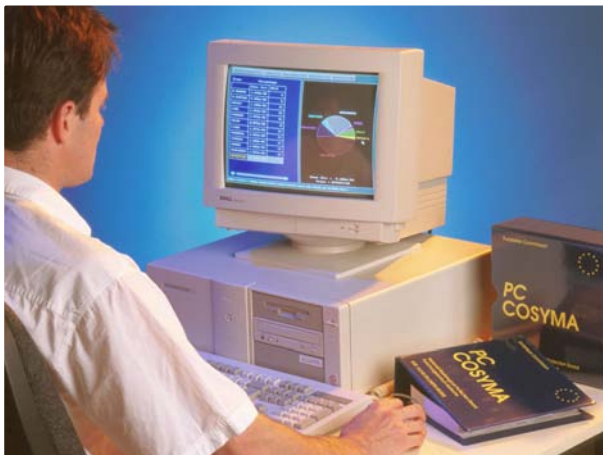


$L_r = 183$ W m⁻² sr⁻¹



Exponeringsgränsen har inte överskridits.

D.1.6 En bildskärmsenhet med katodstrålerör



En stationär persondator har en bildskärmsenhet med ett inbyggt katodstrålerör.

Val av exponeringsgränser

Katodstrålerör avger inte signifikanta mängder ultraviolett eller infraröd strålning. Eventuella risker kommer att uppstå genom exponering för synliga våglängder. Gräns **d** är tillämplig.

Geometriska faktorer

Bildskärmsenheten blandar tre primärfärger för att producera färgbilder. Värsta tänkbara fall kommer att vara om alla tre primärfärger är närvarande – en vit bild. Spektrala irradiansdata kommer att mätas vid ett avstånd på 10 cm från en homogen vit rektangel, med blicken riktad rakt mot den.

Jämförelse med exponeringsgränser

Gräns a		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{eff}} = 130 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns b		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{UVA}} = 8 \text{ mW m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns d		
Exponeringsgränsen är $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ $L_{\text{b}} = 24 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.
Gräns g		
Exponeringsgränsen är $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ $L_{\text{r}} = 286 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.

Källan har en medeldimension på 17 cm.

Därför är $\alpha = 1,7 \text{ rad}$.

Källan har en ytarea på 250 cm^2 .

Därför är $\omega = 2,5 \text{ sr}$.

Därför är $\omega_{\text{b}} = 2,5 \text{ sr}$ och $\omega_{\text{r}} = 2,5 \text{ sr}$.

Preliminär bedömning

Den fotopiska effektiva irradiansen mättes och är 64 mW m^{-2} . Detta motsvarar en illuminans på 43 lux.

Den här källans luminans är därför $43/2,5 = 17 \text{ cd m}^{-2}$.

Ingen ytterligare bedömning är nödvändig.

Radiometriska data

De uppmätta effektiva irradiansvärdena är:

Effektiv irradians $E_{\text{eff}} = 130 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$.

UVA-irradians, $E_{\text{UVA}} = 8 \text{ mW m}^{-2}$.

Effektiv irradians (blått ljus), $E_{\text{b}} = 61 \text{ mW m}^{-2}$.

Effektiv irradians (termisk skada), $E_{\text{r}} = 716 \text{ mW m}^{-2}$.

Förenklade antaganden

Effektiv radians (blått ljus),
 $L_{\text{b}} = 61 \text{ mW m}^{-2} / 2,5 \text{ sr} = 24 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effektiv radians (termisk skada),
 $L_{\text{r}} = 716 \text{ mW m}^{-2} / 2,5 \text{ sr} = 286 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

D.1.7 En bärbar dators bildskärm



En bärbar dator har en LCD-skärm.

Val av exponeringsgränser

LCD avger inte signifikanta mängder ultraviolett eller infraröd strålning. Eventuella risker kommer att uppstå genom exponering för synliga våglängder. Gräns **d** är tillämplig.

Geometriska faktorer

LCD-skärmen blandar tre primärfärger för att producera färgbilder. Värsta tänkbara fall kommer att vara om alla tre primärfärger är närvarande – en vit bild. Spektrala irradiansdata kommer att mätas vid ett avstånd på 10 cm från en homogen vit rektangel, med blicken riktad rakt mot den.

Jämförelse med exponeringsgränser

Gräns a		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{eff}} = 70 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns b		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{UVA}} = 4 \text{ mW m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns d		
Exponeringsgränsen är $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ $L_{\text{b}} = 36 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.
Gräns g		
Exponeringsgränsen är $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ $L_{\text{R}} = 467 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.

Källan har en medeldimension på 13 cm.

Därför är $\alpha = 1,3 \text{ rad}$.

Källan har en ytarea på 173 cm^2 .

Därför är $\omega = 1,7 \text{ sr}$.

Därför är $\omega_{\text{b}} = 1,7 \text{ sr}$ och $\omega_{\text{R}} = 1,7 \text{ sr}$.

Preliminär bedömning

Den fotopiska effektiva irradiansen mättes och är 134 mW m^{-2} . Detta motsvarar en illuminans på 92 lux.

Källans luminans är därför $92/1,7 = 54 \text{ cd m}^{-2}$.

Ingen ytterligare bedömning är nödvändig.

Radiometriska data

De uppmätta effektiva irradiansvärdena är:

Effektiv irradians $E_{\text{eff}} = 70 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$.

UVA-irradians, $E_{\text{UVA}} = 4 \text{ mW m}^{-2}$.

Effektiv irradians (blått ljus), $E_{\text{b}} = 62 \text{ mW m}^{-2}$.

Effektiv irradians (termisk skada), $E_{\text{R}} = 794 \text{ mW m}^{-2}$.

Förenklade antaganden

Effektiv radians (blått ljus),

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

Effektiv radians (termisk skada),

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

D.1.8 Flodljus med en inbyggd metallhalogenlampa för utomhusbelysning



En 70 W metallhalogenlampa är inbyggd i en armatur som också är försedd med en bakreflektor. Den har måtten 18×18 cm och ett genomskinligt täckglas. Den är avsedd för montering på en byggställning och för belysning av området nedanför. Källan är inte homogen. Det ljusaste området är själva bågen, som har uppskattats vara relativt sfärisk och ungefär 5 mm i diameter.

Val av exponeringsgränser

Eventuella risker uppstår genom exponering för synliga och möjligtvis även ultravioletta våglängder. Metallhalogenlampor producerar mycket stora mängder ultraviolettt strålning. Det här exemplet har ett ytterhölje som kan reducera emissionen och armaturen har en täckning som reducerar emissionen, men man kan ändå behöva ta hänsyn till mängden UVA som avges. Gränserna **b**, **d** och **g** är tillämpliga.

Geometriska faktorer

Spektrala irradiansdata kommer att mätas vid ett avstånd på 100 cm från lampan, med blicken riktad rakt mot den.

Bågen har en medeldimension på 0,5 cm.

Därför är $\alpha = 0,005$ rad. Detta är < 11 mrad och därför kan

gräns **d** ersättas av gräns **f** om stadig betraktning av källan är avsedd. Här är detta inte fallet, så gräns **d** kommer att användas för bedömningen. Se anmärkning 2 i tabell 1.1 i direktivet.

Källan har en ytarea på $0,2 \text{ cm}^2$.

Därför är $\omega = 0,00002$ sr.

Därför är $\omega_B = 0,01$ sr och $\omega_R = 0,0001$ sr.

Preliminär bedömning

Den fotopiska effektiva irradiansen mättes och är $4\,369 \text{ mW m}^{-2}$. Detta motsvarar en illuminans på $2\,984 \text{ lux}$.

Den här källans luminans är därför

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

Ytterligare bedömning av risken för skada på näthinnan är nödvändig och den potentiella risken med ultraviolettt strålning måste också bedömas.

Radiometriska data

De uppmätta effektiva irradiansvärdena är:

$$\text{Effektiv irradians } E_{\text{eff}} = 110 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}.$$

$$\text{UVA-irradians, } E_{\text{UVA}} = 915 \text{ mW m}^{-2}.$$

$$\text{Effektiv irradians (blått ljus), } E_B = 2\,329 \text{ mW m}^{-2}.$$

$$\text{Effektiv irradians (termisk skada), } E_R = 30\,172 \text{ mW m}^{-2}.$$

Förenklade antaganden

Effektiv radians (blått ljus),

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

Effektiv radians (termisk skada),

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

Jämförelse med exponeringsgränser

Gräns a		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{eff}} = 110 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns b		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{UVA}} = 915 \text{ mW m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är 3 timmar.
Lampans intensiva ljushet innebär dock att varje exponeringsepisod sannolikt kommer att begränsas till ungefär 0,25 sekunder.		
Gräns d		
Exponeringsgränsen är $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ $L_{\text{b}} = 233 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har överskridits.
Därför ska gräns c användas för att beräkna en högsta tillåtna exponeringstid.		
Gräns c		
Exponeringsgränsen är $L_{\text{b}} < 10^6/t \text{ W m}^{-2}$	→ $t_{\text{max}} = 10^6/L_{\text{b}}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden för denna källa är ungefär 70 minuter.
Lampans intensiva ljushet innebär dock att varje exponeringsepisod sannolikt kommer att begränsas till ungefär 0,25 sekunder.		
Observera att om stadig betraktning var avsedd är t_{max} baserad på gräns e = $100/E_{\text{b}}$ eller ungefär 40 sekunder.		
Gräns g		
Exponeringsgränsen är $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ $L_{\text{r}} = 302 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har överskridits, på grundval av det förenklande antagandet att $\alpha > 0,1 \text{ rad}$.
Om vi beräknar om exponeringsgränsen på grundval av faktisk α (= 5 mrad), skulle en mer realistisk exponeringsgräns vara $5\,600 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$. I detta fall har exponeringsgränsen inte överskridits.		

D.1.9 Flodljus med en inbyggd kompaktlysrörslampa för utomhusbelysning



En 26 W kompaktlysrörslampa med måtten $3 \times 13 \text{ cm}$ är inbyggd i en armatur som också är försedd med en obearbetad bakreflektor och ett genomskinligt täckglas. Den är avsedd för montering på en byggställning och för belysning av området nedanför. Lampan är den starkaste emitorn i denna icke-homogena källa.

Val av exponeringsgränser

Den här typen av lampa avger inte signifikanta mängder infraröd strålning. Eventuella risker kommer att uppstå genom exponering för synliga eller ultraviolettera våglängder. Ultraviolettera våglängder kommer dessutom att dämpas av plastdiffusorn. Gräns **d** är tillämplig.

Geometriska faktorer

Spektrala irradiansdata kommer att mätas vid ett avstånd på 100 cm från lampen, med blicken riktad rakt mot den.

Källan har en medeldimension på 8 cm.

Därför är $\alpha = 0,08 \text{ rad}$.

Källan har en ytarea på 39 cm^2 .

Därför är $\omega = 0,0039 \text{ sr}$.

Därför är $\omega_{\text{b}} = 0,01 \text{ sr}$ och $\omega_{\text{r}} = 0,0039 \text{ sr}$.

Preliminär bedömning

Den fotopiska effektiva irradiansen mättes och är 366 mW m^{-2} . Detta motsvarar en illuminans på 250 lux.

Den här källans luminans är därför $250/0,0039 = 64\,000 \text{ cd m}^{-2}$.

Ytterligare bedömning av risken för skada på näthinnan är nödvändig.

Radiometriska data

De uppmätta effektiva irradiansvärdena är:

Effektiv irradians $E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W m}^{-2}$.

UVA-irradians, $E_{\text{UVA}} = 2 \text{ mW m}^{-2}$.

Effektiv irradians (blått ljus), $E_{\text{B}} = 149 \text{ mW m}^{-2}$.

Effektiv irradians (termisk skada), $E_{\text{R}} = 1\,962 \text{ mW m}^{-2}$.

Förenklade antaganden

Effektiv irradians (blått ljus),

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

Effektiv irradians (termisk skada),

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

Jämförelse med exponeringsgränser

Gräns a		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W m}^{-2}$ → Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns b		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 2 \text{ mW m}^{-2}$ → Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns d		
Exponeringsgränsen är $100 \text{ W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$	→	$L_{\text{B}} = 15 \text{ W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$ → Exponeringsgränsen har inte överskridits.
Gräns g		
Exponeringsgränsen är $280 \text{ kW m}^{-2} \text{sr}^{-1}$	→	$L_{\text{R}} = 503 \text{ W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$ → Exponeringsgränsen har inte överskridits.

D.1.10 En elektrisk insektsdödare



Elektriska insektsdödare använder ofta lågtryckskvick-silverlampor som avger strålning i UVA- och de blå delarna av spektrumet, för att locka flygande insekter till ett högspänningsgaller. Det här exemplet konsumerar 25 W och är försett med två inbyggda lampor, var och en 26×1 cm, som är monterade med 10 cm mellanrum i horisontalplanet.

Val av exponeringsgränser

Elektriska insektsdödare ska överensstämma med produktstandarden EN 60335-2-59, som fastställer att UVR_{eff} -irradiansen vid 1 m ska vara $\leq 1 \text{ mW m}^{-2}$. Det finns därför inget behov av att ta hänsyn till gräns **a**. Gräns **b** är däremot fortfarande tillämplig. Eftersom det inte är en vit ljuskälla är det inte lämpligt att använda luminans som kontrollåtgärd. Typiskt för elektriska insektsdödare är dock att producerar lite visuell stimulans. Därför bör det inte finnas något behov av att ta hänsyn till risken för näthinneskador.

Jämförelse med exponeringsgränser

Gräns a		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{eff}} = 10 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns b		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{UVA}} = 34 \text{ mW m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns d		
Exponeringsgränsen är $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ $L_{\text{B}} = 0,85 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.
Gräns g		
Exponeringsgränsen är $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ $L_{\text{R}} = 33 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.

Geometriska faktorer

Spektrala irradiansdata kommer att mätas vid ett avstånd på 100 cm från den elektriska insektsdödaren. Eftersom den är väggmonterad kommer den från ungefärlig huvudhöjd. Detektorn kommer därför att vara riktad upp mot insektsdödaren från en horisontell på ungefär 30° . Eftersom lamporna i den elektriska insektsdödaren har ett cirkulärt tvärsnitt är det fortfarande möjligt att utgå från antagandet att de betraktas från 90° i förhållande till deras ytor.

Varje lampa har en medeldimension på 13,5 cm.

Därför är $\alpha = 0,135$ rad.

Varje lampa har en apparent ytaarea på 26 cm^2 .

Därför är $\omega = 0,0026$ sr.

Därför är $\omega_{\text{B}} = 0,01$ sr och $\omega_{\text{R}} = 0,0026$ sr.

Radiometriska data

De uppmätta effektiva irradiansvärdena är:

Effektiv irradians $E_{\text{eff}} = 10 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$.

UVA-irradians, $E_{\text{UVA}} = 34 \text{ mW m}^{-2}$.

Effektiv irradians (blått ljus),
 $E_{\text{B}} = 17 \text{ mW m}^{-2} = 8,5 \text{ mW m}^{-2}$ per lampa.

Effektiv irradians (termisk skada),
 $E_{\text{R}} = 172 \text{ mW m}^{-2} = 86 \text{ mW m}^{-2}$ per lampa.

Förenklade antaganden

Effektiv radian (blått ljus),
 $L_{\text{B}} = 8,5 \text{ mW m}^{-2} / 0,01 \text{ sr} = 0,85 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effektiv radian (termisk skada),
 $L_{\text{R}} = 86 \text{ mW m}^{-2} / 0,0026 \text{ sr} = 33 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

D.1.11 En takmonterad spotlight



En takmonterad spotlight är försedd med en inbyggd 50 W halogenlampa i en förseglad armatur. Armaturen har en dikroisk reflektor och en främre glastäckning. Den förseglade armaturen har en diameter på 4 cm. När den är tänd verkar källan vara homogen.

Val av exponeringsgränser

Eventuella risker kommer att uppstå från exponering för synliga våglängder (halogenlampor producerar viss ultraviolett strålning, men det här exemplet har en främre täckning som kommer att reducera emissionen). Gränserna **d** och **g** är tillämpliga.

Geometriska faktorer

Spektrala irradiansdata kommer att mätas vid ett avstånd på 100 cm från lampan, med blicken riktad rakt mot den. Källan har en medeldimension på 4 cm.

Jämförelse med exponeringsgränser

Gräns a		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$ → Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns b		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 12 \text{ mW m}^{-2}$ → Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns d		
Exponeringsgränsen är $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_{\text{B}} = 12,9 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Exponeringsgränsen har inte överskridits.
Gräns g		
Exponeringsgränsen är $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_{\text{R}} = 2 \text{ 998 W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Exponeringsgränsen har inte överskridits.

Därför är $\alpha = 0,04 \text{ rad}$.

Källan har en ytarea på 13 cm^2 .

Därför är $\omega = 0,001 \text{ sr}$.

Därför är $\omega_{\text{B}} = 0,01 \text{ sr}$ och $\omega_{\text{R}} = 0,001 \text{ sr}$.

Preliminär bedömning

Den fotopiska effektiva irradiansen mättes och är 484 mW m^{-2} . Detta motsvarar en illuminans på 331 lux .

Den här källans luminans är därför

$$331/0,001 = 331 \text{ 000 cd m}^{-2}.$$

Ytterligare bedömning av risken för skada på näthinnan är nödvändig.

Radiometriska data

De uppmätta effektiva irradiansvärdena är:

$$\text{Effektiv irradians } E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}.$$

$$\text{UVA-irradians, } E_{\text{UVA}} = 12 \text{ mW m}^{-2}.$$

$$\text{Effektiv irradians (blått ljus), } E_{\text{B}} = 129 \text{ mW m}^{-2}.$$

$$\text{Effektiv irradians (termisk skada), } E_{\text{R}} = 2 \text{ 998 mW m}^{-2}.$$

Förenklade antaganden

Effektiv radians (blått ljus),

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

Effektiv radians (termisk skada),

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

D.1.12 En bordsmonterad arbetslampa



En bordsmonterad arbetslampa är försedd med en inbyggd standardhalogenlampa i en armatur med öppen front. Armaturen har en diameter på 17 cm. Lampan är på 60 W och har en matt yta, samt en diameter på 5,5 cm. Källan är inte homogen och lampan är en starkare emitter än reflektorn.

Källan har en medeldimension på 5,5 cm.

Därför är $\alpha = 0,11$ rad.

Källan har en ytarea på 24 cm².

Därför är $\omega = 0,0096$ sr.

Därför är $\omega_b = 0,01$ sr och $\omega_r = 0,0096$ sr.

Preliminär bedömning

Den fotopiska effektiva irradiansen mättes och är 522 mW m⁻². Detta motsvarar en illuminans på 357 lux.

Den här källans luminans är därför

$$357/0,006 = 37\,188 \text{ cd m}^{-2}.$$

Ytterligare bedömning av risken för skada på näthinnan är nödvändig.

Radiometriska data

De uppmätta effektiva irradiansvärdena är:

$$\text{Effektiv irradians } E_{\text{eff}} = 50 \mu\text{W m}^{-2}.$$

$$\text{UVA-irradians, } E_{\text{UVA}} = 18 \text{ mW m}^{-2}.$$

$$\text{Effektiv irradians (blått ljus), } E_B = 92 \text{ mW m}^{-2}.$$

$$\text{Effektiv irradians (termisk skada), } E_R = 4\,815 \text{ mW m}^{-2}.$$

Val av exponeringsgränser

Eventuella risker kommer att uppstå genom exponering för synliga våglängder (lystråd i halogenlampor producerar viss ultraviolett emission, men glashöljet kommer att fungera som filter). Gränserna **d** och **g** är tillämpliga.

Geometriska faktorer

Spektrala irradiansdata kommer att mätas vid ett avstånd på 50 cm från lampan, med blicken riktad rakt mot den.

Förenklade antaganden

Effektiv radian (blått ljus),

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

Effektiv radian (termisk skada),

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

Jämförelse med exponeringsgränser

Gräns a		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{eff}} = 50 \mu\text{W m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns b		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{UVA}} = 18 \text{ mW m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns d		
Exponeringsgränsen är $100 \text{ W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$	→ $L_B = 0,92 \text{ W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.
Gräns g		
Exponeringsgränsen är $280 \text{ kW m}^{-2} \text{sr}^{-1}$	→ $L_R = 501 \text{ W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.

D.1.13 En bordsmonterad arbetslampa med "dagsljusspektrum"



En bordsmonterad arbetslampa är försedd med en inbyggd 60 W halogenlampa i en armatur med öppen front. Lampan är färgad för att efterlikna det naturliga dagsljusets färgegenskaper, men har inte en diffust transmitent matt yta. Armaturen har en diameter på 14 cm. Källan är inte homogen.

När lampan är tänd syns dess lystrådar tydligt. Det är svårt att beskriva lystrådens dimensioner, med den är ungefär 3 cm lång och 0,5 mm i diameter.

Val av exponeringsgränser

Eventuella risker kommer att uppstå genom exponering för synliga våglängder (lystråd i halogenlampor producerar viss ultraviolett emission, men glashöljet kommer att fungera som filter). Gränserna **d** och **g** är tillämpliga.

Geometriska faktorer

Spektrala irradiansdata kommer att mätas vid ett avstånd på 50 cm från lampan, med blicken riktad rakt mot den.

Lystråden har en medeldimension på 1,5 cm.

Därför är $\alpha = 0,03$ rad.

Lystråden har en ytarea på 0,15 cm².

Därför är $\omega = 0,00006$ sr.

Därför är $\omega_b = 0,01$ sr och $\omega_r = 0,0001$ sr.

Preliminär bedömning

Den fotopiska effektiva irradiansen mättes och är 559 mW m⁻². Detta motsvarar en illuminans på 383 lux.

Den här källans luminans är därför

$$382/0,00006 = 6\,000\,000 \text{ cd m}^{-2}.$$

Ytterligare bedömning av risken för skada på näthinnan är nödvändig.

Radiometriska data

De uppmätta effektiva irradiansvärdena är:

$$\text{Effektiv irradians } E_{\text{eff}} = 110 \mu\text{W m}^{-2}.$$

$$\text{UVA-irradians, } E_{\text{UVA}} = 26 \text{ mW m}^{-2}.$$

$$\text{Effektiv irradians (blått ljus), } E_b = 138 \text{ mW m}^{-2}.$$

$$\text{Effektiv irradians (termisk skada), } E_r = 5\,172 \text{ mW m}^{-2}.$$

Förenklade antaganden

Effektiv radians (blått ljus),

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

Effektiv radians (termisk skada),

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

Jämförelse med exponeringsgränser

Gräns a		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 110 \mu\text{W m}^{-2}$ → Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns b		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 26 \text{ mW m}^{-2}$ → Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns d		
Exponeringsgränsen är $100 \text{ W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 14 \text{ W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$ → Exponeringsgränsen har inte överskridits.
Gräns g		
Exponeringsgränsen är $280 \text{ kW m}^{-2} \text{sr}^{-1}$	→	$L_r = 52 \text{ kW m}^{-2} \text{sr}^{-1}$ → Exponeringsgränsen har inte överskridits.

D.1.14 En fotokopiator



En fotokopiator är försedd med en inbyggd skannande ljuskälla i form av två belysta avsökningsrader. Dessa avsökningsrader är 21 cm långa och monterade med 1,5 cm mellanrum. De kan ses till vänster på fotokopiatorns täckglas på bilden ovan. Varje belyst avsökningsrad är ungefär 3 mm bred.

Val av exponeringsgränser

Eventuella risker kommer att uppstå genom exponering för synliga våglängder (täckglaset bör reducera eventuell ultraviolett emission). Gränserna **d** och **g** är tillämpliga.

Geometriska faktorer

Spektrala irradiansdata kommer att mätas vid ett avstånd på 30 cm från täckglaset. Avståndet mellan täckglaset och den optiska strålkällan är försumbart. Mätningarna kommer att göras under direkt betraktning av källan. Detta är pessimistiskt, eftersom en människas exponering sannolikt kommer att vara från en vinkel.

Jämförelse med exponeringsgränser

Gräns a			
Exponeringsgränsen är $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns b			
Exponeringsgränsen är $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 22 \text{ mW m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns d			
Exponeringsgränsen är $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_{\text{B}} = 6,2 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.
Gräns g			
Exponeringsgränsen är $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_{\text{R}} = 115 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.

Varje källa har en medeldimension på 10,7cm.

Därför är $\alpha = 0,36 \text{ rad}$.

Varje källa har en ytarea på $6,3 \text{ cm}^2$.

Därför är $\omega = 0,007 \text{ sr}$.

Därför är $\omega_{\text{b}} = 0,01 \text{ sr}$ och $\omega_{\text{r}} = 0,007 \text{ sr}$.

Preliminär bedömning

Den fotopiska effektiva irradiansen mättes och är 197 mW m^{-2} . Detta var från två avsökningsrader. Eftersom varje avsökningsrad är en separat visuell strålkälla bidrar varje källa med $98,5 \text{ mW m}^{-2}$ till summan. Detta motsvarar en illuminans på 67 lux per lampa.

Den här källans luminans är därför $67/0,007 = 9\,643 \text{ cd m}^{-2}$.

Ingen ytterligare bedömning är nödvändig.

Radiometriska data

De uppmätta effektiva irradiansvärdena är följande:

Effektiv irradians $E_{\text{eff}} = 10 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$.

UVA-irradians, $E_{\text{UVA}} = 22 \text{ mW m}^{-2}$.

Effektiv irradians (blått ljus),
 $E_{\text{B}} = 124 \text{ mW m}^{-2} = 62 \text{ mW m}^{-2}$ per avsökningsrad.

Effektiv irradians (termisk skada),
 $E_{\text{R}} = 1\,606 \text{ mW m}^{-2} = 803 \text{ mW m}^{-2}$ per avsökningsrad.

Förenklade antaganden

Effektiv radian (blått ljus),
 $L_{\text{B}} = 62 \text{ mW m}^{-2} / 0,01 \text{ sr} = 6,2 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effektiv radian (termisk skada),
 $L_{\text{R}} = 803 \text{ mW m}^{-2} / 0,007 \text{ sr} = 115 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

D.1.15 En digital dataprojektor för placering på bord



En 150 W digital dataprojektor har en främre projektorlins med en diameter på 4,7 cm. Se även exempel D.1.16.

Projektorn skapar bilder genom att blanda tre primärfärger. Värsta tänkbara fall skulle vara om alla färger är närvarande, dvs. om en vit bild projiceras. Ett grafiskt programvarupaket kan användas för att skapa en tom vit sida. Spektrala irradiansdata kommer att mätas vid ett avstånd på 200 cm från projektorn, med projektorn fokuserad för att producera minsta möjliga skarpa bild vid det avståndet. Projektorlinsen har en apparent diameter på 4,7 cm. När den används verkar dock inte linsen vara homogent belyst. Den största belysta arean är ungefär 13 cm bred.

Val av exponeringsgränser

Den här typen av källa avger inga mätbara mängder av ultraviolett eller infraröd strålning, så eventuella risker kommer att uppstå genom exponering för synliga våglängder. Gränserna **d** och **g** är tillämpliga.

Geometriska faktorer

De tre primärfärgerna blandas för att producera färgbilder. Värsta tänkbara fall kommer att vara om alla tre

primärfärger är närvarande – en vit bild. Spektrala irradiansdata kommer att mätas vid ett avstånd på 200 cm från lampan, med blicken riktad rakt mot den.

Källan har en medeldimension på 3 cm.

Därför är $\alpha = 0,02$ rad.

Källan har en ytarea på 7 cm².

Därför är $\omega = 0,0001$ sr.

Därför är $\omega_B = 0,01$ sr och $\omega_R = 0,0001$ sr.

Preliminär bedömning

Den fotopiska effektiva irradiansen mättes och är 2 984 mW m⁻². Detta motsvarar en illuminans på 2 038 lux.

Den här källans luminans är därför

$2\,038/0,0001 = 20\,000\,000$ cd m⁻².

Ytterligare bedömning av risken för skada på näthinnan är nödvändig.

Radiometriska data

De uppmätta effektiva irradiansvärdena är:

Effektiv irradians $E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$.

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

Effektiv irradians (blått ljus),
 $E_b = 2\,237 \text{ mW m}^{-2}$.

Effektiv irradians (termisk skada),
 $E_R = 24\,988 \text{ mW m}^{-2}$.

Förenklade antaganden

Effektiv radians (blått ljus),

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

Effektiv radians (termisk skada),

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

Jämförelse med exponeringsgränser

Gräns a		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$ → Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns b		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 1 \text{ mW m}^{-2}$ → Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns d		
Exponeringsgränsen är $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_{\text{b}} = 224 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Exponeringsgränsen har överskridits.
Därför ska gräns c användas för att beräkna en högsta tillåtna exponeringstid.		
Gräns c		
Exponeringsgränsen är $L_{\text{b}} < 10^6 / t \text{ W m}^{-2}$	→	$t_{\text{max}} = 10^6 / L_{\text{b}}$ → Den högsta tillåtna exponeringstiden för denna källa är ungefär 70 minuter.
Källans intensiva ljushet innebär dock att varje exponeringsepisod sannolikt kommer att begränsas till ungefär 0,25 sekunder.		
Gräns g		
Exponeringsgränsen är $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_{\text{R}} = 250 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Exponeringsgränsen har inte överskridits.

D.1.16 En bärbar digital datorprojektor



En 180 W digital dataprojektor har en främre projek-
tionslins med en diameter på 3,5 cm. Se även exempel
D.1.15.

Projektorn skapar bilder genom att blanda tre primär-
färger. Värsta tänkbara fall skulle vara om alla färger är
närvarande, dvs. om en vit bild projiceras. Ett grafiskt
programvarupaket kan användas för att skapa en tom
vit sida. Spektrala irradiansdata kommer att mätas vid ett
avstånd på 200 cm från projektorn, med projektorn foku-
serad för att producera minsta möjliga skarpa bild vid det
avståndet. Projektorlinsen har en diameter på 3,5 cm och
verkar vara homogen vid användning.

Val av exponeringsgränser

Den här typen av källa avger inga mätbara mängder av
ultraviolett eller infraröd strålning, så eventuella risker
kommer att uppstå genom exponering för synliga våg-
längder. Gränserna **d** och **g** är tillämpliga.

Geometriska faktorer

De tre primärfärgerna blandas för att producera färg-
bilder. Värsta tänkbara fall kommer att vara om alla tre

primärfärger är närvarande – en vit bild. Spektrala irradi-
ansdata kommer att mätas vid ett avstånd på 200 cm från
lampan, med blicken riktad rakt mot den.

Källan har en medeldimension på 3,5 cm.

Därför är $\alpha = 0,02$ rad.

Källan har en ytarea på 9,6 cm².

Därför är $\omega = 0,0002$ sr.

Därför är $\omega_B = 0,01$ sr och $\omega_R = 0,0002$ sr.

Preliminär bedömning

Den fotopiska effektiva irradiansen mättes och är
681 mW m⁻². Detta motsvarar en illuminans på 465 lux.

Den här källans luminans är därför

$$465/0,0002 = 2\,325\,000 \text{ cd m}^{-2}.$$

Ytterligare bedömning av risken för skada på näthinnan
är nödvändig.

Radiometriska data

De uppmätta effektiva irradiansvärdena är:

Effektiv irradians $E_{\text{eff}} = >10 \mu\text{W m}^{-2}$.

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

Effektiv irradians (blått ljus), $E_B = 440 \text{ mW m}^{-2}$.

Effektiv irradians (termisk skada), $E_R = 5\,333 \text{ mW m}^{-2}$

Förenklade antaganden

Effektiv radians (blått ljus),

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

Effektiv radians (termisk skada),

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

Jämförelse med exponeringsgränser

Gräns a			
Exponeringsgränsen är $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns b			
Exponeringsgränsen är $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 1 \text{ mW m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns d			
Exponeringsgränsen är $100 \text{ W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$	→	$L_B = 44 \text{ W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.
Gräns g			
Exponeringsgränsen är $280 \text{ kW m}^{-2} \text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 27 \text{ kW m}^{-2} \text{sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.

D.1.17 En digital interaktiv whiteboardtavla



En väggmonterad digital interaktiv whiteboardtavla har en dimension på 113×65 cm.

Val av exponeringsgränser

Den här typen av källa avger inga mätbara mängder ultraviolett eller infraröd strålning, så eventuella risker kommer att uppstå genom exponering för synliga våglängder. Gräns **d** är tillämplig.

Geometriska faktorer

Den interaktiva whiteboardtavlan blandar tre primärfärger för att producera färgbilder. Värsta tänkbara fall kommer att vara om alla tre primärfärger är närvarande – en vit bild. Spektrala irradiansdata kommer att mätas vid ett avstånd på 200 cm från lampan, med blicken riktad rakt mot den.

Jämförelse med exponeringsgränser

Gräns a		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns b		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{UVA}} = 250 \mu\text{W m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns d		
Exponeringsgränsen är $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ $L_{\text{b}} = 56 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.
Gräns g		
Exponeringsgränsen är $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ $L_{\text{r}} = 0,6 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.

Källan har en medeldimension på 89 cm.

Därför är $\alpha = 0,45$ rad.

Källan har en ytarea på $7\,345 \text{ cm}^2$.

Därför är $\omega = 0,18$ sr.

Därför är $\omega_{\text{b}} = 0,18$ sr och $\omega_{\text{r}} = 0,18$ sr.

Preliminär bedömning

Den fotopiska effektiva irradiansen mäts och är 11 mW m^{-2} . Detta motsvarar en illuminans på 8 lux.

Den här källans luminans är därför $8/0,18 = 44 \text{ cd m}^{-2}$.

Ingen ytterligare bedömning är nödvändig.

Radiometriska data

De uppmätta effektiva irradiansvärdena är:

Effektiv irradians $E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W m}^{-2}$.

UVA-irradians, $E_{\text{UVA}} = 250 \mu\text{W m}^{-2}$.

Effektiv irradians (blått ljus), $E_{\text{b}} = 10 \text{ mW m}^{-2}$.

Effektiv irradians (termisk skada), $E_{\text{r}} = 112 \text{ mW m}^{-2}$.

Förenklade antaganden

Effektiv radians (blått ljus),
 $L_{\text{b}} = 10 \text{ mW m}^{-2} / 0,18 \text{ sr} = 56 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effektiv radians (termisk skada),
 $L_{\text{r}} = 112 \text{ mW m}^{-2} / 0,18 \text{ sr} = 0,6 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

D.1.18 En takmonterad infälld kompaktlysörslampa



Ett par 2 cm × 13 cm 26 W kompaktlysörslampor är monterade i en armatur med öppen front som är infälld i ett tak. Armaturen är försedd med en inbyggd bakreflektor och har en

diameter på 17 cm. Reflektorn är av hög kvalitet och källan verkar vara nästan homogen. Den kommer att utvärderas som om den inte är homogen, eftersom detta är att ta det säkra före det osäkra.

Val av exponeringsgränser

Den här typen av lampa avger inte signifikanta mängder infraröd strålning. Eventuella risker uppstår genom exponering för synliga eller ultraviolette våglängder. Gränserna **a**, **b** och **d** är tillämpliga.

Geometriska faktorer

Spektrala irradiansdata kommer att mätas vid ett avstånd på 100 cm från lampan, med blicken riktad rakt mot den.

Varje lampa har en medeldimension på 7,5 cm.

Därför är $\alpha = 0,075$ rad.

Källan har en ytarea på 26 cm².

Därför är $\omega = 0,0026$ sr.

Därför är $\omega_b = 0,01$ sr och $\omega_r = 0,0026$ sr.

Preliminär bedömning

Den fotopiska effektiva irradiansen mäts och är 1 558 mW m⁻². Detta var från två lampor: eftersom varje lampa är en separat synlig källa bidrar var och en med 779 mW m⁻² till summan. Detta motsvarar en illuminans på 532 lux per lampa.

Varje lampas luminans är därför $532/0,0026 = 204\,615$ cd m⁻².

Ytterligare bedömning av risken för skador på näthinnan är nödvändig. Den ultraviolette strålningen måste också bedömas.

Radiometriska data

De uppmätta effektiva irradiansvärdena är:

Effektiv irradians $E_{\text{eff}} = 40$ μW m⁻².

UVA-irradians, $E_{\text{UVA}} = 55$ mW m⁻².

Effektiv irradians (blått ljus),
 $E_b = 321$ mW m⁻² = 161 mW m⁻² per lampa.

Effektiv irradians (termisk skada), $E_R = 5\,580$ mW m⁻² = 2 790 mW m⁻² per lampa.

Förenklade antaganden

Effektiv radians (blått ljus),
 $L_b = 161$ mW m⁻² / 0,01 sr = 16 W m⁻² sr⁻¹.

Effektiv radians (termisk skada),
 $L_R = 2\,790$ mW m⁻² / 0,0026 sr = 1 073 W m⁻² sr⁻¹.

Jämförelse med exponeringsgränser

Gräns a

Exponeringsgränsen är $H_{\text{eff}} = 30$ J m⁻² → $E_{\text{eff}} = 40$ μW m⁻² → Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.

Gräns b

Exponeringsgränsen är $H_{\text{UVA}} = 10^4$ J m⁻² → $E_{\text{UVA}} = 55$ mW m⁻² → Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.

Gräns d

Exponeringsgränsen är 100 W m⁻² sr⁻¹ → $L_b = 16$ W m⁻² sr⁻¹ → Exponeringsgränsen har inte överskridits.

Gräns g

Exponeringsgränsen är 280 kW m⁻² sr⁻¹ → $L_R = 1\,073$ W m⁻² sr⁻¹ → Exponeringsgränsen har inte överskridits.

D.1.19 En indikator-LED



Gröna LED används som indikatorer på tangentbord för datorer. Varje LED är en separat källa, med måtten 1×4 mm.

Val av exponeringsgränser

En lysdiod (LED) avger bara strålning i ett smalt våglängdsband. Eftersom den här är grön kommer det inte att bli någon emission i de ultravioletta eller infraröda våglängdsområdena. Bara gräns **d** är tillämplig.

Geometrisk faktor

Spektrala irradiansdata kommer att mätas vid ett avstånd på 5 mm från lysdioden, med blicken riktad rakt mot den.

Jämförelse med exponeringsgränser

Gräns a		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns b		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{UVA}} = 40 \mu\text{W m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns d		
Exponeringsgränsen är $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ $L_{\text{b}} = 1,2 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.
Gräns g		
Exponeringsgränsen är $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ $L_{\text{r}} = 0,22 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.

Källan har en medeldimension på 2,5 mm.

Därför är $\alpha = 0,5$ rad.

Källan har en ytarea på 4 mm^2 .

Därför är $\omega = 0,16$ sr.

Därför är $\omega_{\text{b}} = 0,16$ sr och $\omega_{\text{r}} = 0,16$ sr.

Preliminär bedömning

Den fotopiska effektiva irradiansen mäts och är 30 mW m^{-2} . Detta motsvarar en illuminans på 20 lux.

Den här källans luminans är därför $20/0,16 = 125 \text{ cd m}^{-2}$.

Ingen ytterligare bedömning är nödvändig.

Nödvändiga data

De uppmätta effektiva irradiansvärdena är:

Effektiv irradians $E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W m}^{-2}$.

UVA-irradians, $E_{\text{UVA}} = 40 \mu\text{W m}^{-2}$.

Effektiv irradians (blått ljus), $E_{\text{b}} = 190 \mu\text{W m}^{-2}$.

Effektiv irradians (termisk skada), $E_{\text{r}} = 35 \text{ mW m}^{-2}$.

Förenklade antaganden

Effektiv radian (blått ljus),

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

Effektiv radian (termisk skada),

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

D.1.20 En handdator



En handdator med en displayskärm vars mått är 5 cm × 3,5 cm.

Val av exponeringsgränser

Handdatorer avger inte signifikanta mängder ultraviolett eller infraröd strålning. Eventuella risker kommer att uppstå genom exponering för synliga våglängder. Gräns **d** är tillämplig.

Geometriska faktorer

Skärmen blandar tre primärfärger för att producera färgbilder. Värsta tänkbara fall kommer att vara om alla tre primärfärger är närvarande – en vit bild. Spektrala irradiansdata kommer att mätas vid ett avstånd på 2 cm från en

skärm som är så vit som möjligt, med blicken riktad rakt mot den.

Källan har en medeldimension på 4,25 cm.

Därför är $\alpha = 2,1$ rad

Källan har en ytarea på 17,5 cm².

Därför är $\omega = 4,4$ sr.

Därför är $\omega_b = 4,4$ sr och $\omega_r = 4,4$ sr.

Preliminär bedömning

Den fotopiska effektiva irradiansen mättes och är 47 mW m⁻². Detta motsvarar en illuminans på 32 lux.

Den här källans luminans är därför 32/4,4 = 7,3 cd m⁻².

Ingen ytterligare bedömning är nödvändig.

Nödvändiga data

De uppmätta effektiva irradiansvärdena är:

Effektiv irradians $E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W m}^{-2}$.

UVA-irradians, $E_{\text{UVA}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$.

Effektiv irradians (blått ljus), $E_b = 27 \text{ mW m}^{-2}$.

Effektiv irradians (termisk skada), $E_r = 330 \text{ mW m}^{-2}$.

Förenklade antaganden

Effektiv radian (blått ljus),

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

Effektiv radian (termisk skada),

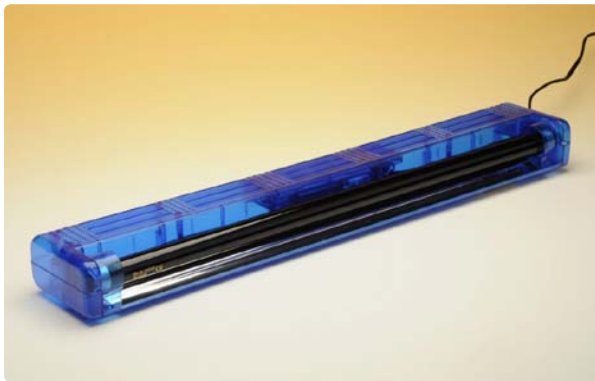
$L_r = 330 \text{ mW m}^{-2} / 4,4 \text{ sr} = 75 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Jämförelse med exponeringsgränser

Gräns a		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns b		
Exponeringsgränsen är $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{UVA}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns d		
Exponeringsgränsen är $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ $L_b = 6 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.
Gräns g		
Exponeringsgränsen är $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ $L_r = 75 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.

D.1.21 En UVA-mörkstrålare

UVA-mörkstrålare är ofta lågtryckskviksilverlampor som avger strålning i UVA med mycket litet synlig emission. De används för att inducera fluorescens för en mängd olika ändamål (ickeförstörande provning, avslöjande av förfalskningar, egendomsmärkning och underhållningseffekter). Detta exempel är innefattar en inbyggd 20 W lampa med måtten $55 \times 2,5$ cm. Lampan är monterad på en öppen list (dvs. utan glas- eller plasttäckning över lampan).



Val av exponeringsgränser

Den här källan liknar en lysrörslampa, men den synliga effekten är undertryckt till förmån för UVA. Därför finns inget behov av att överväga risken för skador på

Jämförelse med exponeringsgränser

Gräns a			
Exponeringsgränsen är is $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns b			
Exponeringsgränsen är is $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 176 \text{ mW m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns d			
Exponeringsgränsen är $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_{\text{b}} = 55 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.
Gräns g			
Exponeringsgränsen är $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_{\text{r}} = 255 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.

näthinnan. Gränserna **a** och **b** är tillämpliga. En bedömning av luminans är inte lämplig eftersom detta inte är en ljuskälla med vitt ljus.

Geometriska faktorer

Spektrala irradiansdata kommer att mätas vid ett avstånd på 50 cm från lampan.

Lampan har en medeldimension på 29 cm.

Därför är $\alpha = 0,575$ rad.

Varje lampa har en apparent ytarea på 138 cm^2 .

Därför är $\omega = 0,055$ sr.

Därför är $\omega_{\text{b}} = 0,055$ sr och $\omega_{\text{r}} = 0,055$ sr.

Radiometriska data

De uppmätta effektiva irradiansvärdena är:

Effektiv irradians $E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$

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

Effektiv irradians (blått ljus), $E_{\text{b}} = 3 \text{ mW m}^{-2}$.

Effektiv irradians (termisk skada), $E_{\text{r}} = 14 \text{ mW m}^{-2}$.

Förenklade antaganden

Effektiv radians (blått ljus),

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

Effektiv radians (termisk skada),

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

D.1.22 En gatlykta med en inbyggd metallhalogenlampa



En gatlykta är försedd med en 150 W inbyggd metallhalogenlampa monterad i en kåpa som är omgiven av för-silvrade metallgaller. Gallren är riktade nedåt och placerade med 2,5 cm mellanrum. Själva lampan är ungefär 1 × 2 cm, och monterad inne i ett sekundärt hölje som mäter 8 × 5 cm. Hela armaturen är ytterligare innesluten i ett cylindrisk väderbeständig plasthölje. Källan är inte homogen. Det ljusaste området är den inre lampkolven. Det är möjligt att betrakta lampan direkt genom att titta uppåt mellan gallren vid en lämplig vinkel.

Hela armaturen är ytterligare innesluten i ett cylindrisk väderbeständig plasthölje. Källan är inte homogen. Det ljusaste området är den inre lampkolven. Det är möjligt att betrakta lampan direkt genom att titta uppåt mellan gallren vid en lämplig vinkel.

Val av exponeringsgränser

Eventuella risker kommer att uppstå genom exponering för synliga eller möjligen ultraviolettera våglängder. Metallhalogenlampor producerar mycket stora mängder ultraviolett strålning. Det här exemplet har ett ytterhölje som kan reducera emissionen och armaturen har en täckning som reducerar emissionen, men man kan ändå behöva ta hänsyn till mängden UVA som avges. Gränserna **b**, **d** och **g** är tillämpliga.

Geometriska faktorer

Eftersom lampkåpan är avsedd att användas ovanpå en lyktstolpe är värsta tänkbara exponeringsscenario (dvs. att titta direkt genom gallren) bara möjligt vid avstånd

i storleksordningen 7 m. Spektrala irradiansdata kommer dock att mätas vid ett avstånd på 100 cm från lampan, med blicken riktad rakt mot den.

Bågen har en medeldimension på 1,5 cm.

Därför är $\alpha = 0,015$ rad.

Källan har en ytarea på 2 cm².

Därför är $\omega = 0,0002$ sr.

Därför är $\omega_B = 0,01$ sr och $\omega_R = 0,0002$ sr.

Preliminär bedömning

Den fotopiska effektiva irradiansen mättes och är 327 mW m⁻². Detta motsvarar en illuminans på 223 lux.

Den här källans luminans är därför

$$223/0,0002 = 1\,115\,000 \text{ cd m}^{-2}$$

Ytterligare bedömning av risken för skada på näthinnan är nödvändig och den potentiella risken med ultraviolett strålning måste också bedömas.

Radiometriska data

De uppmätta effektiva irradiansvärdena är:

$$\text{Effektiv irradians } E_{\text{eff}} = 7 \mu\text{W m}^{-2}$$

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

$$\text{Effektiv irradians (blått ljus), } E_B = 86 \text{ mW m}^{-2}$$

$$\text{Effektiv irradians (termisk skada), } E_R = 1\,323 \text{ mW m}^{-2}$$

Förenklade antaganden

Effektiv radians (blått ljus),

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

Effektiv radians (termisk skada),

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

Jämförelse med exponeringsgränser

Gräns a			
Exponeringsgränsen är $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 7 \mu\text{W m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns b			
Exponeringsgränsen är $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 29 \text{ mW m}^{-2}$	→ Den högsta tillåtna exponeringstiden är > 8 timmar.
Gräns d			
Exponeringsgränsen är $100 \text{ W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$	→	$L_B = 8,6 \text{ mW m}^{-2} \text{sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.
Gräns g			
Exponeringsgränsen är $280 \text{ kW m}^{-2} \text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 6,7 \text{ kW m}^{-2} \text{sr}^{-1}$	→ Exponeringsgränsen har inte överskridits.

D.1.23 Sammanfattning av data från exemplen

De data som presenteras i ovanstående 18 exempel kan jämföras med exponeringsvärdena genom att dividera

den effektiva radiansen eller 8 timmars strålningsexponering med den lämpliga exponeringsgränsen. Dessa värden presenteras nedan. Värden som var < 1 % av exponeringsgränserna bearbetas inte ytterligare. Värden som är > 1 visas i rött.

Strålkälla	Avstånd	Riskvärde (Kvot mellan emission och gränsvärde)				
		Luminans	Effektiv ultra-violett strålning (gräns a)	UVA (gräns b)	Blåljus-risk (limit d)	Risk för termisk skada på näthinnan (gräns g)
Fluorescerande områdeslampor (bakom diffusor)	100 cm	0,15	< 0,01	0,05	0,01	< 0,01
Fluorescerande områdeslampa (utan diffusor)	100 cm	3,7	0,58	0,35	0,19	< 0,01
Fyra fluorescerande områdeslampor (utan diffusor)	100 cm	2,8	1,0	0,33	0,13	< 0,01
Bildskärm med katodstrålerör	10 cm	< 0,01	0,12	0,02	< 0,01	< 0,1
Bildskärm för bärbar dator	10 cm	< 0,01	0,07	0,01	< 0,01	< 0,01
Flodljus med metallhalogenlampa	100 cm	15 000	0,1	2,6	2,3	1,08
Flodljus med kompaktlysrörslampa	100 cm	6,4	0,01	< 0,01	0,15	< 0,01
Insektsdödare	100 cm	ej tillämpligt	0,01	0,10	< 0,01	< 0,1
Spotlight med halogenlampa	100 cm	33,1	0,03	0,04	0,13	0,01
Arbetslampa	50 cm	3,7	0,05	0,05	< 0,01	< 0,01
Arbetslampa (dagsljusspektrum)	50 cm	600	0,11	0,08	0,14	0,19
Fotokopiator	30 cm	0,96	0,01	0,06	0,06	< 0,01
Dataprojektor	200 cm	2 000	0,03	< 0,01	2,2	0,89
Bärbar projektor	200 cm	233	< 0,01	< 0,01	0,44	0,10
Interaktiv whiteboardtavla	200 cm	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Kompaktlysrörslampa	100 cm	20	0,04	0,16	0,16	< 0,01
Indikator-LED	0,5 cm	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Handdator	2 cm	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
UVA-mörkstrålare	50 cm	ej tillämpligt	0,03	0,51	< 0,01	< 0,01
Gatlykta	100 cm	112	< 0,01	0,08	0,09	0,02

Tabellen visar att i alla fall där källans luminans var < 10⁴ cd m⁻² överskreds ingen av gränserna för exponering av näthinnan (**d** och **g**). Även där källans luminans översteg 10⁴ cd m⁻², visade det sig senare att de flesta av källorna inte utgjorde någon risk för näthinneskador.

Av de källor som är undersökta var det bara för flodljusarmaturerna med metallhalogenlampor och dataprojektorer för användning på bord som det fanns sannolikhet för att exponeringsgränserna skulle överskridas. I de flesta fallen var dessa exponeringsgränser som fastställts för att skydda näthinnan. Senare beräkningar (se de enskilda exemplen) tyder på att det inte är sannolikt att exponeringsgränserna faktiskt skulle överskridas. Detta beror på naturliga skyddsmekanismer och de överdrivet konservativa villkoren för den ursprungliga bedömningen. Det här betyder inte att källorna inte ska behandlas med försiktighet, eftersom det är möjligt att de naturliga skyddsmekanismerna inte

fungerar. Om en källa befinner sig i det perifera synfältet är det möjligt att skyddsmekanismen inte utlöses. Detta skulle kunna leda till att exponeringsgränserna överskrids.

Två sinsemellan mycket lika takarmaturer med öppen front och lysrör har här undersökts. Det är värt att notera att vid belysningsnivåer kring 1 100–1 200 lux kom en armatur nära det effektiva gränsvärdet för ultraviolett strålning medan den andra inte gjorde det. Den här skillnaden beror på att lysröret kom från olika tillverkare och tyder på att till synes likadana lampor kan ha mycket olika nivåer av oavsiktlig emission.

Olika emissionsnivåer från liknande källor visas också i jämförelsen mellan de två dataprojektorer som undersökts. Även om den är svagare verkar dataprojektor för användning på bord (enligt de antaganden som gjordes rörande källans område) farligare än den bärbara projektorn.

D.2 Lasershow



Lasrar har använts i underhållning för att stödja levande och inspelad musik sedan 1970-talet. Huvudproblemet har varit frågan om publikens exponering för laserstrålning i nivåer som överskrider gränsvärdena för exponering. I direktivet ställs dock bara krav på beaktande av arbetstagares exponering. I det här exemplet tar man hänsyn till installationen och genomförandet av en lasershow vid ett tillfälligt evenemang. Principerna bör dock vara tillämpliga på alla lasershower.

D.2.1 Risker och personer utsatta för fara

Den enda faran som här beaktas är laserstrålen. Andra faror kan utgöra en större risk för skador eller till och med dödsfall.

Många lasershower använder lasrar i klass 4. Strålningseffekten kommer per definition att överskrida 500 mW. Om man utgår från antagandet av en enda oförutsedd exponering av ögonen för laserstrålen kan gränsvärdet för exponering fastställas utifrån tabell 2.2 i bilaga II till direktivet.

Gränsvärdet för exponering är $18 t^{0,75} \text{ J m}^{-2}$ för våglängder mellan 400 och 700 nm. Genom att ersätta för $t = 0,25 \text{ s}$ är gränsvärdet för exponering $6,36 \text{ J m}^{-2}$. Eftersom det är sannolikt att laserstrålen avges som en kontinuerlig våg är det praktiskt att omvandla denna strålningsexponering till irradians genom att dividera med exponeringens duration (0,25 s). Detta ger ett gränsvärde för exponering, uttryckt i irradians, på $25,4 \text{ W m}^{-2}$.

Den begränsande aperturen för exponering av ögon för synliga laserstrålar är 7 mm. Det är därför möjligt att fastställa den maximala effekt som kan tillåtas i denna apertur på 7 mm för att säkerställa att gränsvärdet för exponering inte överskrids. Denna beräknas genom multiplicering av gränsvärdet för exponering med arean av aperturen på 7 mm. Man utgår från antagandet att aperturen är cirkulär, så arean är $3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$. $25,4 \text{ W m}^{-2}$ multiplicerat med $3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ ger ungefär 0,001 W, eller 1 mW.



Gränsvärdet för exponering kommer att överskridas med en faktor på minst 500, dvs. antalet mW över 1 mW, om laserstrålen är 7 mm i diameter eller mindre.

Den här bedömningen visar att strålen inte ska riktas direkt mot arbetstagarnas ögon om den inte har divergerat tillräckligt för att reducera irradiansen till ett värde under $25,4 \text{ W m}^{-2}$.

Nedan följer ett förslag till lista över de arbetstagare som kan vara utsatta för risk under delar av laserinstallationens livscykel. Hänsyn tas endast till de stadier i livscykeln då laserstrålen avger strålning.

Strålinriktning
Laserinstallationstekniker
Laseroperatör
Andra installationstekniker
Säkerhetspersonal
Evenemangspersonal
Lasershow
Laseroperatör
Ljus- och ljudtekniker
Artister
Säkerhetspersonal
Evenemangspersonal
Försäljare

Lasershower består sällan av statiska laserstrålar. Avsökningsmönster genereras genom att man flyttar på laserstrålen. Detta görs vanligen med datorstyrda ortogonala galvanometermonterade speglar. Många avsökningsmönster kräver dock samma placering för att skannas upprepade gånger, så en persons ögon kan få en skur av laserpulser när mönstret passerar över ansiktet.

Om en pulsad laser används ska bedömningen göras med hänsyn till om gränsvärdet för exponering kan överskridas för en exponering för en enda puls av laserstrålning vid tillgängliga platser, liksom för en serie av pulser.

D.2.2 Utvärdera och prioritera risker

Bedömningen av den potentiella exponeringen jämfört med gränsvärdet för exponering visar att gränsvärdet

sannolikt kommer att överskridas. För en laser på 500 mW är det även möjligt att fastställa den tid som krävs för att en kontrollåtgärd ska ha effekt. I standarden IEC TR 60825-3 föreslås att hänsyn ska tas till tiden från det att ett felförhållande inträffar tills en kontrollåtgärd har effekt.

Utifrån antagandet att strålen innehåller 500 mW kommer irradiansen att vara $0,5 \text{ W}/3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$, eller ungefär $13\,000 \text{ W m}^{-2}$. Eftersom gränsvärdena för exponering uttrycks som strålningsexponering (J m^{-2}) för durationer av exponering under 10 s, kan irradiansen konverteras till strålningsexponering genom multiplicering med exponeringens duration: $13\,000 \times t \text{ J m}^{-2}$.

Värdet av t fastställs genom lösning för vart och ett av gränsvärdena som en funktion av tiden tills t ligger inom giltighetsintervallet för gränsvärdena. Detta fastställs som $3,8 \times 10^{-7} \text{ s}$ med användning av gränsvärdena för exponering på $5 \times 10^{-3} \text{ J m}^{-2}$ inom tidsramen 10^{-9} till $1,8 \times 10^{-5} \text{ s}$.



För en 500 mW laser med kontinuerlig vågeffekt skulle alla kontrollåtgärder för att säkerställa att gränsvärdena för exponering av ögon inte överskrids behöva vara effektiva inom 0,38 μs .

Den här slutsatsen pekar på att undvikande av exponering för laserstrålar ska vara högprioriterat.

D.2.3 Besluta om förebyggande åtgärder och vidta åtgärder

Eftersom laserstrålen utgör en stor skaderisk är det viktigt att risken för exponering av ögon minimeras. Laserstrålen måste dock vara synlig antingen inom luftvolymen eller som en reflektion från en skärm för att skapa de avsedda underhållningseffekterna. risken ska därför hanteras genom att man säkerställer att arbetstagarna inte befinner sig i strålbannerna. Nedan föreslås olika sätt att hantera risken.

Laseroperatörer och stödpersonal ska ha tillräcklig utbildning.

Ett minimalt antal personer ska vara närvarande vid inriktningen.

Alla strålar ska riktas in i områden där det inte finns några människor.

Lasrar och stödotrustning, inklusive speglar för studsning, ska vara anslutna och förankrade på lämpligt sätt för att säkerställa att inga olämpliga rörelser inträffar under föreställningens genomförande.

Strålbannerna ska vara blockerade genom fysisk släckning för att säkerställa att områden där det finns människor inte hamnar i vägen för strålarna. Datorprogram för släckning får bara användas om de är certifierade enligt lämpliga säkerhetskritiska standarder.

Operatörer ska vara placerade så att de övervakar alla strålbannerna och har möjlighet att vid behov bryta emissionen.

Vid verksamhet i utomhusmiljöer ska hänsyn tas till lufttrafiksäkerheten. Nationella krav kan vara tillämpliga.

D.2.4 Övervakning och granskning

Personalen ska kontinuerligt övervaka laserbannerna under inriktning och uppträdande samt vara beredda på att vid behov i god tid vidta korrigerande åtgärder. Om lasern är en permanent installation blir det nödvändigt att regelbundet granska bedömningen och troligen även att ha checklistor som går igenom före showerna.

D.2.5 Slutsats

Att utforma en show för att säkerställa att inga arbetstagare exponeras för laserstrålen betyder att detaljerade samt vanligen komplicerade och tidskrävande bedömningar i förhållande till gränsvärdena för exponering inte krävs. Kombinerad användning av utbildning av operatörer och rena kontrollåtgärder ska säkerställa att arbetstagarna inte utsätts för att gränsvärdena för exponering överskrids.

D.3 Medicinska tillämpningar av optisk strålning

Artificiella optiska strålkällor används för en rad olika ändamål i den medicinska miljön. Vissa källor, som de som används för områdesbelysning, bildskärmsutrustning (se foto), indikatorlampor, fotografering, laboratorieanalyser och bilbelysning, påträffas vanligen i andra miljöer och behandlas i andra delar av denna handbok. Förutsatt att strålkällorna inte har ändrats och att de inte används på ett väsentligt annorlunda sätt, finns det för dessa källor ingen anledning till att exponeringen skulle vara väsentligt annorlunda än den som inträffar i mer allmänna miljöer.



Användning av bildskärmsutrustning vid röntgenundersökningar.

Det finns dock ett stort antal specialistkällor som utvecklats specifikt för medicinska tillämpningar. Till dessa hör följande tillämpningar:

Arbetsbelysning	Terapeutiska strålkällor
Belysning i operationssalar	Ultravioletta strålkällor för fototerapi
Förlossningsbelysning	Blåljuskällor för fototerapi
Spotlights	Källor för fotodynamisk terapi
Skåp för granskning av röntgenbilder	Lasrar för fysioterapi
Diagnostisk belysning	Kirurgiska lasrar
Transilluminatorer för foster- och neonatalundersökning	Ögonlasrar
Spaltlampor och andra oftalmologiska instrument	Intensiva pulsade ljuskällor
Utrustning för laserdiagnostik, t.ex. näthinneskannrar	Källor för specialistprover
Woods-glaslampor	Solsimulatorer

D.3.1 Arbetsbelysning

Den mest kraftfulla belysningen inom kategorin för arbetsbelysning är normalt belysningen i operationssalar. I tabell D.3.1 innehåller exempelbedömningar av flera olika typer av belysning i operationssalar. Av tabellen framgår att en av de bedömda enheterna skulle kunna utgöra en blåljusrisk vid direkt betraktning av källan.



Exempel på belysning i operationssalar.

TABELL D.3.1 Bedömning av belysning i salar utifrån antagandet att källan betraktas direkt (*)

Strålkälla	Aktinisk UV-risk	UVA-risk	Blåljusrisk	Andra optiska strålningsrisker
Hanalux 3210	Ingen	Ingen	Kan överskridas inom ~30 minuter vid direkt betraktning	Ingen
Hanalux Oslo	Ingen	Under exponeringsgränsen för 8 timmars exponering	Kan överskridas inom ~30 minuter vid direkt betraktning	Ingen
Hanalux 3004	Ingen	Ingen	< 20 % av gränsvärdet för exponering	Ingen
Martin ML702HX	Ingen	Ingen	< 20 % av gränsvärdet för exponering	Ingen
Martin ML502HX	Ingen	Ingen	< 20 % av gränsvärdet för exponering	Ingen
Martin ML 1001	Ingen	Ingen	< 20 % av gränsvärdet för exponering	Ingen
(*) Bedömningsdata från institutionen för medicinsk fysik, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, London.				

Det ska noteras att lamporna används för att ge belysning ovanifrån, varför det skulle vara osannolikt att någon skulle titta direkt in i källan på nära håll. Lamporna är dessutom starka och det vore obehagligt att titta direkt in i dem under längre perioder. Exponeringen blir därför i praktiken mycket lägre än den som fastställs i tabell D.3.1, så det är osannolikt att den skulle utgöra en risk.

Annan arbetsbelysning som är specifik för den medicinska sektorn inkluderar spotlights som används för att skapa lokal belysning under undersökningar och förlossningsbelysning. Båda dessa typer av belysning ger upphov till liknande frågor som belysningen i operationssalar när det

gäller sannolika exponeringsscenarioer. De är båda riktade källor som används för att skapa lokal belysning och det är inte sannolikt att någon skulle titta in i källan under perioder av väsentlig omfattning. I allmänhet är det sannolikt att både spotlights och förlossningsbelysning har lägre effekt än belysning i operationssalar. Det är på den grundvalen som de i allmänhet inte förväntas utgöra någon risk.



Exempel på förlossningsbelysning.

Användningen av belysta förstöringsapparater är mycket utbredd inom medicinen och utgör i princip en källa till lokaliserad belysning i kombination med en stor förstöringslins enligt bilden nedan.



Exempel på en belyst förstöringsapparat, i detta fall en Luxo Wave Plus.

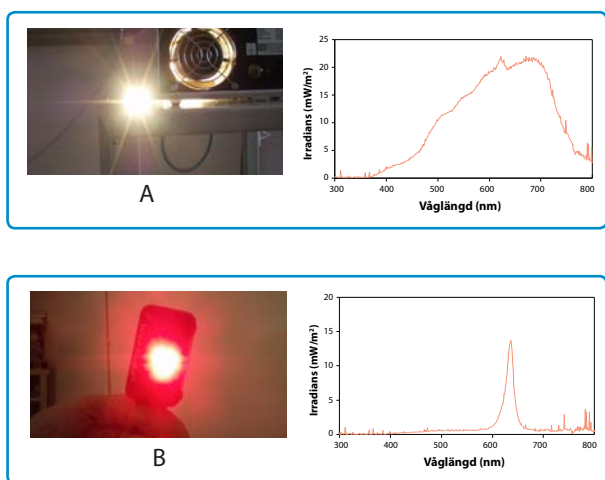
Enligt en bedömning utförd av institutionen för medicinsk fysik vid Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust hade belysningsanordningen Luxo Wave Plus emissioner i de ultraviolettera och synliga områdena av spektrum. Kontinuerlig exponering i dess närhet skulle inte överskrida gränsvärdet för exponering för aktinisk UV-strålning. Även om det fanns signifikanta mängder emissioner av blått ljus skulle denna inte överskrida 1 % av det relevanta gränsvärdet för exponering. Det fanns inga signifikanta UVA-risker eller termiska risker. Det är sannolikt att andra liknande anordningar skulle utgöra en lika låg risk.

Utrustning för granskning av röntgenbilder ger relativt lågintensiv diffus belysning. Bedömningar utförda av institutionen för medicinsk fysik vid Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust tyder på att direkt betraktning av källan på nära håll, vilket är sannolikt med hänsyn till det sätt på vilket den här typen av källa används, skulle leda till exponering

för blått ljus som utgör mindre än 5 % av gränsvärdet för exponering. Det fanns inga signifikanta risker för skador av aktinisk UV-strålning, UVA eller termiska mekanismer.

D.3.2 Diagnostisk belysning

Transilluminatorer för foster- och neonatalundersökning används vanligen vid neonatalenheter. De kan användas för att betrakta inre strukturer som ett diagnostiskt hjälpmedel eller för att identifiera blodkärl. Detta innebär att källorna normalt måste kunna användas för att belysa små volymer, samtidigt som de måste vara tillräckligt intensiva för att tränga igenom vävnad och vara synliga på utgångssidan.



Bilder av transilluminatorer för foster- och neonatalundersökning samt uppmätta effektspektrum. (A) Neonate 100. (B) Wee Sight™.

Effektspektrumet hos transilluminatorn Neonate 100 visar ett brett spektrum av emissioner över hela det synliga området, med viss emission i både UVA- och IRA-områdena. Bedömningar visar att även vid exponering på nära håll kommer den ultravioletta emissionen inte att utgöra någon risk (tabell D.3.2). Emissionen av blått ljus är dock signifikant och detta skulle utgöra en risk vid exponering över tio minuter. Som framgår av fotografiet till vänster är källan extremt ljus och den normala skyddsmekanismen kan förväntas begränsa den individuella exponeringen till 0,25 sekunder. Denna exponering kan vara kumulativ under en arbetsdag, men den totala användningen av anordningen är relativt låg. Det innebär att även med pessimistiska antaganden förväntas den ackumulerade exponeringen vara mindre än 5 % av gränsvärdet för exponering. Med stark emission över det synliga området och in i det nära infraröda området är det dessutom nödvändigt att utvärdera risken för termiska skador på näthinnan. Den risken begränsas dock av den naturliga skyddsmekanismen och skulle inte överskrida 2 % över gränsvärdet för exponering ens vid långvarigt tittande mot källan, vilket skulle vara extremt obehagligt. Anordningen Wee Sight™ har relativt begränsad emission, vilket är typiskt för LED-källor. Som förväntat utgör den inte någon optisk risk.

TABELL D.3.2 Bedömning av transmittorer för foster- och neonatalundersökningar (*)

Källa	Aktinisk UV-risk	UVA-risk	Blåljusrisk	Termisk risk
Neonate 100	Ingen	Ingen	< 5 % av gränsvärdet för exponering	~2 % av gränsvärdet för exponering
Wee Sight™	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen

(*) Mätningar från institutionen för strålningsskydd, Royal Berkshire NHS Foundation Trust, Reading.

Spaltlampor och andra oftalmologiska instrument är försedda med spaltlampor, men är avsedda för användning vid ögonundersökning och bör därför utgöra en minimal risk. De är dessutom mycket målinriktade och det är följaktligen osannligt att de skulle leda till signifikanta och ofrivillig exponering på arbetsplatsen. Nya oftalmologiska instrument för ögonundersökning, som näthinneskannrar, kan mycket väl vara utrustade med

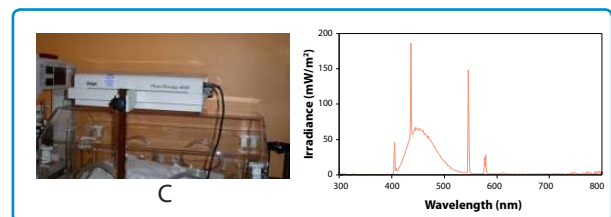
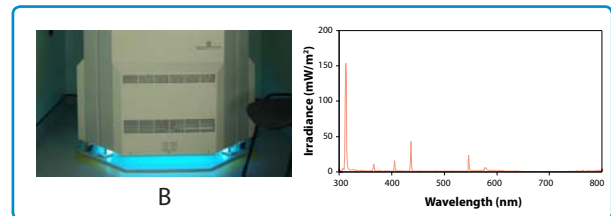
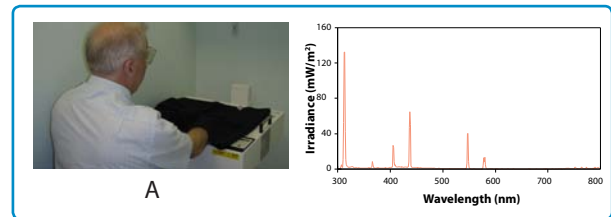
inbyggda laserkällor. Men de har bedömts för avsiktlig exponering och kommer i allmänhet att klassificeras som klass 1-utrustning. Risken för att personalen ska utsättas för exponering bör alltså vara minimal.

Woods-glaslampor kan användas för diagnostiska ändamål och är huvudsakligen kvicksilverlampor som är försedda med ett Woods-glasfilter för att avlägsna

kortvågiga emissioner av UV-strålning och synlig strålning. De skulle alltså kunna förväntas utgöra en UVA-risk och de kan även, beroende på hur effektiv filtreringen är, även utgöra en aktinisk UV-risk. Enligt en bedömning utförd av den medicinska fysikinstitutionen vid Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust kan direkt exponering för effekten från en Woods-lampa i över 50 minuter leda till att gränsvärdet för exponering för UVA överskrids. Samma bedömning visade att det skulle ta över 7,5 timmar att överskrida gränsvärdet för exponering för aktinisk UV-strålning, medan övriga optiska strålningsrisker var obetydliga. Woods-lampor används för undersökningar, så en kombination av operatörsutbildning och personligt ögonskydd skulle begränsa både den direkta exponeringen för källan och exponeringen för spridd UVA. Med hänsyn till att gränsvärdet för exponering för aktinisk UV-strålning bara skulle överskridas efter långvarig exponering för den direkta emissionen är det osannolikt att den strålningen skulle utgöra någon signifikant risk.

D.3.3 Terapeutiska strålkällor

Det finns flera olika källor som används för fototerapeutisk behandling. Ultraviolettera strålkällor används särskilt för att behandla hudsjukdomar, medan blåljuskällor används vanligen för behandling av Gilberts syndrom (hyperbilirubinemi) hos nyfödda, varav upp till 60 % kan lida av denna sjukdom.



Bilder av fototerapeutisk utrustning samt uppmätta effektspektrum. (A) Waldmann UV 7001 UVB. (B) Waldmann UV 181 BL. (C) Dräger PhotoTherapy 4000.

De spektrum som återges ovan visar att ultraviolettera strålkällor för fototerapi (exemplen A och B) i allmänhet har stark emission i det ultraviolettera spektralområdet och även kan avge synlig strålning, särskild i den blå delen av spektrum. Som förväntat tyder bedömningen av risken (tabell D3.3) att de främsta riskerna från dessa enheter avser antingen aktinisk UV-strålning eller UVA. I exempel C visas spektrum från en blåljuskälla som används inom fototerapi. Som förväntat är källans emission stark i det blå området av det synliga spektrumet, men den har liten om ens någon emission i de ultraviolettera och nära infraröda områdena.

TABELL D.3.3 Bedömning av källor som används inom fototerapi

Källa	Aktinisk UV-risk	UVA-risk	Blåljusrisk	Andra optiska strålningsrisker
Waldmann UV 7001 UVB (*)	Kan överskridas inom ~ 5h	Under exponeringsgränsen	Under exponeringsgränsen	Ingen
Waldmann TL01 UV5000 (**)	Kan överskridas inom ~ 7,5 h	Under exponeringsgränsen	Ingen	Ingen
Waldmann UV6 UV5001BL (**)	Kan överskridas inom ~ 4 h	Under exponeringsgränsen	Ingen	Ingen
Waldmann UV 181 BL (*)	Under exponeringsgränsen	Under exponeringsgränsen	Under exponeringsgränsen	Ingen
Waldmann UV 7001 UVA (**)	Ingen	Kan överskridas inom ~ 5 h	Under exponeringsgränsen	Ingen
Sellamed UVA1 24000 (**)	Ingen	Kan överskridas inom ~ 45 min	Under exponeringsgränsen	Ingen
Draeger 4000 (*) (**)	Ingen	Under exponeringsgränsen	Under exponeringsgränsen	Ingen

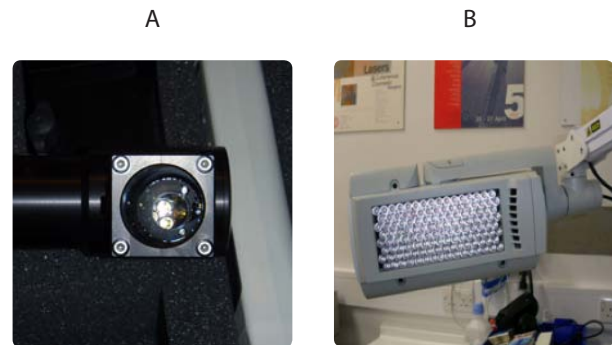
(*) Mätningar från institutionen för strålningskydd, Royal Berkshire NHS Foundation Trust, Reading.
 (**) Bedömningsdata från institutionen för medicinsk fysik, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, London.

De kabiner för ultraviolett fototerapi som används mest är konstruerade så att tillgång till direkt emission medan utrustningen är i drift inte är möjlig. Det kan dock förekomma läckage (se exempel A ovan) som kan bli ett problem för personalen. Särskilt behovet av luftombyte och av att minimera känslan av klaustrofobisk instängning för patienten betyder att kabinens oandel ofta är öppen. Detta kan leda till signifikant spridning av ultraviolett strålning från taket. Risker är i allmänhet låga eftersom det är relativt osannolikt att personalen står nära kabinen hela tiden den är i drift. Det finns dock risk för långsiktiga effekter av kumulerad exponering för UV-strålning, vilken kan minimeras genom användning av enkla tekniska kontroller, t.ex. särskilda behandlingsrum, draperier runt kabinen och fjärrkontroll för övervakning av arbetsstationer. För exempel A ovan ökade användningen av ett draperi runt kabinen den tid som krävs för att nå gränsvärdet för exponering för aktinisk UV-strålning från fem timmar till nästan 13 timmar. Vissa andra anordningar för fototerapi, som den enhet för hand- och fotexponering som visas i exempel B, kräver en hög grad av praktiska kontrollåtgärder för att

minimera den exponering som personalen utsätts för. I det här fallet placerar personalen svarta handdukar över enheten när den används för att minska ultraviolett strömrålning i miljön. Även den här åtgärden kan enkelt kompletteras genom att enheten placeras i bås med draperier. Sjukhuspersonal kan ibland behöva nära tillgång till utrustningen för att genomföra kvalitetssäkringskontroller. Det kan som en del i kontrollåtgärderna vara nödvändigt att de bär ansiktsskydd mot ultraviolett strålning, lämpliga handskar och kläder. Om det finns ett starkt beroende av praktiska kontroller ska dessa tydligt dokumenteras.

Enheterna för fototerapi med blått ljus är placerade ovanför nyfödda barns sängar, vanligen vid en höjd på ungefär 0,3 m. Detta hindrar i allmänhet personalen från att titta direkt in i källan och hur som helst övervakar personalen barnen regelbundet i ungefär tio minuter per timme, vilket betyder att exponeringen begränsas ytterligare. Även vid de tolvtimmarsskift som arbetas i en del enheter leder detta till en exponering som är mindre än 1 % av gränsvärdet för exponering.

Vid fotodynamiska behandlingar används optisk strålning för att framkalla fotokemiska reaktioner och de inbegriper ofta förbehandling med en kemisk fotosensibiliserare. Ultravioletta våglängder är i allmänhet ofta mycket effektiva för att excitera fotosensibiliserare, men används sällan på grund av dålig vävnadspenetrering av vävnad. Man kan förvänta sig att exponering skulle ha mycket mindre effekt på personalen, som inte borde behöva exponeras för fotosensibiliseraren, även om lämpliga kontroller måste genomföras för att säkerställa att det är fallet.



Bilder av strålkällor för fotodynamisk terapi.
A: UV_X. B: Aktelite CL128.

TABELL D.3.4 Bedömning av källor som används för fotodynamisk terapi

Källa	Aktinisk UV-risk	UVA-risk	Blåljusrisk	Risk för termisk skada
UV-X	Under exponeringsgränsen	Under exponeringsgränsen	Ingen	Ingen
Aktelite CL128-lampa (*)	Ingen	Ingen	< 3 % av gränsvärdet för exponering	Ingen
(*) Bedömningsdata från institutionen för medicinsk fysik, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, London.				

De bedömningar som presenteras i tabell D.3.4 illustrerar att strålkällorna för fotodynamisk terapi som förväntat verkar utgöra liten risk när inget fotosensibiliserande medel används.

Lasrar i klass 3B kan användas inom fysioterapi för att leverera energi direkt till skadad vävnad. Sådana lasrar utgör en risk för ögonen (vanligen termiska skador på näthinnan) men är vanligen mycket divergenta och följaktligen farliga vid relativt korta avstånd. Risken hanteras normalt genom praktiska åtgärder (användning av hytter med draperier, skyltning och personalutbildning) och användning av ögonskydd som skyddar mot laserstrålning.

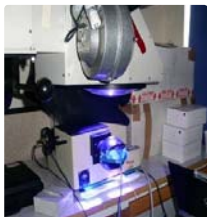
Användningen av kirurgiska lasrar är mycket utbredd när det gäller flera olika förfaranden och gäller normalt utrustning i klass 4 som utgör signifikanta risker för ögon och hud. Även dessa risker hanteras normalt genom praktiska kontroller och användning av personlig skyddsutrustning. Strålen levereras ibland genom en fiber som förs in i kroppen via ett endoskop. I dessa fall är risken mycket reducerad förutsatt att fibern inte går av. Användningen

av lasrar är mycket utbredd även inom oftalmologin, då det vanligen är utrustning i klasserna 3B eller 4. Vid andra typer av medicinsk användning av lasrar kontrolleras riskerna för ögon och i tillämpliga fall hud genom praktiska kontroller och användning av personlig skyddsutrustning.

På grund av risken för reflektioner tillbaka in i synfibern på ett endoskop ska det finnas adekvata filter och/eller endoskopet betraktas via kameran.

Intensiva pulsade ljuskällor har mycket utbredd användning inom hudbehandlingar. De här anordningarna är vanligen baserade på en xenon-ficklampa med tilläggsfilter för att avlägsna korta våglängder i det ultravioletta spektralområdet. På grund av deras höga topp effekt kan dessa anordningar utgöra en risk för termisk skada på ögon och hud. Den här risken hanteras normalt genom användning av praktiska kontroller för att undvika att personalen exponeras för den direkta effekten samt personligt ögonskydd. Beroende på kvaliteten på filtret kan det också förekomma blåljusrisker hos sådana anordningar.

D.3.4 Källor för specialistprover



Flera olika typer av mer specialiserade strålkällor kan inom vissa medicinska discipliner användas för diagnostisering och forskning. Det är i allmänhet sannolikt att dessa måste bedömas från fall till fall.

Bild av solsimulator. Det exempel som presenteras i tabell D.3.5 nedan illustrerar att för bredbandiga källor, som en solsimulator, kan det vara nödvändigt att utföra bedömningar för flera möjliga optiska strålningsrisker.

TABELL D.3.5 Bedömning av solsimulator (*)

Strålkälla	Aktinisk UV-risk	UVA-risk	Blåljusrisk	Andra optiska strålningsrisker
Oriel 81292 Solsimulator: direkt exponering.	Kan överskridas inom ~ 6 min.	Kan överskridas inom ~ 3 min.	Under exponeringsgränsen.	Ingen.
Oriel 81292 Solsimulator: reflekterad från kroppen.	Under exponeringsgränsen.	Under exponeringsgränsen.	Under exponeringsgränsen.	Ingen.

(*) **Bedömningsdata från institutionen för medicinsk fysik, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, London.**

Arbets- och diagnostisk belysning används i allmänhet i medicinsk verksamhet och förväntas inte utgöra någon signifikant risk vid normal användning.

Terapeutiska strålkällor kan vara farliga under vissa förhållanden. Många av dessa källor har en potential för att framkalla exponering i riskområdena för ultraviolett och blåljusstrålning där exponeringen är kumulativ under arbetsdagen. De kan därför medföra risk för långsiktiga skadliga hälsoeffekter. Därför är det viktigt att vid bedömning av exponering bedöma realistiska exponeringsscenarier och kombinera dessa med ett beaktande av arbetsmönster för att bedöma den totala exponeringen. Om signifikanta risker identifieras ska dessa kontrolleras genom begränsad tillgång till emissionen överallt där detta är möjligt. Om det är nödvändigt att förlita sig på praktiska kontroller ska dessa vara stabila och skriftligt dokumenterade.

D.4 Bilkörning i arbetet

Människor som arbetar kan vara utsatta för exponering för optisk strålning när de

- kör bil,
- arbetar vid vägkanten, som trafikpoliser och vägarbetare, samt
- utför underhåll och reparationer av bilar i verkstäder.



De första två exemplen representerar en trivial exponeringsnivå. Det är inte nödvändigt att äventyra synlighet och trafiksäkerhet för att minska exponeringen. Potentiell exponering för optisk strålning över gränsvärdena under service och reparation av bilar ska hanteras genom lämpliga arbetsförfaranden och lokala regler.

Följande fyra bilar bedömdes för att fastställa nivån av exponering för optisk strålning:



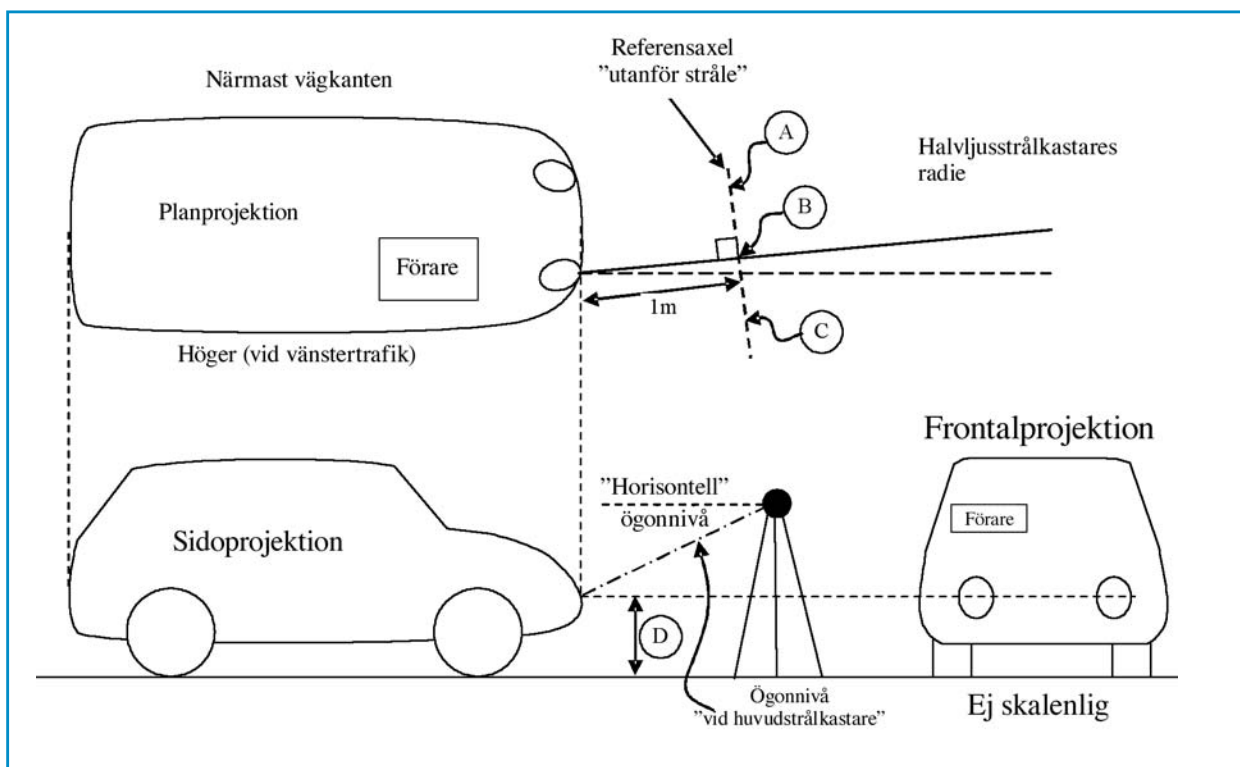
- Högpresterande – Mazda RX8 med Xe-huvudstrålkastare.
- Familjebil i mellanklass – Mercedes A180.
- Kompakt – Fiat 500.
- Minibuss – LDV.

Bedömningsförhållanden valdes för att representera värsta tänkbara fall av förutsägbar yrkesmässig exponering (se tabell D.4.1 och bild D.4.1).

Tabell D.4.1 Bedömningsförhållanden för bilbelysning

	Position i förhållande till lampa	Avstånd	När människor kan exponeras
Huvudstrålkastare: halv- och helljus.	Lampnivå: tittar direkt in i strålen.	0,5 m, 1 m, 2 m och 3 m	Underhåll och reparationer: bil på upphöjd plattform. Bilkörning.
	Ögonnivå	Tittar in i lampan Tittar åt sidorna	1 m
Körriktningsvisare, broms-, back- och dimljus.	Lampnivå: tittar direkt in i strålen.	0,5 m	Bilkörning. Underhåll och reparationer. Vägarbetare, trafikpoliser.

Bild D.4.1 Schematisk översikt över mätningar av bilbelysning



Mätningar av spektral irradians och specifika konfigurationer av billamporna användes för att bedöma de optiska strålningsriskerna och jämföra dem med gränsvärdena för exponering.

Tabell D.4.2 Sammanfattning av optiska strålningsrisker från bilbelysning

Risk	RX8	A180	F500	LDV
Aktinisk UV-strålning	Ingen.	Ingen.	Ingen.	Ingen.
UVA	Ingen.	Ingen.	Ingen.	Ingen.
Blått ljus	Kan överskridas: se tabell D.4.8 för närmare detaljer.	Kan överskridas: se tabellerna D.4.8 och D.4.9 för närmare detaljer.	Kan överskridas: se tabell D.4.8 för närmare detaljer.	Kan överskridas: se tabell D.4.8 för närmare detaljer.
Näthinneskada	< 30 % av gränsvärdet för exponering.	< 10 % av gränsvärdet för exponering.	< 3 % av gränsvärdet för exponering.	< 2 % av gränsvärdet för exponering.

Tabell D.4.3 Blåljusrisk från huvudstrålkastare

Tid för att överskrida gränsvärdet för exponering för blått ljus	RX8	A180	F500	LDV
Lampnivå: betraktning direkt in i strålen	~ 3 min	~ 5 min	~ 30 min	~ 1 h
Ögonnivå: betraktning av strålen	~ 2 h	~ 8 h	> 8 h	> 8 h
Ögonnivå: betraktning horisontellt	> 8 h	> 8 h	> 8 h	> 8 h

Tabell D.4.4 Risknivåer för blått ljus från belysning i Mercedes A180

Bilbelysning	Tid för att överskrida gränsvärdena för exponering för blått ljus		Risk för överexponering
Huvudstrålkastare, lampnivå vid 1 m, betraktning direkt in i strålen – läge B i bild D4.1.	halvljus	~ 45 min	Osannolik – direkt betraktning in i strålen bör förhindras av naturlig skyddsmekanism mot mycket starkt ljus. Arbetsmetoder ska anpassas för att minimera onödig exponering.
	helljus	~ 15 min	
Huvudstrålkastare, lampnivå vid 1 m, betraktning direkt in i strålen – läge A och C = 0,5 m i bild D4.1.	halvljus	> 8 h	Ingen.
	helljus	> 8 h	
Huvudstrålkastare, ögonnivå vid 1 m, betraktning direkt in i strålen	halvljus	> 8 h	Ingen.
	helljus	> 8 h	
Huvudstrålkastare, ögonnivå vid 1 m, horisontell betraktning.	halvljus	> 8 h	Ingen.
	helljus	> 8 h	
Dimljus.	> 8 h		Ingen.
Bromsljus.	> 8 h		Ingen.
Indikatorljus.	> 8 h		Ingen.
Backljus.	> 8 h		Ingen.

Att titta direkt in i strålen vid huvudstrålkastarens nivå kan utgöra risk för blåljusskada och risk för överexponering. Överexponering är dock osannolik av följande skäl:

- Långvarig betraktning in i strålen bör förhindras av den naturliga skyddsmekanismen mot mycket starkt ljus.
- Risknivån minskar snabbt i och med att man rör sig i riktning bort från strålens centrum.
- Risknivån minskar väsentligt vid ögonnivå.

När det gäller trafikanvändare förväntas bilbelysning inte utgöra någon risk för överexponering för optisk strålning, inklusive förare, trafikpolis och vägarbetare. Särskilda åtgärder som kräver långvarig direkt betraktning av huvudstrålkastare vid lampnivå kan dock utgöra en liten risk för blåljusskada.

Viktigt

Bilbelysning förväntas inte utgöra någon risk för ultraviolett strålning om lampans frontglas eller filter är hela. Arbete med bilbelysning utan frontglas eller med skadade frontglas kan öka risken för UV-exponering. Arbetsmetoderna bör anpassas för att undvika exponering från bilbelysning med skadade frontglas eller filter.




Modifiering av huvudstrålkastare och deras optik kan ändra risknivåerna.

Även om risken för överexponering genom direkt betraktning in i strålen från en bils huvudstrålkastare är låg, ska där detta är möjligt arbetsmetoderna anpassas för att minimera onödig exponering.

D.5 Militära tillämpningar

Användningen av artificiella optiska strålkällor är mycket utbredd inom militären. Under stridsåtgärder kan befäl behöva fatta beslut om den relativa nyttan med vissa åtgärder för att väga den mindre risken för faktisk skada om exponeringsgränserna överskrids, mot den risk för allvarliga skador eller dödsfall som andra risker utgör. I det här avsnittet behandlas därför bara vägledning som rör icke-stridsåtgärder, inklusive utbildning.

Militär användning av artificiell optisk strålning kan omfatta följande tillämpningar:

Sökljus.	
Belysning vid militära flygfält.	
Infraröda kommunikationssystem.	
Infraröd målbelysning.	
Laserbaserad måligenkänning.	
Simulerade vapensystem.	
Infraröda motåtgärder.	
Magnesiumbloss.	
Optisk strålning från explosioner.	

De flesta av dessa tillämpningar kräver att den artificiella optiska strålkällan är placerad i en öppen miljö och

vanligen utomhus. Det här betyder att standardhierarkin för hur optisk strålning ska avgränsas som den primära kontrollåtgärden sannolikt inte är lämplig. Man förlitar sig i hög grad på utbildning – militär personal är utbildad att följa instruktioner och order.

När man utför riskbedömningen enligt artikel 4 i direktivet ska hänsyn tas till både militära och civil personal. Det är inte alltid möjligt att säkerställa att de potentiella exponeringsnivåerna understiger gränsvärdena för exponering. En strategi som används i den här sektorn är därför probabilistisk riskbedömning. Den kan användas för att kvantifiera sannolikhet i den mening som avses i artikel 4 i direktivet. Olika värden kan tillämpas som en del i den probabilistiska riskbedömningen. En händelse med en sannolikhet på 10^{-8} betraktas dock som godtagbar, även för en skadlig händelse som om den inträffade skulle få katastrofartade konsekvenser.

En händelse med en sannolikhet på mindre än 10^{-8} betraktas inte som sannolik.

Användningen av probabilistisk riskbedömning är komplicerad och kräver specialistkunskap. Fördelarna för militären är dock att den kan möjliggöra användningen av artificiell optisk strålning i situationer som enligt en mindre strikt bedömning kan betraktas som icke godtagbara.

D.6 Takmonterade gaseldade strålningsvärmare

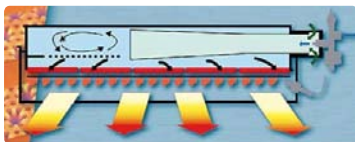
Dessa bedömningar har utförts av den europeiska organisationen ELVHIS.



Människor kan utsättas för exponering av optisk strålning från takmonterade gaseldade strålningsvärmare som används för uppvärmning i många olika typer av miljöer, bl.a. följande miljöer:

- Industribyggnader.
- Offentliga byggnader
- Logistikbyggnader.
- Brandstationer.
- Utställningshallar.
- Anläggningar för inomhusidrott.
- Terrasser i restauranger och barer, samt många andra miljöer.

Enligt tillverkarnas specifikationer ska den här typen av värmare installeras på en minimihöjd ovanför arbetstagnarna så att de inte är placerade direkt i synlinjen.



Takmonterad gaseldad strålningsvärmare (upplyst typ).

Intervallet för ytemperaturen hos gaseldade lysande strålningsvärmare är 700–1 000 °C, vilket motsvarar en våglängd λ_{\max} mellan 2 275 nm och 2 980 nm, enligt Wiens strålningslag:

$$\lambda_{\max} = \frac{hc}{4,965 \cdot kT} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{T} \text{ [m} \cdot \text{°K]}$$

Enligt rekommendationer från AICVF ger detta en emission på

$$E_{\text{IR}} [\text{W} \cdot \text{m}^{-2}] = 0,71 \cdot \alpha_k \cdot f_p \cdot \eta_r \cdot P_u / d^2$$

där

α_k – mänsklig absorptionsfaktor,
 f_p – riktningsfaktor,
 η_r – strålningsutbytesfaktor,
 P_u – värmekapacitet,
 d – avstånd mellan människokropp och värmare.

Maximivärdena (värsta tänkbara scenario för tillverkarens SBM):

$$\begin{aligned} \alpha_k &= 0,97. \\ f_p &= 0,10. \\ \eta_r &= 0,65. \\ P_u &= 27\,000 \text{ W}. \end{aligned}$$

Värsta tänkbara fall med avståndet d mellan människokropp och värmare, med värmekapaciteten P och en högsta lutningsvinkel I på 35°, beräknades genom

$$d = h_i - 1 \text{ där } h_i = \left[\left(\sqrt{\frac{Pu}{540}} - 0,5 \right) \times \cos I \right] + 2$$

och motsvarar $d = 6,4 \text{ m}$.

Värsta tänkbara exponering i detta fall motsvarar

$$E_{\text{IR max}} = 29,1 \approx 30 \text{ W m}^{-2}.$$

Gränsvärdena för exponering i våglängdsintervallet 780–3 000 nm för exponeringstiderna $t > 1\,000 \text{ s}$ är

$$E_{\text{IR}} = 100 \text{ W m}^{-2}$$

Gaseldade lysande strålningsvärmare förväntas inte utgöra någon risk för överexponering för optisk strålning och kan betraktas som triviala strålkällor: Värsta tänkbara förutsägbara exponering från sådana värmare ligger mycket under de tillämpliga gränsvärdena för exponering.

Ytterligare information

AICVF: Association des Ingénieurs en Climatologie, Ventilation et Froid – Frankrike.

ELVHIS: Association Européenne Principale des Fabricants de Panneaux Radiants Lumineux a Gaz.

Recommandation 01-2006; "CHAUFFAGE: déperditions de base" baserad på EN 12831, mars 2004: Värmesystem i byggnader – Metod för beräkning av dimensionerande värmebehov.

SBM International, 3 Cottages de la Norge, 21490 Clenay, Frankrike.

D.7 Laser för materialbearbetning

Lasrar används för en mängd olika typer av tillämpningar som allmänt betecknas som materialbearbetning. I detta exempel beaktas en laser som används för att skära metall, men principen är densamma för lasersvetsning, laserborrning och lasermärkning.

I exemplet utgår man från antagandet att strålningseffekten eller energin per puls hos lasern är sådan att den tillhör klass 4. Detta innebär att oförutsedd exponering för laserstrålningen – av ögon eller hud – kan leda till allvarliga skador.



Flera tusen sådana lasrar används rutinmässigt i hela Europa. Den här bedömningen tar bara hänsyn till laserstrålen. Andra faror kan utgöra större risk för skador eller till och med dödsfall.

D.7.1 Identifiera risker och personer i riskområdet

Det finns flera delar i livscykeln hos en laser för materialbearbetning där arbetstagare skulle kunna exponeras för laserstrålning.

Idrifttagning
Normal drift
Underhåll
Service

I vissa delar av livscykeln kan arbetet utföras av arbetstagare från andra arbetsgivares organisationer, t.ex. hos leverantören eller ett serviceföretag. Det är dock nödvändigt att fastställa riskerna med detta arbete för arbetstagarna på arbetsplatsen.

På grund av egenskaperna hos de laserstrålar som används kommer den direkta strålen alltid att överskrida gränsvärdena för exponering vid nära avstånd. Den spridda strålen kan dock behöva bedömas.

Om arbetsobjektet är mycket stort, t.ex. inom varvsindustrin, kan det nominella riskavståndet för ögonskada vara mindre än arbetsobjektets storlek.

D.7.2 Utvärdera och prioritera riskerna

Den enklaste bedömningen är att utgå ifrån antagandet att laserstrålen alltid kommer att överskrida gränsvärdena för exponering och att tillgången till strålen därför ska vara begränsad. Andra risker i samband med processen kan också peka på att processen bör vara begränsad. Vissa av de riskerna kan utgöra en större risk för arbetstagarna än laserstrålen.

För att fastställa eventuella skyddsåtgärder kan det vara nödvändigt att bedöma irradiansen eller strålningsexponeringen hos laserstrålen. Värsta tänkbara fall är att en kollimerad stråle från lasern infaller vid den berörda positionen.

D.7.3 Besluta om förebyggande åtgärder

Vid beslut om förebyggande åtgärder ska hänsyn tas till den skyddsgrad som är nödvändig och till kraven på arbetstagarna att utföra deras specifika arbetsuppgifter. Skyddsåtgärder som hindrar arbetsverksamheten kommer inte att vara framgångsrika.

Det ska även noteras att det inte nödvändigtvis blir ett krav att en inhägnad ska byggas kring hela anläggningen för materialbearbetning. Det kan vara så att en inhägnad bara krävs runt den volym som omfattas av bearbetningen.

Målet bör vara att kunna utföra all arbetsverksamhet, inklusive underhåll och service, utan användning av personlig skyddsutrustning. Om det är nödvändigt att se processen kan lämpligt filterade betraktningfönster eller anordningar för betraktning på avstånd, t.ex. kameror, användas.

När skyddsåtgärder beslutas kan det vara nödvändigt att bedöma den optiska strålning som uppstår som en del i processen. Detta kan vara i en annan del av det optiska spektrumet för den infallande laserstrålen och sannolikt ha formen av icke-koherent strålning.

D.8 Varmbearbetningsindustrier

Den hjälp som M. Brose vid Fachbereich Elektrotechnik, Referat Optische Strahlung, Berufsgenossenschaft Elektro Textil Feinmechanik i Tyskland har tillhandahållit vid dessa bedömningar ges härmed ett tacksamt erkännande.

D.8.1 Stålbearbetning



(Saarstahl AG, Völklingen, Tyskland)

Saarstahl AG är specialiserat på tillverkning av valstråd, stålstänger och olika typer av halvfabrikat. Anläggningarna i Völklingen inbegriper anläggningar för ståltillverkning, valsverk och smide med göt på upp till 200 ton.

Optisk strålningssäkerhet är en grundläggande del i företagets säkerhetshantering.



Emission av mycket farliga nivåer av optisk strålning (främst infraröd) är oundviklig vid tillverkning och bearbetning av stål. De kontrollåtgärder som införts minimerar dock människors tillgång till farlig optisk strålning och säkerställer säkra arbetsförhållanden. Dessa åtgärder inkluderar följande:

- Fjärrkontroll och fjärrövervakning av tillverkningsprocessen för att minimera människors exponering för farliga nivåer av optisk strålning.
- Arbetsmetoder som begränsar arbete under varma förhållanden till 15 minuter, med obligatoriskt byte av verksamhet.

- Fjärrövervakning av arbetstagarnas kroppstemperatur för att undvika överhettning planeras.
- Omfattande utbildning i yrkes- och säkerhetsmässiga frågor av personalen.
- Personlig skyddsutrustning för hela kroppen när tillverkningsprocessen kräver att människor har tillträde till den.
- Medicinsk övervakning ingår i riskbedömningen.
- Arbetstagarnas representanter deltar i arbetsmiljöhanteringen.

D.8.2 Glasarbete

Farliga nivåer av optisk strålning inom framför allt de ultravioletta och infraröda spektralområdena avges som en del i bearbetning och formning av glas. Manuell manipulering kräver att människor har nära tillgång till den farliga emissionens källa, t.ex. en brännare.



Eftersom de tillgängliga emissionsnivåerna för arbetstagare förväntas överskrida exponeringsgränserna är riskbedömning nödvändigt för att säkerställa tillräcklig kontroll av optiska strålningsrisker. I detta fall kan exponeringsgränserna överskridas för mer än en optisk strålningsrisk, vilket innebär att de mest restriktiva villkoren ska tillämpas.

Vid riskbedömningen ska hänsyn tas till följande faktorer:

- Emissionen från utrustning, inklusive eventuella tilläggsbrännare, vid arbetstagarens placering, t.ex. händer och ansikte.
- Förutsägbar duration av exponering under ett arbetsskift – gränserna för ultraviolet strålning är ackumulativa för 8 timmar.
- Dämpning genom skärmar och personlig skyddsutrustning.

Exponeringsgränserna för ultraviolett strålning är ackumulativa. Om de kan överskridas ska människors tillgång till dem vara begränsad, antingen genom en minskning av emissionsnivåerna (skärmar, ögonskydd och handskydd) eller exponeringstiderna (högsta tillåtna tid).

Om ögonskydd levereras med utrustningen är det nödvändigt att göra en ny bedömning av dess lämplighet om tilläggsbrännare används eller nya arbetsmetoder införs.

Om utrustningen avger optisk strålning i riskområdet för aktinisk UV-strålning (180–400 nm), där exponeringsgränserna gäller både hud och ögon, ska även exponering av händerna bedömas. Om skyddshandskar inte går att använda eller kan orsaka sekundära säkerhetsproblem, ska exponeringen vara tidsbegränsad.

D.8.3 Ytterligare information

BGFE • Informationen für die Glasbearbeitung mit Brennern – SD 53

D.9 Blixtfotografering

Artificiella optiska strålkällor är ett grundläggande inslag i professionell studiofotografering. De används för områdes- och punktbelysning, som bakgrunds- eller blixtexponering.

Följande två kategorier av yrkesmässig exponering kan i detta fall beaktas:

- Fotografen.
- Den person som fotograferas (dvs. modellen).



En professionell fotostudio kan inkludera följande strålkällor:



- Diffus belysningskälla.
- Blixtprojektor.
- Blixt från professionell kamera.
- Blixt från amatörkamera.

Tabell D.9.1 Värsta tänkbara exponeringsscenario för samtidig direkt exponering inom en stråle

	Diffus belysningskälla	Blixtprojektor	Blixt från professionell kamera	Blixt från amatörkamera
Fotograf	√	√	–	–
Modell	√	√	√	√

Spektral irradians och tillfälliga egenskaper (blixtduration) för varje källa vid de olika avståndsintervallen användes för att utvärdera den värsta tänkbara exponeringsnivån och jämföra den med tillämpliga gränsvärden för exponering.

För UV-strålning och blått ljus är gränserna för värsta tänkbara exponeringar ackumulativa över en exponeringstid på 8 timmar och kan vara additiva för flera källor. De uttrycks i antal fotografiska tagningar (blixst eller belysning) som förväntas överskrida den tillämpliga exponeringsgränsen.

Risken för termiska skador på näthinnan ändras inte över tid vid durationer av exponering längre än 10 sekunder och begränsas av synfält på 100 mrad. Vid bedömningen av den här risken beaktas bara en enda tagning från en enda strålkälla.

Riskenivåerna när det gäller gränserna för ultraviolett strålning, UVA och infraröd strålning för alla testade strålkällor var obetydliga.

Tabell D.9.2 Värsta tänkbara risknivåer från strålkällor vid blyxfotografering

	Diffus belysningskälla	Blyxtpjektor	Blyxt från professionell kamera	Blyxt från amatorkamera
Antal tagningar för att överskrida gränsvärdet för exponering för blått ljus	> 10 ⁷	> 10 ⁶	> 20 000	> 13 000
Procent av gränsvärdet för exponering avseende risk för termisk skada på näthinnan vid en enda tagning	< 0,03 %	< 1 %	< 1%	< 1 %

Fotografering förväntas inte utgöra någon reell risk för överexponering för optisk strålning för en fotograf eller en person som blir fotograferad. Det antal blyxtar som krävs för att överskrida gränsvärdet för exponering för blått ljus är över femtusen gånger högre för att värsta tänkbara samtida exponering inom strålen från flera källor ska uppnås.

Bilaga E. Krav i andra EU-direktiv

Ett europeiskt direktiv är resultatet av ett ömsesidigt bindande kollektivt beslut fattat av medlemsstaterna, som agerar genom sina nationella ministrar (i Europeiska unionens råd) och ledamöter (i Europaparlamentet). Båda organen måste godkänna direktivets text i identiska ordalag. I ett direktiv fastställs de mål man kommit överens om att medlemsstaterna ska uppfylla, men flexibilitet medges när det gäller metoderna för hur dessa mål ska uppfyllas. Hur varje enskild medlemsstat genomför direktivet är beroende av landets rättsliga struktur och kan variera. I praktiken riktar EU direktiven till alla medlemsstater och anger ett datum inom vilket medlemsstaterna ska ha genomfört direktivet.

Direktiv 89/391/EEG om åtgärder för att främja förbättringar av arbetstagarnas säkerhet och hälsa i arbetet offentliggjordes 1989. Det direktivet gäller hanteringen av hälsa och säkerhet på arbetsplatsen och de skyldigheter som fastställs har formen av principer som är tillämpliga på den hanteringen. Det är med hänsyn till direktivets breda tillämpningsområde inte möjligt att göra en kortfattad sammanfattning av dess innehåll som är tillräckligt uttömmande. Det finns inget substitut för att läsa hela direktivet eller de bestämmelser genom vilka det införlivas i lagstiftningen i den medlemsstat där arbetsgivaren i fråga är verksam. Generellt fastställs i direktivet skyldighet att utföra riskbedömningar enligt en rad allmänna principer.

Direktiv 89/391/EEG kallas ofta för ramdirektivet. Det beror på att det i en av direktivets artiklar anges att en rad särdirektiv ska antas som fördjupar lagstiftningen

om hälsa och säkerhet på särskilda områden eller med hänsyn till särskilda risker. Kraven enligt dessa särdirektiv ska uppfyllas på ett sätt som överensstämmer med principerna i ramdirektivet.

Direktiv 2006/25/EG, direktivet om artificiell optisk strålning, är ett av de direktiv som antagits inom ramen för direktiv 89/391/EEG. Till de övriga relevanta direktiven hör direktiv 89/654/EEG om minimikrav för säkerhet och hälsa på arbetsplatsen (arbetsplatsdirektivet) och direktiv 89/655/EEG om minimikrav för säkerhet och hälsa vid arbetstagares användning av arbetsutrustning i arbetet (direktivet om användning av arbetsutrustning).

Direktivet om användning av arbetsutrustning har ändrats genom direktiv 95/63/EG (som också handlar om minimikrav för säkerhet och hälsa vid arbetstagares användning av arbetsutrustning i arbetet).

För att uppfylla sina rättsliga skyldigheter när det gäller artificiell optisk strålning måste arbetsgivarna uppfylla minst kraven i de fyra direktiv som nämns ovan. Alla medlemsstater kan dock anta nationell lagstiftning om tilläggsskyldigheter utöver dem som fastställs i dessa direktiv.

Detta innebär att det, när en arbetsgivare vill uppfylla kraven i direktivet om artificiell optisk strålning, är värt att komma ihåg att det finns andra skyldigheter när det gäller hanteringen av hälsa och säkerhet i samband med optisk strålning.

Ramdirektivet	Arbetsplatsdirektivet	Direktivet om användning av arbetsutrustning (efter ändring)
<p>Risker ska om möjligt undvikas.</p> <p>Risker som inte kan undvikas ska utvärderas.</p> <p>Riskerna ska bekämpas vid källan.</p> <p>Arbetet ska anpassas till den enskilde.</p> <p>Arbetet ska anpassas till den tekniska utvecklingen.</p> <p>Det som är farligt ska ersättas med ofarliga eller mindre farliga alternativ.</p> <p>En enhetlig övergripande policy som omfattar teknik, organisation, arbetsförhållanden och sociala relationer ska utvecklas.</p> <p>Gemensamma skyddsåtgärder ska prioriteras framför individinriktade.</p> <p>Arbetstagarna ska ges tillräckliga instruktioner.</p>	<p>Tekniskt underhåll av utrustning ska utföras och fel ska rättas till så fort som möjligt.</p> <p>Säkerhetsutrustning ska regelbundet underhållas och kontrolleras.</p> <p>Arbetstagarna (eller deras representanter) ska informeras om de åtgärder som ska vidtas och som gäller säkerhet och hälsa på arbetsplatsen.</p> <p>Arbetsplatser inomhus och utomhus ska vara tillräckligt upplysta för att skydda arbetstagarnas hälsa och säkerhet. Om det naturliga ljuset inte är tillräckligt ska artificiell belysning användas.</p>	<p>Användning av arbetsutrustning som medför en särskild risk för hälsa och säkerhet ska begränsas till de personer som har till uppgift att använda den.</p> <p>Reparationer, ändringar och service ska bara utföras av de personer som är utsedda för detta.</p> <p>Arbetstagarna ska ha tillräcklig utbildning för att använda en utrustning.</p> <p>Styranordningar som kan påverka säkerheten ska vara klart synliga.</p> <p>Styranordningarna ska vara placerade utanför riskområdet.</p> <p>Operatören ska kunna se att ingen befinner sig i ett riskområde. Om inte detta är möjligt ska en varningssignal ges när utrustningen är på väg att bli farlig.</p> <p>Ett fel på ett styrsystem får inte leda till en farlig situation.</p> <p>Utrustningen ska kunna starta bara genom en medveten manöver med därför avsett don.</p> <p>Utrustningen ska kunna återstarta bara genom en medveten manöver med därför avsett don.</p> <p>Utrustningen ska vara försedd med ett manöverdon för att stoppa den helt och på ett säkert sätt.</p> <p>Områden för arbete med utrustning ska vara lämpligt upplyst.</p> <p>Varningar ska vara otvetydiga, samt lätta att uppfatta och förstå.</p> <p>Underhåll ska vara möjligt att utföra på ett säkert sätt.</p> <p>Utrustningen ska vara försedd med de varningar eller märkningar som krävs för att säkerställa arbetstagarnas säkerhet.</p> <p>Om säkerheten beror på hur installationen är gjord, ska utrustningen kontrolleras efter montering och innan den tas i bruk.</p> <p>Utrustning som utsätts för negativ påverkan ska regelbundet kontrolleras och resultaten ska nedtecknas.</p>

Det finns fem andra direktiv som har en viss relevans för säkert arbete med artificiell optisk strålning. Alla handlar om utbudet av utrustning som kan avge eller vara avsedd att dämpa effekterna av optisk strålning. De berör därför främst tillverkarna och leverantörerna av utrustning, snarare än arbetsgivarna. Arbetsgivarna bör dock vara medvetna om att dessa direktiv finns och att alla anläggnings- och produktionsutrustningar eller skyddsutrustningar som finns på den europeiska marknaden ska uppfylla kraven i dessa direktiv. Enligt två av direktiven

ska leverantören dessutom förse användaren med detaljerad information om typen av strålning, medel för att skydda användaren, medel för att undvika felanvändning och medel för att undanröja alla risker i samband med installation.

Dessa leverantörsdirektiv är de följande:

- Direktiv 2006/42/EG om maskiner (maskindirektivet).
- Direktiv 2006/95/EG om harmonisering av medlemsstaternas lagstiftning om elektrisk

- utrustning avsedd för användning inom vissa spänningsgränser (lågspänningsdirektivet).
- Direktiv 89/686/EEG om tillnärmning av medlemsstaternas lagstiftning om personlig skyddsutrustning (PSU-direktivet).
- Direktiv 93/42/EEG om medicintekniska produkter.
- Direktiv 98/79/EG om medicintekniska produkter för in vitro-diagnostik (in vitro-direktivet).

I översikten nedan sammanfattas några av de relevanta bestämmelserna i dessa direktiv.

Maskindirektivet	Lågspänningsdirektivet	PSU-direktivet	Direktivet om medicintekniska produkter och in vitro-direktivet
<p>En maskin ska vara försedd med tillräcklig inbyggd belysning för att säker användning ska vara möjlig.</p> <p>Oönskade utsläpp från maskinen ska elimineras eller minskas till nivåer som inte har några skadliga effekter på personer.</p> <p>Funktionella utsläpp under installation, drift och rengöring skall begränsas till nivåer som inte har skadliga effekter på personer</p> <p>Om lasrar är inbyggda i maskinen, får ingen oförutsedd strålning förekomma.</p> <p>Lasrar ska vara installerade så att eventuella utsläpp genom spridning eller reflektion, eller sekundär strålning, inte skadar hälsan.</p> <p>Optisk utrustning som används för att observera eller ställa in laserstrålar ska vara utformade så att den inte ger upphov till hälsorisker.</p> <p>Om en konstruktionsegenskap har genomförts för att uppfylla ovanstående krav, ska de relevanta standarderna anges.</p>	<p>Lågspänningsdirektivet är tillämpligt på all arbetsutrustning som är avsedd för drift vid en märkspänning på 50–1 000 V för växelström eller 75–1 500 V för likström. I direktivet fastställs att sådan utrustning inte får producera strålning som skulle kunna orsaka fara.</p>	<p>Personlig skyddsutrustning ska skydda användaren utan att det inverkar negativt på hälsa och säkerhet för andra människor.</p> <p>Det mesta av den strålning som kan vara skadlig ska absorberas eller reflekteras utan att i onödan påverka användarens syn.</p> <p>Personlig skyddsutrustning ska väljas så att användarens ögon under inga omständigheter utsätts för exponering som överskrider maximalt tillåtet exponeringsvärde</p> <p>Den personliga skyddsutrustningens glasögon får inte försämrats på grund av exponering för den strålning som de är avsedda att skydda bäraren mot under förutsägbara användningsförhållanden.</p>	<p>Produkterna ska vara konstruerade för att reducera den exponering som patienter, användare och andra personer utsätts för.</p> <p>Det ska vara möjligt för användaren att kontrollera strålningsnivån.</p> <p>Produkterna ska vara försedda med synliga/hörbara varningar vid strålning.</p> <p>Bruksanvisningarna ska innehålla detaljerad information om typen av strålning, medel för att skydda användaren, medel för att undvika felanvändning och medel för undanröjande av riskerna vid installation.</p>

Bilaga F. EU:s medlemsstaters nationella bestämmelser om införlivande av direktiv 2006/25/EG (per den 10 december 2010) och riktlinjer

Land	Aktuell lagstiftning	Aktuella riktlinjer
Österrike	<p>Oö. Landes- und Gemeinde-Dienstrechtsänderungsgesetz 2007 [Landesgesetzblatt (LGBl.), 25/07/2007, 56/2007].</p> <p>Verordnung der Landesregierung über den Schutz der Landes- und Gemeindebediensteten vor der Gefährdung durch künstliche optische Strahlung [Landesgesetzblatt (LGBl.), 18/02/2010, 4/2010].</p> <p>Landesgesetz, mit dem das Oö. Gemeinde-Dienstrechts- und Gehaltsgesetz 2002, das Oö. Gemeindebedienstetengesetz 2001; das Oö. Statutar-gemeinden-Beamtengesetz 2002, das Oö. Gemeinde-bediensteten-Schutzgesetz 1999, das Oö. Gemeinde-Gehaltungs-gesetz, das Oö. Landesbeamtengesetz 1993 und das Oö. Landes-Vertragsbediensteten-gesetz geändert werden (Oö. Gemeinde- und Landes-Dienstrechtsänderungsgesetz 2008) [Landesgesetzblatt (LGBl.), 29/08/2008, 73/2008].</p> <p>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].</p> <p>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].</p> <p>Gesetz, mit dem die Dienstordnung 1994 (28. Novelle zur Dienstordnung 1994), die Besoldungsordnung 1994 (36. Novelle zur Besoldungsordnung 1994), die Ver-tragsbedienstetenordnung 1995 (32. Novelle zur Ver-tragsbedienstetenordnung 1995), die Pensionsordnung 1995 (20. Novelle zur Pensionsordnung 1995), das Ruhe- und Versorgungsgnusszulagegesetz 1995 (9. Novelle zum Ruhe- und Versorgungsgnusszulagegesetz 1995), das Unfallfürsorgegesetz 1967 (17. Novelle zum Unfall-fürsorgegesetz 1967), das Wiener Bedienstetenschutzge-setz 1998 (5. Novelle zum Wiener Bedienstetenschutzge-setz 1998), das Wiener Personalvertretungsgesetz (16. Novelle zum Wiener Personalvertretungsgesetz), das Wiener Bezü-gegesetz 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. No-velle zum Gesetz über den Unabhängigen Verwaltungssenat Wien) geändert werden und das Wiener Eltern-Karenzgeldzuschussgesetz aufgehoben wird [Landesgesetzblatt (LGBl.), 42/2010, 17/09/2010].</p> <p>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].</p> <p>Verordnung des Bundesministers für Arbeit, Soziales und Konsumenten-schutz, mit der die Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmer/innen vor der Einwirkung durch optische Strahlung (Verordnung optische Strahlung – VOPST) erlassen wird und mit der die Verordnung über die Gesund-heitsüberwachung am Arbeitsplatz und die Verordnung über Beschäfti-gungsverbote und -beschränkungen für Jugendliche geändert werden [Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich (BGBl.), II Nr. 221/2010, 08/07/2010].</p>	<p>Sicherheitsinformation der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt-Sicherheit Kompakt: M 014 UV-Strahlenbelastung am Arbeitsplatz M 080 Grundlagen der Lasersicherheit</p>

Land	Aktuell lagstiftning	Aktuella riktlinjer
Belgien	<p>FEDERALE OVERHEIDSDIENST WERKGELEGENHEID, ARBEID EN SOCIAAL OVERLEG – 22 APRIL 2010. – Koninklijk besluit betreffende de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de werknemers tegen de risico's van kunstmatige optische straling op het werk [Moniteur Belge, 06/05/2010, 25349-25386].</p>	
Bulgarien	<p>Наредба № 5 от 11 юни 2010 г. за минималните изисквания за осигуряване на здравето и безопасността на работещите при рискове, свързани с експозиция на изкуствени оптични лъчения [Държавен вестник, 49, 29/06/2010, 00035-00048] 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]</p>	
Cypern	<p>Οι Πери Ασφάλειας και Υγείας στην Εργασία (Τεχνική Οπτική Ακτινοβολία) Kanoniatoi tou 2010 [Cyprus Gazette, 4433, 11/06/2010, 01473-01493]</p>	
Tjeckien	<p>Zákon č. 320/2002 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 zdravotní lidu [Sbírka zákonů CR, 30/03/1966]. Zákon č. 111/2007 Sb., kterým se mění zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdravotní 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 zdravotní lidu, ve znění pozdějších předpisů, a zákon České národní rady č. 36/1975 Sb., o pokutách za porušování právních předpisů o vytváření a ochraně zdravotních 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 zdravotní 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].</p>	<p>Vägledning för arbete med lasrar – Nr 61. UV Zareni affisch (varning för faror med UV-strålning). ICNIRP:s riktlinjer.</p>

Land	Aktuell lagstiftning	Aktuella riktlinjer
Danmark	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].	Den danske arbejdsmiljølagen syftar till att skapa en "säker och hälsosam arbetsmiljö". Vid tillämpningen av lagen används ICNIRPs rekommendationer om optisk stråling som riktlinjer tillsammans med relevanta europeiska standarder (t.ex. EN 60825 och EN 207/208).
Estland	TÖÖTERVISHOIU JA TÖÖOHUTUSE SEADUSE MUUTMISE SEADUS [Elektrooniiline Riigi Teataja, RT, 16.01.2007, 3, 11]. Tööttervishoiu ja tööohutuse nõuded tehnikust optilisest kiirgusest mõjutatud töökeskkonnas, tehniliku optilise kiirguse piirnormid ja kiirguse mõõtmise kord [Elektrooniiline Riigi Teataja, RT, 22.04.2010, 16, 84].	
Finland	Valtionuuvoston asetus työntekijöiden suojelemiseksi optiselle säteilylle altistumisesta aiheutuvalta vaaralta / Statsrådets förordning om skydd av arbetstagare mot risker som uppstår vid exponering för optisk stråling [Suomen Saadoskokoelma (SK), 05/03/2010, 00703-00720, 146/2010]	
Frankrike	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]	
Tyskland	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 (BGB 1), 38, 26/07/2010, 00960-00967]	Information BGI 5006: "Gränsvärden för exponering för artificiell optisk stråling". Riktlinje om icke-joniserande stråling: "Laserstråling". Riktlinje om icke-joniserande stråling: "Ultraviolett stråling från artificiella källor". Riktlinje om icke-joniserande stråling: "Synlig och infraröd stråling". Riskbedömningsmetoder för optisk stråling från artificiella källor beskrivs i följande dokument: Förordning om olycksförebyggande åtgärder: BGV B2: "Laserstråling". DIN EN 60825-1:2008. Laser – Säkerhet – Del 1: Klassificering av utrustning, fordringar och användarhandbok. DIN EN 14255-1:2005. Mätning och bedömning av exponering för inkoherent optisk stråling – Del 1: UV-stråling från artificiella källor på arbetsplatser. IEC 62471:2006: Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems. DIN EN 12198-1:2000. Maskinsäkerhet – Bedömning och reducering av strålningsrisker förknippade med maskiner – Del 1: Allmänna principer. Riktlinje om icke-joniserande stråling: "Ultraviolett stråling från artificiella källor". BGR 107: Säkerhetsregler för torkare för tryck- och pappersbearbetningsmaskiner. Riskreduceringsmetoder för optisk stråling från artificiella källor beskrivs i följande dokument: Förordning om olycksförebyggande åtgärder: BGV B2: "Laserstråling". Information BGI 5006: "Gränsvärden för exponering för artificiell optisk stråling". Information BGI 5007: Laserutrustning för shower och visningar. DIN EN 12198-3:2002. Maskinsäkerhet – Bedömning och reducering av strålningsrisker förknippade med maskiner – Del 3: Reducering av stråling genom dämpning eller avskärmning. Riktlinje om icke-joniserande stråling: "Laserstråling". Riktlinje om icke-joniserande stråling: "Ultraviolett stråling från artificiella källor". Riskreduceringsmetoder på branschnivå beskrivs även i följande dokument: "UV-torkning", Professional Association Printing and Paper Conversion. Förordning om olycksförebyggande åtgärder BGV D1: "Svetsning, skärning och relaterade metoder". Merkblatt über Betrachtungsplätze für die fluoreszierende Prüfung mit dem Magnetpulver- und Eindringverfahren – Ausrüstung und Schutzmaßnahmen bei Arbeiten mit UV-Strahlung. Information BGI 5092 Umgang mit Laser-Schutzbrillen und Laser-Justierbrillen. Information BGI 5031 Umgang mit Lichtwellenleiter-Kommunikations-Systemen (LWKS). Broschyrer och flygblad: Flygblad från det federala arbetsmiljöinstitutet: "Damit nichts ins Auge geht... – Schutz vor Laserstrahlung". Flygblad från det federala arbetsmiljöinstitutet: "Dazzle: Blind for a Moment. Protection Against Optical Radiation". Flygblad från det federala arbetsmiljöinstitutet: "Hand-held Lasers to Work Materials".

Land	Aktuell lagstiftning	Aktuella riktlinjer
Grekland	Ελάχιστες προδιαγραφές υγείας και ασφάλειας όσον αφορά στην έκθεση των εργαζομένων σε κινδυνολογούμενους από φυσικούς παραγοντες (τεχνητή οπτική ακτινοβολία), σε συμμόρφωση με την οδηγία 2006/25/ΕΚ [Εφημερίς της Κυβερνήσεως (ΦΕΚ) (Τεύχος Α), 145, 07/09/2010, 03075-03094]	
Ungern	<p>1991. évi XI. Törvény az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálatról [Magyar Közlöny, 00753-00759]</p> <p>2/1998. (I. 16.) MűM rendelet a munkahelyen alkalmazandó biztonsági és egészségvédelmi jelzésekről [Magyar Közlöny, 16/01/1998, 174-192, 2]</p> <p>A Kormány 218/1999. (XII. 28.) Korm. rendelete az egyes szabálysértésekről [Magyar Közlöny, 28/12/1999, 08942-08968, 1999/125]</p> <p>Az egészségügyi miniszter 22/2010. (V. 7.) EüM rendelete a munkavállalókat érő mesterséges optikai sugárzás expozícióra vonatkozó minimális egészségi és biztonsági követelményekről [Magyar Közlöny, 14597-14614]</p> <p>1997. évi XLVII. Törvény az egészségügyi és a hozzájuk kapcsolódó személyes adatok kezeléséről és védelméről [Magyar Közlöny, 05/06/1997, 03518-03528, 1997/49]</p> <p>2009. évi CLIV. Törvény az egyes egészségügyi tárgyú törvények módosításáról [Magyar Közlöny, 47035-47090]</p> <p>1993. évi XCIII. tv. a munkavédelemről [Magyar Közlöny, 03/11/1993, 9942-9953, 160]</p> <p>33/1998. (VI. 24.) NM rendelet a munkaköri, szakmai, illetve személyi higiénés alkalmasság orvosi vizsgálatáról és véleményezéséről [Magyar Közlöny, 24/06/1998, 4489-4516, 54]</p>	<p>De europeiska standarderna gäller även i Ungern, dvs. IEC 60825-1,-2,-4 och -12. IEC 60335-2-27. IEC 60601-2-22. EN 12198-1. EN 14255-1,-2 och -4.</p>
Irland	<p>S.I. No. 176 of 2010 SAFETY, HEALTH AND WELFARE AT WORK (GENERAL APPLICATION) (AMENDMENT) REGULATIONS 2010</p> <p>[Iris Offgiúl, 04/05/2010, 00628-00629, 176 of 2010]</p>	<p>Riktlinjer från Internationella kommissionen för skydd mot icke-joniserande strålning – ICNIRP.</p>
Italien	<p>Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro [Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, 30/04/2008, S.O. N.108/L - GU N. 101].</p>	
Lettland	<p>Ministru kabineta 2009.gada 30.jūnija noteikumi Nr.731 "Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret mākslīgā optiskā starojuma radīto risku darba vīdē" [Latvijas Vēstnesis, 07/07/2009, 105]</p>	<p>Lettisk standard: Mätning och bedömning av personlig exponering för icke-koherent optisk strålning – Del 2: Synlig och infraröd strålning från artificiella strålkällor på arbetsplatsen.</p>

Land	Aktuell lagstiftning	Aktuella riktlinjer
Litauen	<p>LIETUVOS RESPUBLIKOS ADMINISTRACINIŲ TEISĖS PAŽEIDIMŲ KODEKSO 5, 41, 51(3), 51(12), 55, 58, 70, 76, 77, 77(1), 81, 82, 84(1), 87, 89(1), 91, 99(8), 183, 188(4), 188(9), 189(1), 214(3), 221, 224, 225, 232(1), 237, 242, 244, 246(2), 259(1), 262, 263, 268, 320 STRAIPSNŲ PAKEITIMO BEI PAPILDYMO IR KODEKSO PAPILDYMO 42(4), 51(18), 51(19), 51(20), 51(21), 51(22), 56(2), 58(1), 78(1), 89(2), 99(9), 99(10), 148, 173(20), 173(21) STRAIPSNIAIS ĮSTATYMAS Nr. X-691 [Nouvelles de l'Etat, 30/06/2006, , 73].</p> <p>Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2007 m. spalio 5 d. įsakymas Nr. A1-277/V-785 „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 ataskaitas, įgyvendinimo“ 2007 m. spalio 5 d. Nr. A1-277/V-785 [Nouvelles de l'Etat, 11/10/2007, , 105]</p> <p>Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2007 m. gruodžio 14 d. įsakymas Nr. A1-366/V-1025 „Dėl darbuotojų apsaugos nuo dirbtinės optinės spinduliuotės keliamos rizikos nuostatų patvirtinimo“ [Nouvelles de l'Etat, 22/12/2007, , 136]</p> <p>Lietuvos Respublikos administracinių teisės pažeidimų kodekso pakeitimo ir papildymo įstatymas Nr. VIII-1543 [Nouvelles de l'Etat, 15/03/2000, , 22]</p>	
Luxemburg	<p>Règlement grand-ducal du 26 juillet 2010, relatif aux prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des salariés aux risques dus aux agents physiques (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 Luxembourggeois A, 131, 12/08/2010, 02164-02182]</p>	
Malta	<p>L.N. 250 of 2010 OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY AUTHORITY ACT (CAP. 424) Work Place (Minimum Health and Safety Requirements for the Protection of Workers from Risks resulting from Exposure to Artificial Optical Radiation) Regulations, 2010 [The Malta government gazette, 30/04/2010, 02403-02450, 18586]</p>	
Nederländerna	<p>Besluit van 1 februari 2010 tot wijziging van het Arbeidsomstandighedenbesluit, houdende regels met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van kunstmatige optische straling [Staatsblad (Bulletin des Lois et des Décrets royaux), 09/03/2010, 00001-00021, Stb. 2010, 103]</p>	Optische straling in arbeidssituaties.
Polen	<p>Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 27 maja 2010 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z ekspozycją na promieniowanie optyczne [Dziennik Ustaw, 2010/100/643, 09/06/2010]</p> <p>Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 lipca 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [Dziennik Ustaw, 2010/141/950, 06/08/2010]</p>	<p>Det finns några publikationer som gäller riskbedömning i arbetslivet och riktlinjer om optisk strålning. Dessa är: "Occupational risk assessment. Part 1: Methodological basis", M.W. Zawieska (red.), CIOP-PIB, Warszawa 2004 (tredje utgåvan). "Occupational risk assessment. Part 2: STER-computer aided support", M.W. Zawieska (red.), CIOP, Warszawa 2000. "Occupational risk . Methodological basis of evaluation", M.W. Zawieska, CIOP-PIB Warszawa, 2007.</p>

Land	Aktuell lagstiftning	Aktuella riktlinjer
Portugal	<p>Assembleia da República-Estabelece as prescrições mínimas para protecção dos trabalhadores contra os riscos para a saúde e a segurança devidos à exposição, durante o trabalho, a radiações ópticas de fontes artificiais, transpondo a Directiva n.º 2006/25/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril [Diário da República, 168, 30/08/2010, 03770-03782]</p> <p>Assembleia da República Rectifica a Lei n.º 25/2010, de 30 de Agosto, que estabelece as prescrições mínimas para protecção dos trabalhadores contra os riscos para a saúde e a segurança devidos à exposição, durante o trabalho, a radiações ópticas de fontes artificiais, transpondo a Directiva n.º 2006/25/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, publicada no Diário da República, 1.ª série, n.º 168, de 30 de Agosto de 2010 [Diário da República I, 209, 27/10/2010, 04849-04859]</p>	
Rumänien	<p>Hotărârea Guvernului privind cerințele minime de securitate și sănătate în muncă referitoare la expunerea lucrătorilor la riscuri generate de radiațiile optice artificiale [Monitorul Oficial al României, 427, 25/06/2010, 00002-00015]</p>	
Slovakien	<p>Zákon č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov [Zbierka zákonov SR, 31/07/2007, , 154]</p> <p>Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 410/2007 Z. z. o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou umelému optickému žiareniu [Zbierka zákonov SR, 01/09/2007, , 178]</p>	
Slovenien	<p>Uredba o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti umetnim optičnim sevanjem [Uradni list RS, 34/2010, 30/04/2010, 04892-04909]</p>	

Land	Aktuell lagstiftning	Aktuella riktlinjer
Spanien	<p>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]</p> <p>Corrección de errores del Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales [Boletín Oficial del Estado (B.O.E), 06/05/2010, 40171-40171, 110/2010]</p>	<p>STANDARDER UNE-CR 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). AFFISCHER La Directiva 2006/25/CE sobre exposición laboral a radiaciones ópticas artificiales. Methodology to assess occupational exposure to optical radiations. Spectral limit: an Application to Assess the Occupational Exposure to UV & Visible Radiation. ANDRA DOKUMENT FRÅN 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. Prevention of Labour Risks. Advanced training course for the performance of functions of Superior Level. Version 2. Algunas cuestiones sobre seguridad Láser. (Några frågor om lasersäkerhet). 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.</p>
Sverige	<p>Arbetsmiljöverkets föreskrifter om artificiell optisk strålning (AFS 2009:7) [Arbetsmiljöverkets författningssamling (AFS), 10/1/2009, , 2009:7]</p>	
Storbritannien	<p>The Control of Artificial Optical Radiation at Work Regulations 2010 [Her Majesty's Stationery Office (HMSO), 06/04/2010, , GB SI 2010 No. 1140] 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]</p>	<p>MHRA DB2008(03) Guidance on the safe use of lasers, intense light source systems and LEDs in medical, surgical, dental and aesthetic practices. HSG95 The radiation safety of lasers used for display purposes.</p>

Bilaga G. Europeiska och internationella standarder

Det finns ett flertal europeiska standarder som avser produkter som avger optisk strålning, beskriver strålningen och gäller skyddsåtgärder. Dessutom finns det många internationella standarder från ISO, IEC och CIE som inte har offentliggjorts som europeiska standarder. En tredje grupp är vägledande dokument som har publicerats internationellt, men inte alltid antagits av alla medlemsstater.

Att ett dokument tas med i denna bilaga behöver inte betyda att en arbetsgivare måste skaffa sig och läsa dokumentet. En del av dokumenten kan dock vara till hjälp för arbetsgivarna vid deras riskbedömning och riskhantering.

G.1 Euronormer

EN 165:2005. Ögonskydd – Terminologi.

EN 166:2002. Ögonskydd – Fordringar och specifikationer.

EN 167:2002. Ögonskydd – Optiska provningsmetoder.

EN 168:2002. Ögonskydd – Icke-optiska provningsmetoder.

EN 169:2002. Ögonskydd – Filter vid svetsning och besläktade förfaranden – Fordringar på transmittans.

EN 170:2002. Ögonskydd – Filter mot ultraviolett strålning – Fordringar på transmittans.

EN 171:2002. Ögonskydd – Filter mot infraröd strålning – Fordringar på transmittans.

EN 175:1997. Personligt skydd – Ögon- och ansiktsskydd vid svetsning och likartat arbete.

EN 207:1998. Ögonskydd – Filter mot laserstrålning.

EN 208:1998. Ögonskydd – Filter för användning under justering av lasrar och lasersystem.

EN 349:1993. Maskinsäkerhet – Minimiutrymmen för att undvika att kroppsdelar krossas.

EN 379:2003. Ögonskydd – Automatiska svetsfilter.

EN 953:1997. Maskinsäkerhet – Skydd – Allmänna krav för konstruktion och tillverkning av fasta och öppningsbara skydd.

EN 1088:1995. Maskinsäkerhet – Förreglingsanordningar för kombinerad med skydd.

EN 1598:1997. Hälsa och säkerhet vid svetsning och besläktade metoder – Genomskinliga svetsdraperier, remsor och skärmar för bågsvetmetoder.

EN ISO 11145:2001. Lasrar och lasertillbehör – Ordlista och symboler.

EN ISO 11146-1:2005. Lasrar och lasertillbehör – Provningmetoder för laserstrålens bredd, divergensvinklar och strålpropagationsfaktorer – Del 1: Stigmatiska och enkelastigmatiska strålar.

EN ISO 11146-2:2005. Lasrar och lasertillbehör – Provningmetoder för laserstrålens bredd, divergensvinklar och strålpropagationsfaktorer – Del 2: Allmänastigmatiska strålar.

EN ISO 11149:1997. Optik och optiska instrument – Lasrar och laserrelaterad utrustning – Kopplingsdon för fiberoptiska kablar för annan användning än telekommunikation.

EN ISO 11151-1:2000. Lasrar och lasertillbehör – Optiska standardkomponenter – Del 1: Komponenter för UV, synliga och nära infraröda spektralområdet.

EN ISO 11151-2:2000. Lasrar och lasertillbehör – Optiska standardkomponenter – Del 2: Komponenter för infraröda spektralområdet.

- EN ISO 11252:2004. Lasrar och lasertillbehör – Dokumentationskrav.
- EN ISO 11254-3:2006. Lasrar och lasertillbehör – Bestämning av gränser för skador åstadkomna av laser på optiska ytor – Del 3: Mätning av lasereffekt.
- EN ISO 11551:2003. Optik och optiska instrument – Laser och laserutrustning – Metod för optiska laserkomponenters absorptionsförmåga.
- EN ISO 11553-1:2005. Laserbearbetningsmaskiner – Säkerhet – Del 1: Allmänna säkerhetskrav.
- EN ISO 11553-2:2007. Laserbearbetningsmaskiner – Säkerhet – Del 2: Säkerhetskrav för handhållna laserbearbetningsapparater.
- EN ISO 11554:2006. Lasrar och lasertillbehör – Provningsmetoder för bestämning av laserstrålens effekt, energi och temporala egenskaper.
- EN ISO 11670:2003. Lasrar och lasertillbehör – Provningsmetoder för laserstrålens parametrar – Strållägesstabilitet.
- EN ISO 11810-1:2005. Lasrar och lasertillbehör – Provningsmetod och klassificering för bestämning av laserresistens hos operationsskynken och/eller patientskyddsöverdrag – Del 1: Primärantändning och genomträngning.
- EN ISO 11810-2:2007. Lasrar och lasertillbehör – Provningsmetod och klassificering för bestämning av laserresistens hos operationsskynken och/eller patientskyddsöverdrag – Del 2: Sekundärantändning.
- EN ISO 11990:2003. Lasrar och lasertillbehör – Bestämning av resistensen hos trakealtuber mot påverkan av laserstrålning.
- EN ISO 12005:2003. Lasrar och lasertillbehör – Provningsmetoder för laserstrålens parametrar – Polarisation.
- EN ISO 12100-1:2003. Maskinsäkerhet – Grundläggande begrepp, allmänna konstruktionsprinciper – Del 1: Grundläggande terminologi, metodik.
- EN ISO 12100-2:2003. Maskinsäkerhet – Grundläggande begrepp, allmänna konstruktionsprinciper – Del 2: Tekniska principer.
- EN 12254:1998. Skyddsskärmar för laserarbetsplatser – Fordringar och provning.
- EN ISO 13694:2001. Optik och optiska instrument – Lasrar och lasertillbehör – Provningsmetoder för energitäthetsfördelning hos laserstrålar.
- EN ISO 13695:2004. Optik och fotonik – Lasrar och lasertillbehör – Provningsmetoder för spektral ljusfördelning hos lasrar.
- EN ISO 13697:2006. Optik och fotonik – Lasrar och lasertillbehör – Provningsmetoder för speglande reflektansfaktor och transmittans av optiska laserkomponenter.
- EN 13857:2008. Maskinsäkerhet – Skyddsavstånd för att hindra att armar och ben når in i riskområden.
- EN ISO 14121-1:2007. Maskinsäkerhet – Riskbedömning – Del 1: Principer.
- EN 14255-1:2005. Mätning och bedömning av exponering för inkoherent optisk strålning – Del 1: UV-strålning från artificiella källor på arbetsplatser.
- EN 14255-2:2005. Mätning och bedömning av exponering för inkoherent optisk strålning – Del 2: VIS- och IR-strålning från artificiella källor på arbetsplatser.
- EN 14255-4:2006. Mätning och bedömning av exponering för inkoherent optisk strålning – Del 4: Terminologi och storheter vid mätning av exponering för UV-, VIS- och IR-strålning.
- EN ISO 14408:2005. Trakealtuber avsedda för laserkirurgi – Krav på märkning och tillhörande dokumentation.
- EN ISO 15367-1:2003. Lasrar och lasertillbehör – Provningsmetoder för bestämning av formen på en laserstråles vågfront – Del 1: Terminologi och grundläggande aspekter.

EN ISO 15367-2:2005. Lasrar och lasertillbehör – Provningmetoder för bestämning av formen på en laserstråles vågfront – Del 2: Schack-Hartmann-sensorer.

EN ISO 17526:2003. Optik och optiska instrument – Lasrar och lasertillbehör – Beräkning av lasrars livslängd.

EN ISO 22827-1:2005. Acceptansprovning för Nd:YAG-lasersvetsmaskiner – Maskiner med överföring via optisk fiber – Del 1: Laseraggregat.

EN ISO 22827-2:2005. Acceptansprovning för Nd:YAG-lasersvetsmaskiner – Maskiner med överföring via optisk fiber – Del 2: Mekanism med rörliga delar.

EN 60601-2-22:1996. Elektrisk utrustning för medicinskt bruk – Säkerhet – Del 2: Särskilda fordringar på laserutrustningar för diagnos och terapi.

EN 60825-1:2007. Laser – Säkerhet – Del 1: Klassificering av utrustning samt fordringar.

EN 60825-2:2004. Laser – Säkerhet – Del 2: Särskilda fordringar på kommunikationssystem med optokablar.

EN 60825-4:2006. Laser – Säkerhet – Del 4: Skyddsskärmar för laser.

EN 60825-12:2004. Laser – Säkerhet – Del 12: Särskilda fordringar på system för icke ledningsbunden optisk signalöverföring.

EN 61040:1993. Laser – Utrustning för mätning av laserstrålningens effekt och energi.

G.2 Europeisk vägledning

CLC/TR 50488:2005. Guide to levels of competence required in laser safety.

G.3 ISO-, IEC- och CIE-dokument

ISO/TR 11146-3:2004. Lasrar och lasertillbehör – Provningmetoder för laserstrålens bredd, divergensvinkel och strålpropagationsfaktor – Del 3: Klassificering av

produkttegenskaper och geometrisk klassificering av laserstrålen, utbredning och detaljer i provningmetoder.

ISO TR 11991:1995. Guidance on airway management during laser surgery of upper airway.

ISO/TR 22588:2005. Optik och fotonik – Laser och laserutrustning – Mätning och utvärdering av absorptionsinducerad påverkan på optiska laserkomponenter.

IEC/TR 60825-3:2008. Safety of Laser Products. Part 3: Guidance for laser displays and shows.

IEC TR 60825-5:2003. Safety of Laser Products. Part 5: Manufacturer's checklist for IEC 60825-1.

IEC/TR 60825-8:2006. Safety of Laser Products. Part 8: Guidelines for the safe use of laser beams on humans.

IEC/TR 60825-13:2006. Safety of Laser Products. Part 13: Measurements for Classification of Laser Products.

IEC TR 60825-14:2004. Safety of Laser Products. Part 14: A user's guide.

IEC 62471:2006. Photobiological safety of lamps and lamp systems.

CIE S 004-2001: Colours of Light Signals.

ISO 16508 / CIE S006.1/E-1999: Joint ISO/CIE Standard: Road Traffic Lights – Photometric Properties of 200 mm Roundel Signals.

ISO 17166 / CIE S 007/E-1999: Joint ISO/CIE Standard: Erythema Reference Action Spectrum and Standard Erythema Dose.

ISO 8995-1:2002(E) / CIE S 008/E:2001: Joint ISO/CIE Standard: Lighting of Work Places – Part 1: Indoor [incl. Technical 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: Joint ISO/CIE Standard: Photometry – The CIE System of Physical Photometry.

ISO 23603:2005(E) / CIE S 012/E:2004: Joint ISO/CIE Standard: Standard Method of Assessing the Spectral Quality of Daylight Simulators for Visual Appraisal and Measurement of Colour.

CIE S 015:2005: Lighting of Outdoor Work Places.

ISO 8995-3:2006(E) / CIE S 016/E:2005: Joint ISO/CIE Standard: Lighting of work places – Part 3: Lighting

Requirements for Safety and Security of Outdoor Work Places.

ISO 28077:2006(E) / CIE S 019/E: 2006: Joint ISO/CIE Standard: Photocarcinogenesis Action Spectrum (Non-Melanoma Skin Cancers).

ISO 30061:2007(E) / CIE S 020/E:2007: Emergency Lighting.

Bilaga H. Ljuskänslighet

H.1 Vad är ljuskänslighet?

Kemiska reaktioner som utlöses av synlig eller ultraviolett strålning är naturliga processer som är nödvändiga för levande organismers överlevnad. De kallas även fotoke-miska reaktioner: för att reaktionen ska framkallas måste först energi absorberas av en molekyl eller en levande cell, som därvid övergår till ett exciterat tillstånd.

Under normala omständigheter är nettoeffekten positiv och det leder inte till några skador för kroppen, i detta specifika fall huden.

Absorption, intagande eller inhalation av vissa ämnen kan dock leda till allvarliga förstärkningseffekter med en dramatisk ökning av verkliga skador som liknar solbrännskador. Dessa ämnen kallas allmänt för "fotosensibiliserare".

Skadliga effekter (som solbrännskador, blåsbildning och stickningar) kan dock ibland uppträda nästan omedelbart.

De långsiktiga konsekvenserna av upprepad exponering samtidigt som man är i kontakt med fotosensibiliserande ämnen kan i en del fall öka risken för att utveckla kroniska sjukdomar (t.ex. påskyndat åldrande i huden eller hudcancer).

De flesta fotosensibiliserare absorberar i UVA-området och i mindre utsträckning i UVB-området eller det synliga området. De kan finnas överallt i din miljö, som t.ex. följande miljöer:

I din vardagsmiljö: vissa läkemedel som t.ex. hjärtreglerande mediciner eller mediciner mot högt blodtryck, vissa ämnen i grönsaker, träsdydsämnen som carbolineum, trädgårdsväxter, parfymer och kosmetika.

I din arbetsmiljö: färgämnen, bekämpningsmedel, tryckfärger och fodertillsatser.

I medicinska miljöer: fototerapi, antibakteriella ämnen, lugnande läkemedel, urindrivande läkemedel och behandlingar mot infektioner.

De här uppräkningsarna är inte uttömmande. Dessutom kan fotosensibiliserare som används i vardagen eller som har ett medicinskt ursprung naturligtvis påverka känsligheten för exponering i arbetslivet.

De skadliga effekterna är beroende av typen och mängden av det fotosensibiliserande ämne som absorberas/intas/inhaleras, exponeringens intensitet och duration samt den enskilda individens genupsättning (t.ex. hudtyp).

H.2 Arbetsrelaterade aspekter ... eller inte.

Som vi har sett kan skadliga effekter orsakade av exponering för ultraviolett eller synlig strålning samtidigt som man är i kontakt med fotosensibiliserande ämnen drabba vem som helst och orsakas av verksamheter både i arbetslivet och på fritiden.

Dessutom är det som bidrar mest den naturliga strålningen från solen.

Eftersom skadliga effekter orsakade av naturlig strålning inte ligger inom direktivets tillämpningsområde är detta bara menat som information när det gäller naturlig strålning.

H.3 Vad måste du som arbetsgivare göra?

Enligt direktivet är en arbetsgivare skyldig att utföra en riskbedömning där hänsyn tas till faror och risker på grund av exponering för artificiell optisk strålning.

Till arbetsgivarens ansvarsområden hör skyldigheten att informera personalen om alla potentiella risker.

Åtgärder för att öka medvetenheten om de potentiella faror och risker som beror på fotosensibiliserande ämnen är mycket viktiga.

H.4 Vad ska du göra om ditt arbete innebär exponering för artificiella optiska strålkällor i kombination med fotosensibiliserande ämnen?

En arbetsgivare som utför en riskbedömning kan inte känna till varje enskild situation, som t.ex. att en arbetstagare genomgår medicinsk behandling med "fotosensibiliserande" läkemedel, använder "fotosensibiliserande" produkter för att renovera sitt hem, eller använder "fotosensibiliserande" kemiska ämnen när han utövar sin hobby (t.ex. målarfärg, bläck eller lim), etc.

När du påbörjar en medicinsk behandling med specifika men "fotosensibiliserande" läkemedel ser läkaren normalt

till att varna dig för de potentiella skadliga effekterna av exponering för solljus. Exponering för solljus kan ibland vara helt förbjuden. I en sådan situation är det också lämpligt att undvika överdriven exponering för artificiellt (och naturligt) ljus eller ultravioletta strålkällor på arbetsplatsen. Läs alltid etiketten! Det rekommenderas starkt att du informerar din arbetsgivare själv eller använder dig av befintliga kanaler eller förfaranden i ditt land.

Om du upptäcker en skadlig effekt på huden ska du utan dröjsmål besöka läkare. Om du misstänker att skadan har uppkommit genom ditt arbete ska du berätta det för läkaren. Om en yrkessjukdom kan misstänkas rekommenderas det återigen starkt att du informerar din arbetsgivare. Det är bara då som det är möjligt att göra lämpliga anpassningar av dina arbetsförhållanden.

Bilaga I. Resurser

I.1 Internet

Dessa förteckningar är inte avsedda att vara uttömmande. Förteckningarna innebär inte att innehållet på externa webbplatser godkänns eller rekommenderas.

I.2 Rådgivande/reglerande

Europeiska unionen

Land	Organisation	Webbplats
Österrike	AUVA	http://www.auva.at
Belgien	Institut pour la Prevention, la Protection et le Bien-Etre au Travail	http://www.prevent.be/net/net01.nsf
Cypern	Ημερίδα με θέμα: Ασφαλής Πρόσδεση Φορτίων	http://www.cysha.org.cy
Tjeckien	National Institute of Public Health, Czech Republic	http://www.czu.cz
	Centrum bezpečnosti práce a požární ochrany	http://www.civop.cz
Danmark	Danish Working Environment Authority	http://www.at.dk
Estland	Tööinspektsioon	http://www.ti.ee
Finland	Työterveyslaitos	http://www.occuphealth.fi
Frankrike	Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail	http://www.afsset.fr
Tyskland	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin	http://www.baua.de
	Berufsgenossenschaft Elektro Textil Feinmechanik	http://www.bgetf.de
Grekland	Hellenic Institute for Occupational Health and Safety	http://www.elinyae.gr
Ungern	Public Foundation for Research on Occupational Safety	http://www.mkk.org.hu
Irland	Health and Safety Authority	http://www.HSA.ie
Italien	National Institute of Occupational Safety and Prevention	http://www.ispesl.it
Lettland	Institute of Occupational and Environmental Health	http://home.parks.lv/ioeh
Luxemburg	Inspection du Travail et des Mines	http://www.itm.lu/itm
Malta	Occupational Health and Safety Authority	http://www.ohsa.org.mt
Nederländerna	TNO Work and Employment	http://www.arbeid.tno.nl
Polen	Central Institute for Labour Protection	http://www.ciop.pl
Portugal	Autoridade para as Condições do Trabalho	http://www.act.gov.pt
Rumänien	Institute of Public Health	http://www.pub-health-iasi.ro
Slovakien	Public Health Authority of the Slovak Republic	http://www.uvzs.sk
Slovenien	Ministry of Labour, Family and Social Affairs	http://www.mddsz.gov.si
Spanien	Inspección de Trabajo y Seguridad Social	http://www.insht.es/portal/site/Insht
	Asociación para la prevención de accidentes	http://www.apa.es
Sverige	Strålsäkerhetsmyndigheten	http://www.ssi.se
Storbritannien	Health Protection Agency	http://www.hpa.org.uk
	Health and Safety Executive	http://www.hse.gov.uk

Internationella organisationer

Organisation	Webbplats
Internationella kommissionen för skydd mot icke-joniserande strålning – ICNIRP	http://www.icnirp.de
Internationella belysningskommissionen – CIE	http://www.cie.co.at
Världshälsoorganisationen – WHO	http://www.who.int
American Conference on Governmental Industrial Hygienists	http://www.acgih.org
Europeiska fackliga samorganisationen – EFS	http://www.etuc.org http://hesa.etui-rehs.org
Europeiska folkhälsoalliansen (European Public Health Alliance)	http://www.ephia.org/r/64
Europeiska arbetsmiljöbyrån	http://osha.europa.eu/
International Commission on Occupational Health	http://www.icohweb.org

Övriga världen

Land	Organisation	Webbplats
USA	US Food and Drug Administration Center for Devices and Radiological Health	http://www.fda.gov/cdrh/
USA	US Food and Drug Administration Medical Accident Database	http://www.accessdata.fda.gov
USA	United States Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine, Laser/Optical Radiation Program	http://chppm-www.apgea.army.mil/laser/laser.html
Australien	Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency	http://www.arpansa.gov.au

I.3 Standarder

Organisation	Webbplats
Internationella elektriska kommissionen (International Electrotechnical Commission)	http://www.iec.ch
Europeiska kommittén för elektroteknisk standardisering (European Committee for Electrotechnical Standardization)	http://www.cenelec.eu
Europeiska standardiseringsorganet CEN (European Committee for Standardization)	http://www.cen.eu
Internationella standardiseringsorganisationen ISO (International Organization for Standardization)	http://www.iso.org
American National Standards Institute	http://www.ansi.org
US Laser Safety Standards	http://www.z136.org

I.4 Organisationer/webbkataloger

Organisation	Webbplats
European Optical Society	http://www.myeos.org
SPIE	http://www.spie.org
Optical Society of America	http://www.osa.org
Laser Institute of America	http://www.laserinstitute.org
Association of Laser Users	http://www.ailu.org.uk
Institute of Physics	http://www.iop.org
Institute of Physics and Engineering in Medicine	http://www.ipem.org.uk
British Medical Laser Association	http://www.bmla.co.uk
European Leading Association of Luminous Radiant gas heaters Manufacturers	http://www.elvhis.com

I.5 Tidskrifter

www.optics.org

Opto & Laser Europe.

www.health-physics.com

Health Physics

www.oxfordjournals.org/our_journals/rpd/about.html

Sökning av abstracts från laserrelaterade publikationer
i *Radiation Protection Dosimetry*

lfw.pennnet.com/home.cfm

Laser Focus World, månatligt magasin om optik från USA

www.photonics.com

Photonics Spectra, *EuroPhotonics* och *BioPhotonics*.

scitation.aip.org/jla/

Journal of Laser Applications.

www.springerlink.com/content/1435-604X/

Om lasrar i *Medical Science*

fibers.org/fibresystems/schedule/fse.cfm

Fibre Systems Europe

www.laserist.org/Laserist/

The Laserist, tidskrift från International Laser Display
Association

www.ledsmagazine.com

Elektroniskt magasin om tillämpning av LED.

www.ils-digital.com

Magasin om industriella laserlösningar

www.rp-photonics.com/encyclopedia.html

Internetbaserad encyklopedi som täcker ett flertal laser-
och optikämnen

I.6 CD, DVD och andra resurser

Resurs	Leverantör	Kommentar
Limits CD	Austrian Research Centers	Ett interaktivt system (engelska och tyska) för utbildning om lasersäkerhet inom industri och forskning. CD:n innehåller en 30 minuter lång film där CD-skivans nio kapitel presenteras. Kapitlen kan också ses oberoende av filmen. Innehåller även ett provavsnitt (flervalsuppgifter) och en ordbok.
LIA – Mastering Light – Laser Safety DVD	LIA	I DVD:n behandlas tillämpningar, lasertyper, laserrisker, kontrollåtgärder, skyltar och märkning, lagring av ögonskydd etc. Innehåller även information om äldre laserklassificering.
Laser Safety in Higher Education DVD	University of Southampton	I DVD:n behandlas laserstrålning och kroppen, säkerhetsåtgärder, neutrala densitetsfilter etc. Innehåller även information om äldre laserklassificering.
LIA – CLSOs' Best Practices in Laser Safety CD	LIA	Bok plus CD. CD:n innehåller PowerPoint-presentationer av kapitlen 5.2.1.1 och 5.2.1.3. Boken är avsedd att användas som ett verktyg i utvecklingen av program för lasersäkerhet.
Prevention of Labour Risks CD	INSHT	Avancerad kurs om utförande av funktioner på högre nivå. Version 2.
Guide to Laser Safety	Laservision	Broschyr (engelska och tyska). Broschyren handlar främst om laserskyddsglasögon och filter.
Laser-Augenschutz Filter-Select	BGETF	ACCESS – interaktiv databas om laserglasögon.

Bilaga J. Ordlista

Aversionsrespons, frivillig eller ofrivillig

Slutning av ögonlocket, ögonrörelse, pupillsammandragning eller huvudrörelse för att undvika exponering för stimulerande optisk strålning.

Gränsvärde för exponering

Maximinivå för exponering av ögon eller hud som inte förväntas ha skadliga biologiska effekter.

Icke-koherent strålning

All annan strålning än laserstrålning.

Illuminans (E_v)

(i en punkt på en yta)

Kvoten mellan det ljusflöde $d\Phi_v$ som når en del av ytan som innehåller punkten, och arean dA av den delen.

$$E_v = \frac{d\Phi_v}{dA}$$

Enhet: lux (lx).

Infraröd strålning

Optisk strålning med våglängder som är längre än vid synlig strålning.

Våglängdsområdet 780–10⁶ nm för infraröd strålning delas vanligen in i följande delband:

IRA (780–1 400 nm).

IRB (1 400–3 000 nm).

IRC (3 000–10⁶ nm).

Irradians (E) (i en punkt på en yta)

Kvoten mellan det strålningsflöde $d\Phi$ som når en del av ytan som innehåller punkten och arean dA av den delen, dvs.

$$E = \frac{d\Phi}{dA}$$

SI-enhet: W×m⁻².

Luminans

$$L_v = \frac{d\Phi_v}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega}$$

Storhet som definieras genom formeln

där

$d\Phi_v$ är det ljusflöde som överförs genom en elementarstråle som passerar genom den givna punkten och sprids i rymdvinkeln $d\Omega$ som innehåller den givna riktningen, dA är arean av ett tvärsnitt av den strålen som innehåller den givna punkten, och

θ är vinkeln mellan normalen till det tvärsnittet och strålens riktning.

Symbol: L_v .

Enhet: cd·m⁻²

Optisk strålning

Elektromagnetisk strålning vid våglängder mellan området för övergång till röntgenstrålar (våglängd ungefär 1 nm) och området för övergång till radiovågor (våglängd ungefär 10⁶ nm).

Radians

(i en given riktning och i en given punkt på en verklig eller imaginär yta)

Storhet som definieras genom formeln

$$L = \frac{d\Phi}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega}$$

där

$d\Phi$ är den strålningsenergi (flödet) som överförs av en elementarstråle som passerar genom den givna punkten och sprids i rymdvinkeln $d\Omega$ som innehåller den givna riktningen,

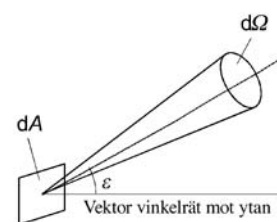


Diagram över strålningsdefinition

dA är arean av ett tvärsnitt av den strålen som innehåller den givna punkten, och ϵ är vinkeln mellan normalen till det tvärsnittet och strålens riktning.

Symbol: L .

SI-enhet: W×m⁻²×sr⁻¹.

Risk för blåljusskada

Potential för en fotokemiskt framkallad näthinneskada orsakad av exponering för optisk strålning i våglängdsintervallet 300–700 nm.

Risk för termisk skada på näthinnan

Potential för en ögonskada på grund av exponering för optisk strålning i våglängdsintervallet 380–1 400 nm.

Riskavstånd

Minimavstånd från källan vid vilket irradiansen/radiansen ligger inom lämpligt gränsvärde för exponering.

Riskavstånd för hudskada

Avstånd vid vilket irradiansen överskrider det tillämpliga gränsvärdet för 8 timmars exponering av hud.

Enhet: m.

Riskavstånd för ögonskada

Avstånd vid vilket strålens irradians eller strålningsexponeringen är lika med de lämpliga gränsvärdena för exponering av ögon.

Riskområde för näthinneskada

Spektralområde från 380 nm till 1 400 nm (synlig strålning och IRA), inom vilket det normala okulära mediet överför optisk strålning till näthinnan.

Strålningsexponering (H)

Kvoten mellan den strålningsenergi dQ som över en given duration når en del av ytan som innehåller punkten, och arean dA av den delen, dvs.

$$H = \frac{dQ}{dA}$$

Det motsvarar integralen av irradiansen E vid en given punkt över en given duration Δt .

$$H = \int_{\Delta t} E \cdot dt$$

SI-enhet: $J \cdot m^{-2}$.

Synlig strålning

All optisk strålning med kapacitet att direkt orsaka en synförmimmelse.

Anmärkning: Det finns inga exakta gränser för spektralområdet för synlig strålning, eftersom de är beroende av mängden strålningseffekt som når näthinnan och betraktarens responsivitet. Den undre gränsen anses vanligen ligga mellan 300 nm och 400 nm, medan den övre gränsen ligger mellan 760 nm och 830 nm.

Viktningfunktion för risk för termisk skada på näthinnan

Spektral viktningfunktion som avspeglar de termiska effekterna av synlig och infraröd strålning på näthinnan.

Symbol: $R(\lambda)$.

SI-enhet: dimensionslös.

Viktningfunktion för risk med blått ljus

Spektral viktning som speglar de fotokemiska effekterna av ultraviolett och synlig strålning på näthinnan.

Symbol: $B(\lambda)$.

SI-enhet: dimensionslös.

Viktningfunktion för ultraviolett risk

Spektral viktningfunktion avsedd för hälsoskydd som avspeglar de kombinerade akuta effekterna av ultraviolett strålning på ögon och hud.

Ultraviolett risk

Potential för akut och kronisk skadlig inverkan på hud och ögon på grund av exponering för optisk strålning i våglängdsintervallet 180–400 nm.

Ultraviolett strålning (UVS)

Optisk strålning där våglängderna är kortare än vid synlig strålning.

För ultraviolett strålning indelas området mellan 100 nm och 400 nm vanligen i följande intervall:

UVA – 315–400 nm.

UVB – 280–315 nm.

UVC – 100–280 nm.

Ultraviolett strålning inom ett våglängdsområde under 180 nm (vakuum UV) absorberas kraftigt av syret i luften.

Bilaga K. Bibliografi

K.1 Laserns historia

Townes, Charles H, *How the Laser Happened – Adventures of a Scientist*, Oxford University Press, 1999.

Maiman, Theodore, *The Laser Odyssey*, Laser Press, 2000.

Bertolotti, M., *The History of the Laser*, Institute of Physics Publishing, 2005.

Hecht, Jeff, *Beam: The Race to Make the Laser*, Oxford University Press, 2005.

Taylor, Nick, *Laser: The Inventor, the Nobel Laureate, and the Thirty-Year Patent War*, iUniverse.com, 2007.

K.2 Medicinska lasrar

Sloney, D. och Trokel, S., *Medical Lasers and their Safe Use*, Springer-Verlag, New York, 1993.

Niemz, Markolf H., *Laser-Tissue Interactions – Fundamentals and Applications*, Springer, 2004.

K.3 Lasersäkerhet och optisk strålningssäkerhet

Sloney, D. och Wolbarsht, M.: *Safety with Lasers and Other Optical Sources*, Plenum, New York, 1980.

Winburn, D. C., *Practical Laser Safety*, Marcel Dekker Inc., New York, 1985.

International Labour Office, *The Use of Lasers in the Workplace: A Practical Guide*, Geneva, 1993.

Henderson, Roy och Schulmeister, Karl, *Laser Safety*, Institute of Physics Publishing, 2003.

Barat, Ken, *Laser Safety Management*, CRC Press/Taylor & Francis, 2006.

Sutter, Ernst, *Schutz vor optischer Strahlung*, VDE Verlag GmbH, 2002.

K.4 Laserteknik och laserteori

Hitz, Breck, Ewing, J. J. och Hecht, Jeff, *Introduction to Laser Technology*, IEEE Press, 2001.

Webb, Colin och Jones, Julian (red.), *Editors Handbook of*

Laser Technology and Applications – Volume 1: Principles, Volume 2: Laser Design and Laser Systems, Volume 3: Applications, Institute of Physics Publishing, 2004.

Chang, William S. C., *Principles of Lasers and Optics*, Cambridge University Press, 2005.

Paschotta, Rüdiger, *Field Guide to Lasers*, SPIE Press, 2008.

K.5 Riktlinjer och redogörelser

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. Sloney 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.

Bilaga L. Direktiv 2006/25/EG

L 114/38

SV

Europeiska unionens officiella tidning

27.4.2006

EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV 2006/25/EG

av den 5 april 2006

om minimikrav för arbetstagares hälsa och säkerhet vid exponering för risker som har samband med fysikaliska agens (artificiell optisk strålning) i arbetet (nittonde särdirektivet enligt artikel 16.1 i direktiv 89/391/EEG)

EUROPEISKA UNIONENS RÅD HAR ANTAGIT DETTA DIREKTIV

med beaktande av fördraget om upprättandet av Europeiska gemenskapen, särskilt artikel 137.2,

med beaktande av kommissionens förslag ⁽¹⁾, som lagts fram efter samråd med rådgivande kommittén för arbetsmiljöfrågor,

med beaktande av Europeiska ekonomiska och sociala kommitténs yttrande ⁽²⁾,

efter att ha hört Regionkommittén,

i enlighet med förfarandet i artikel 251 i fördraget ⁽³⁾, på grundval av det gemensamma utkast som förlikningskommittén godkände den 31 januari 2006, och

av följande skäl:

- (1) Enligt fördraget kan rådet genom direktiv anta minimikrav för att främja förbättringar, särskilt av arbetsmiljön, för att garantera en högre skyddsnivå för arbetstagarnas hälsa och säkerhet. I dessa direktiv bör sådana administrativa, finansiella och rättsliga ålägganden undvikas som motverkar tillkomsten och utvecklingen av små och medelstora företag.

- (2) Enligt kommissionens meddelande om handlingsprogrammet för genomförande av gemenskapsstadgan om grundläggande sociala rättigheter för arbetstagare skall minimikrav för hälsa och säkerhet införas för arbetstagare som utsätts för risker som härrör från fysikaliska agens. Europaparlamentet antog i september 1990 en resolution om detta handlingsprogram ⁽⁴⁾, i vilken kommissionen särskilt uppmanades att utarbeta ett särdirektiv om risker förknippade med buller och vibration samt alla andra fysikaliska agens på arbetsplatsen.

- (3) Som ett första steg antog Europaparlamentet och rådet direktiv 2002/44/EG av den 25 juni 2002 om minimikrav för arbetstagares hälsa och säkerhet vid arbetstagares exponering för risker som har samband med fysikaliska agens (vibration) i arbetet (sextonde särdirektivet enligt artikel 16.1 i direktiv 89/391/EEG) ⁽⁵⁾. Europaparlamentet och rådet antog sedan, den 6 februari 2003, direktiv 2003/10/EG om minimikrav för arbetstagares hälsa och säkerhet vid exponering för risker som har samband med fysikaliska agens (buller) i arbetet (sjuttonde särdirektivet enligt artikel 16.1 i direktiv 89/391/EEG) ⁽⁶⁾. Europaparlamentet och rådet antog därefter, den 29 april 2004, direktiv 2004/40/EG om minimikrav för arbetstagares hälsa och säkerhet vid exponering för risker som har samband med fysikaliska agens (elektromagnetiska fält) i arbetet (18:e särdirektivet enligt artikel 16.1 i direktiv 89/391/EEG) ⁽⁷⁾.

- (4) Det anses nu vara nödvändigt att införa åtgärder som skyddar arbetstagare mot risker som har samband med optisk strålning, på grund av dess inverkan på arbetstagarnas hälsa och säkerhet, särskilt ögon- och hudskador. Dessa åtgärder är inte endast avsedda att trygga den enskilde arbetstagarens hälsa och säkerhet utan också att skapa ett minimiskydd för alla arbetstagare i gemenskapen för att undvika eventuell snedvridning av konkurrensen.

- (5) Ett av målen för detta direktiv är att i tid upptäcka negativa hälsoeffekter orsakade av exponering för optisk strålning.

⁽¹⁾ EGT C 77, 18.3.1993, s. 12, och EGT C 230, 19.8.1994, s. 3.

⁽²⁾ EGT C 249, 13.9.1993, s. 28.

⁽³⁾ Europaparlamentets yttrande av den 20 april 1994 (EGT C 128, 9.5.1994, s. 146), bekräftat den 16 september 1999 (EGT C 54, 25.2.2000, s. 75), rådets gemensamma ståndpunkt av den 18 april 2005 (EUT C 172 E, 12.7.2005, s. 26) och Europaparlamentets ståndpunkt av den 16 november 2005 (ännu ej offentliggjord i EUT). Europaparlamentets lagstiftningsresolution av den 14 februari 2006 (ännu ej offentliggjord i EUT) och rådets beslut av den 23 februari 2006.

⁽⁴⁾ EGT C 260, 15.10.1990, s. 167.

⁽⁵⁾ EGT L 177, 6.7.2002, s. 13.

⁽⁶⁾ EUT L 42, 15.2.2003, s. 38.

⁽⁷⁾ EUT L 159, 30.4.2004, s. 1. Direktivet rättat i EUT L 184, 24.5.2004, s. 1.

- (6) I detta direktiv fastställs minimikrav, och medlemsstaterna kan följaktligen välja att behålla eller anta strängare bestämmelser om skydd för arbetstagare, särskilt genom att fastställa lägre gränsvärden för exponering. Genomförandet av detta direktiv får inte åberopas som skäl till försämringar i det skydd som för närvarande finns i varje medlemsstat.
- (7) Ett system för skydd mot riskerna med optisk strålning bör utan onödiga detaljer begränsas till att fastställa vilka mål som skall uppnås och vilka principer och grundläggande värden som skall tillämpas, för att göra det möjligt för medlemsstaterna att tillämpa minimikraven på ett likartat sätt.
- (8) Exponeringsnivån för optisk strålning kan reduceras mer effektivt om förebyggande åtgärder sätts in redan vid utformningen av arbetsställen och vid valet av arbetsutrustning, arbetsprocesser och arbetsmetoder, så att riskerna företrädesvis minskas redan vid källan. Bestämmelser om arbetsutrustning och arbetsmetoder bidrar således till att skydda de berörda arbetstagarna. I enlighet med de allmänna principer för förebyggande arbete som anges i artikel 6.2 i rådets direktiv 89/391/EEG av den 12 juni 1989 om åtgärder för att främja förbättringar av arbetstagarnas säkerhet och hälsa i arbetet⁽¹⁾, skall gemensamma skyddsåtgärder prioriteras framför individriktade skyddsåtgärder.
- (9) Arbetsgivarna bör anpassa sig till tekniska framsteg och vetenskapliga rön vad gäller risker till följd av exponering för optisk strålning för att förbättra arbetstagarnas säkerhet och hälsoskydd.
- (10) Eftersom detta direktiv är ett särdirektiv enligt artikel 16.1 i direktiv 89/391/EEG, är det senare direktivet tillämpligt på arbetstagares exponering för optisk strålning, utan att det påverkar tillämpningen av strängare och/eller mer specifika bestämmelser i det här direktivet.
- (11) Detta direktiv är ett led i förverkligandet av den inre marknadens sociala dimension.
- (12) Ett kompletterande tillvägagångssätt som både främjar principen om bättre lagstiftning och säkerställer en hög skyddsnivå, om produkter som framställs av tillverkare av optiska strålningskällor och tillhörande utrustning överensstämmer med harmoniserade standarder som har utarbetats i syfte att skydda användarnas hälsa och säkerhet mot de risker som är förbundna med sådana produkter. Det är därför inte nödvändigt för arbetsgivarna att upprepa de mätningar eller beräkningar som tillverkaren redan har genomfört för att avgöra om de

överensstämmer med de väsentliga säkerhetskrav för sådan utrustning som fastställs i de tillämpliga gemenskapsdirektiven, under förutsättning att utrustningen regelbundet underhålls på ett lämpligt sätt.

- (13) De åtgärder som är nödvändiga för att genomföra detta direktiv bör antas i enlighet med rådets beslut 1999/468/EG av den 28 juni 1999 om de förfaranden som skall tillämpas vid utövandet av kommissionens genomförandebefogenheter⁽²⁾.
- (14) Respekt för gränsvärdena för exponering bör ge en hög skyddsnivå när det gäller den inverkan på hälsan som kan bli en följd av exponering för optisk strålning.
- (15) Kommissionen bör utarbeta praktiska riktlinjer för att hjälpa arbetsgivarna, särskilt de som är ansvariga för små och medelstora företag, att bättre förstå de tekniska bestämmelser som ingår i detta direktiv. Kommissionen bör anstränga sig för att slutföra riktlinjerna så snart som möjligt i syfte att underlätta medlemsstaternas antagande av nödvändiga åtgärder för genomförandet av detta direktiv.
- (16) I enlighet med punkt 34 i det interinstitutionella avtalet om bättre lagstiftning⁽³⁾ uppmuntras medlemsstaterna att för egen del och i gemenskapens intresse upprätta egna tabeller som så vitt det är möjligt visar överensstämmelsen mellan detta direktiv och införlivandeåtgärderna samt att göra dessa tabeller tillgängliga för allmänheten.

HÄRIGENOM FÖRESKRIVS FÖLJANDE.

AVSNITT I

ALLMÄNNA BESTÄMMELSER

Artikel 1

Syfte och tillämpningsområde

1. I detta direktiv, som är det nittonde särdirektivet enligt artikel 16.1 i direktiv 89/391/EEG, fastställs minimikrav för att skydda arbetstagare mot sådana hälso- och säkerhetsrisker som uppstår eller kan uppstå vid exponering för artificiell optisk strålning under arbetet.
2. Detta direktiv avser den hälso- och säkerhetsrisk som arbetstagare utsätts för på grund av den skadliga inverkan som följer av att ögon och hud exponeras för artificiell optisk strålning.

⁽¹⁾ EGT L 183, 29.6.1989, s. 1. Direktivet ändrat genom Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1882/2003 (EUT L 284, 31.10.2003, s. 1).

⁽²⁾ EGT L 184, 17.7.1999, s. 23.

⁽³⁾ EUT C 321, 31.12.2003, s. 1.

3. Direktiv 89/391/EEG skall tillämpas fullt ut inom hela det område som avses i punkt 1 utan att det påverkar tillämpningen av strängare och/eller mer specifika bestämmelser i det här direktivet.

Artikel 2

Definitioner

I detta direktiv gäller följande definitioner:

- a) *optisk strålning*: all elektromagnetisk strålning inom våglängdsområdet 100 nm och 1 mm. Detta optiska strålningsspektrum indelas i ultraviolett strålning, synlig strålning och infraröd strålning:
- i) *ultraviolett strålning (UVS)*: optisk strålning inom våglängdsområdet 100 nm och 400 nm. Det ultravioletta området indelas i UVA (315–400 nm), UVB (280–315 nm) och UVC (100–280 nm).
- ii) *synlig strålning*: optisk strålning inom våglängdsområdet 380 nm och 780 nm.
- iii) *infraröd strålning (IRS)*: optisk strålning inom våglängdsområdet 780 nm och 1 mm. Det infraröda området indelas i IRA (780–1 400 nm), IRB (1 400–3 000 nm) och IRC (3 000 nm–1 mm).
- b) *laser (ljusförstärkning genom stimulerad emission av strålning)*: varje anordning som kan fås att producera eller förstärka elektromagnetisk strålning inom våglängdsområdet för optisk strålning framförallt genom processen med kontrollerad stimulerad emission.
- c) *laserstrålning*: optisk strålning från en laser.
- d) *icke-koherent strålning*: all annan optisk strålning än laserstrålning.
- e) *gränsvärden för exponering*: gränser för exponering för optisk strålning som grundar sig direkt på fastställd inverkan på hälsan och biologiska överväganden. Om dessa gränsvärden respekteras kommer det att säkerställa att arbetstagare som exponeras för artificiella optiska strålkällor skyddas mot alla kända negativa hälsoeffekter.
- f) *irradians (E) eller effekttäthet*: effekten av den infallande strålningen på en yta per areaenhet uttryckt i watt per kvadratmeter ($W m^{-2}$).

- g) *strålningsexponering (H)*: tidsintegralen av irradiansen uttryckt i joule per kvadratmeter ($J m^{-2}$).
- h) *radians (L)*: strålningsflödet eller uteffekten per rymdvinkel per areaenhet uttryckt i watt per kvadratmeter per steradian ($W m^{-2} sr^{-1}$).
- i) *nivå*: den kombination av irradians, strålningsenergi och radians som en arbetstagare utsätts för.

Artikel 3

Gränsvärden för exponering

1. Gränsvärden för exponering för annan icke-koherent strålning än den som härrör från naturliga optiska strålkällor fastställs i bilaga I.
2. Gränsvärden för exponering för laserstrålning fastställs i bilaga II.

AVSNITT II

ARBETSGIVARENS SKYLDIGHETER

Artikel 4

Fastställande av exponering och bedömning av risker

1. För att uppfylla sina skyldigheter enligt artiklarna 6.3 och 9.1 i direktiv 89/391/EEG skall arbetsgivaren, för arbetstagare som utsätts för artificiella optiska strålkällor, bedöma och om nödvändigt mäta och/eller beräkna nivåerna på den optiska strålning som arbetstagarna kan utsättas för, så att nödvändiga åtgärder för att förebygga att exponeringen inte överskrider tillämpliga gränsvärden kan fastställas och genomföras. Den metod som tillämpas för bedömning, mätning och/eller beräkning skall följa IEC: s (Internationella elektrotekniska kommissionen) standarder för laserstrålning samt CIE: s (International Commission on Illumination – internationellt organ för standardisering inom belysningsområdet) och CEN: s (Europeiska standardiseringskommittén) rekommendationer för icke-koherent strålning. När det gäller sådan exponering som inte omfattas av dessa standarder och rekommendationer, och fram till dess att lämpliga EU-standarder eller EU-rekommendationer finns tillgängliga, skall bedömning, mätning och/eller beräkning genomföras i enlighet med tillgängliga nationella eller internationella vetenskapligt grundade riktlinjer. I båda dessa exponeringssituationer får vid bedömningen hänsyn också tas till de uppgifter som tillverkarna av utrustningen har lämnat, om den omfattas av relevanta gemenskapsdirektiv.

2. De bedömningar, mätningar och/eller beräkningar som avses i punkt 1 skall med lämpliga intervall planeras och genomföras av behöriga instanser eller personer, med beaktande särskilt av bestämmelserna i artiklarna 7 och 11 i direktiv 89/391/EEG om sakkunnig hjälp och personal samt om samråd med och medverkan av arbetstagare. Resultatet av bedömningen, inbegripet resultatet av den mätning och/eller de beräkningar av exponeringsnivån som avses i punkt 1, skall bevaras i sådan form att det är möjligt att använda uppgifterna vid en senare tidpunkt.

3. I enlighet med artikel 6.3 i direktiv 89/391/EEG skall arbetsgivaren vid riskbedömningen särskilt vara uppmärksam på

- a) nivå, våglängdsområde och duration av exponering för artificiella optiska strålkällor,
- b) de gränsvärden för exponering som avses i artikel 3 i det här direktivet,
- c) eventuell inverkan på hälsa och säkerhet för de arbetstagare som tillhör särskilt känsliga riskgrupper,
- d) eventuell möjlig inverkan på arbetstagares hälsa och säkerhet som följd av interaktion på arbetsplatsen mellan optisk strålning och kemiska ämnen som påverkar ljuskänsligheten,
- e) eventuella indirekta effekter, som tillfällig bländning, explosion eller eld,
- f) förekomst av ersättningsutrustning som konstruerats för att minska exponeringen för artificiell optisk strålning,
- g) adekvat information från hälsokontroller, inbegripet offentliggjord information, i den mån det är möjligt,
- h) exponering för artificiell optisk strålning från flera källor,
- i) en klassificering som tillämpas på laser definierad i enlighet med tillämplig IEC-standard och, i fråga om sådana artificiella källor som kan orsaka skador liknande dem som orsakas av laserstrålning av klass 3 B eller 4, någon likvärdig klassificering,
- j) information från tillverkarna av optiska strålkällor och därmed sammanhängande arbetsutrustning i enlighet med de relevanta gemenskapsdirektiven.

4. Arbetsgivaren skall förfoga över en riskbedömning i enlighet med artikel 9.1 a i direktiv 89/391/EEG och fastställa vilka åtgärder som skall vidtas i enlighet med artiklarna 5 och 6 i det här direktivet. Riskbedömningen skall lagras i lämplig form i enlighet med nationell lagstiftning och praxis; den får innehålla dokumentation från arbetsgivaren om att riskerna med avseende på optisk strålning är av sådan art och omfattning att en ytterligare detaljerad riskbedömning är onödig. Riskbedömningen skall uppdateras regelbundet, särskilt om viktiga förändringar har ägt rum som kan göra den inaktuell eller om resultat av hälsokontroller visar att så är nödvändigt.

Artikel 5

Bestämmelser som syftar till att undvika eller minska riskerna

1. Med beaktande av teknikens framsteg och möjligheten att påverka en risk vid källan skall de risker som härrör från exponering för artificiell optisk strålning undanröjas eller reduceras till ett minimum.

Reduktion av de risker som härrör från exponering för artificiell optisk strålning skall genomföras på grundval av de allmänna principer för förebyggande arbete som anges i direktiv 89/391/EEG.

2. När en riskbedömning som utförs i enlighet med artikel 4.1 för arbetstagare som utsätts för artificiella optiska strålkällor visar på en möjlighet att gränsvärdena för exponering överskrids skall arbetsgivaren utarbeta och genomföra en handlingsplan som innehåller tekniska och/eller organisatoriska åtgärder utformade för att förhindra att exponeringen överskrider gränsvärdena, varvid följande särskilt skall beaktas:

- a) Alternativa arbetsmetoder som minskar risken för optisk strålning.
- b) Val av utrustning som ger upphov till mindre optisk strålning, med beaktande av det arbete som skall utföras.
- c) Tekniska åtgärder, så att den optiska strålningen kan minskas, inbegripet vid behov genom användning av spärranordningar, avskärmning eller liknande hälso-skyddsmekanismer.
- d) Lämpliga program för underhåll av arbetsutrustning, arbetsplatser och system för arbetsställen.
- e) Utformning och planering av arbetsplatser och arbetsställen.
- f) Begränsning av exponeringens duration och nivå.
- g) Tillgång till lämplig personlig skyddsutrustning.
- h) Instruktioner från tillverkaren av utrustningen, om den omfattas av relevanta gemenskapsdirektiv.

3. Mot bakgrund av den riskbedömning som skall utföras i enlighet med artikel 4 skall de arbetsplatser där arbetstagarna kan komma att utsättas för nivåer av optisk strålning från artificiella optiska strålkällor som överstiger gränsvärdena för exponering markeras med lämpliga skyltar i enlighet med rådets direktiv 92/58/EEG av den 24 juni 1992 om minimikrav beträffande varselmärkning och signaler för hälsa och säkerhet i arbetet (nionde särdirektivet enligt artikel 16.1 i direktiv 89/391/EEG) ⁽¹⁾. De berörda områdena skall identifieras och tillträdet till dem begränsas, där detta är tekniskt möjligt och där det föreligger risk för att gränsvärdena för exponering kan överskridas.

4. Arbetstagare får under inga omständigheter utsättas för strålning som överskrider gränsvärdena för exponering. Om gränsvärdena för exponering överskrids, trots de åtgärder som arbetsgivaren vidtagit för att följa detta direktiv i fråga om artificiella optiska strålkällor, skall arbetsgivaren vidta omedelbara åtgärder för att sänka exponeringen till en nivå som understiger gränsvärdena för exponering. Arbetsgivaren skall fastställa orsakerna till att gränsvärdena för exponering har överskridits och anpassa skyddsåtgärder och förebyggande åtgärder för att undvika att detta upprepas.

5. I enlighet med artikel 15 i direktiv 89/391/EEG skall arbetsgivaren anpassa de åtgärder som avses i denna artikel till behoven hos de arbetstagare som tillhör särskilt känsliga riskgrupper.

Artikel 6

Information till och utbildning av arbetstagare

Utan att det påverkar tillämpningen av artiklarna 10 och 12 i direktiv 89/391/EEG skall arbetsgivaren säkerställa att de arbetstagare som utsätts för risker på grund av artificiell optisk strålning på arbetsplatsen, och/eller deras representanter, får all nödvändig information och utbildning om resultatet av den riskbedömning som föreskrivs i artikel 4 i det här direktivet, särskilt när det gäller

- a) åtgärder som vidtas för att genomföra det här direktivet,
- b) gränsvärden för exponering och därmed sammanhängande potentiella risker,
- c) resultaten av de bedömningar, mätningar och/eller beräkningar av exponeringsnivåerna för artificiell optisk strålning som har gjorts i enlighet med artikel 4 i det här direktivet, med en förklaring av deras innebörd och potentiella risker,
- d) hur exponeringens skadliga inverkan på hälsan upptäcks och hur den skall rapporteras,

- e) under vilka omständigheter arbetstagare har rätt till hälsokontroller,
- f) säkra arbetsrutiner för att minimera riskerna i samband med exponering,
- g) korrekt användning av lämplig personlig skyddsutrustning.

Artikel 7

Samråd med och medverkan av arbetstagare

Samråd med och medverkan av arbetstagare och/eller deras representanter skall genomföras i enlighet med artikel 11 i direktiv 89/391/EEG beträffande de frågor som omfattas av det här direktivet.

AVSNITT III

ÖVRIGA BESTÄMMELSER

Artikel 8

Hälsokontroll

1. I syfte att förebygga och i tid upptäcka alla negativa hälsoeffekter samt för att förebygga alla långsiktiga risker för hälsan och alla risker för kronisk sjukdom orsakade av exponering för optisk strålning skall medlemsstaterna anta bestämmelser som säkerställer lämpliga hälsokontroller av arbetstagare i enlighet med artikel 14 i direktiv 89/391/EEG.

2. Medlemsstaterna skall se till att hälsokontrollen utförs av en läkare, en sakkunnig inom företagshälsovården eller en medicinsk myndighet som är ansvarig för hälsokontroller i enlighet med nationell lagstiftning och praxis.

3. Medlemsstaterna skall anta bestämmelser för att säkerställa att det för varje arbetstagare som genomgår hälsokontroll i enlighet med punkt 1 upprättas en hälsojournal och att denna hålls aktuell. Hälsojournalerna skall innehålla en sammanfattning av resultaten från hälsokontrollerna. De skall föras i sådan form att de kan användas vid en senare tidpunkt, med beaktande av eventuell tystnadsplikt. Kopior av relevanta hälsojournaler skall på anmodan lämnas till den behöriga myndigheten, med beaktande av eventuell tystnadsplikt. Arbetsgivaren skall vidta lämpliga åtgärder för att se till att den läkare, den sakkunnige inom företagshälsovården eller den medicinska myndighet som ansvarar för hälsokontrollen, enligt vad medlemsstaten beslutar är lämpligt, får tillgång till resultaten av den riskbedömning som avses i artikel 4, om dessa resultat kan ha betydelse för hälsokontrollen. Den enskilde arbetstagaren skall på begäran få tillgång till sin personliga hälsojournal.

⁽¹⁾ EGT L 245, 26.8.1992, s. 23.

4. Om det konstateras att en arbetstagare utsatts för en exponering över gränsvärdena skall denne beredas möjlighet att genomgå en läkarundersökning i enlighet med nationell lagstiftning och praxis. En läkarundersökning skall också utföras om det vid en hälsokontroll visar sig att en arbetstagare har drabbats av en identifierbar sjukdom eller skadlig inverkan på hälsan som en läkare eller en sakkunnig inom företagshälsovården anser bero på exponering för artificiell optisk strålning på arbetsplatsen. I båda fallen, då gränsvärdena överskridits eller skadliga inverkan på hälsan (inbegripet sjukdomar) identifierats

- a) skall arbetstagaren av en läkare eller annan person med lämpliga kvalifikationer informeras om det resultat som rör denne personligen och därvid särskilt också erhålla information och råd om de hälsokontroller som denne bör genomgå efter avslutad exponering,
- b) skall arbetsgivaren informeras om eventuella betydelsefulla resultat av hälsokontrollerna, med beaktande av eventuell tystnadsplikt,
- (c) skall arbetsgivaren

- se över den riskbedömning som har gjorts i enlighet med artikel 4,
- se över de åtgärder som har vidtagits för att undanröja eller minska riskerna i enlighet med artikel 5,
- beakta de råd som en sakkunnig inom företagshälsovården, annan person med erforderliga kvalifikationer eller den behöriga myndigheten ger vid genomförandet av de åtgärder som krävs för att eliminera eller minska riskerna i enlighet med artikel 5, och
- anordna fortlöpande hälsokontroller och se till att hälsotillståndet hos alla andra arbetstagare som har exponerats på liknande sätt undersöks igen. I sådana fall får den behöriga läkaren, den sakkunnige inom företagshälsovården eller den behöriga myndigheten föreslå att personer som har exponerats skall genomgå läkarundersökning.

Artikel 9

Sanktioner

Medlemsstaterna skall fastställa lämpliga sanktioner för överträdelser av den nationella lagstiftning som antagits i enlighet med detta direktiv. Dessa sanktioner skall vara effektiva, proportionella och avskräckande.

Artikel 10

Tekniska ändringar

1. Alla ändringar av de gränsvärden för exponering som anges i bilagorna skall antas av Europaparlamentet och rådet i enlighet med förfarandet i artikel 137.2 i fördraget.
2. Ändringar i bilagorna av rent teknisk art med hänsyn till
 - a) antagandet av direktiv om teknisk harmonisering och standardisering som gäller planläggning, konstruktion, tillverkning eller utformning av arbetsutrustning och/eller arbetsplatser,
 - b) tekniska framsteg, förändringar av de mest relevanta harmoniserade europeiska standarderna eller internationella specifikationer samt nya vetenskapliga rön om exponering för optisk strålning i arbetet,

skall antas i enlighet med förfarandet i artikel 11.2.

Artikel 11

Kommitté

1. Kommissionen skall biträdas av den kommitté som avses i artikel 17 i direktiv 89/391/EEG.
 2. När det hänvisas till denna punkt skall artiklarna 5 och 7 i beslut 1999/468/EG tillämpas, med beaktande av bestämmelserna i artikel 8 i det beslutet.
- Den tid som avses i artikel 5.6 i beslut 1999/468/EG skall vara tre månader.
3. Kommittén skall själv anta sin arbetsordning.

AVSNITT IV

SLUTBESTÄMMELSER

Artikel 12

Rapporter

Medlemsstaterna skall vart femte år till kommissionen inge en rapport om det praktiska genomförandet av detta direktiv och i denna ange de synpunkter som framförts av arbetsmarknadens parter.

Kommissionen skall vart femte år informera Europaparlamentet, rådet, Europeiska ekonomiska och sociala kommittén samt rådgivande kommittén för arbetsmiljöfrågor om innehållet i dessa rapporter, om sin bedömning av dem, om utvecklingen inom detta område samt om eventuella åtgärder som är befogade mot bakgrund av nya vetenskapliga rön.

Artikel 13

Praktiska riktlinjer

För att underlätta genomförandet av detta direktiv skall kommissionen utarbeta praktiska riktlinjer avseende bestämmelserna i artiklarna 4 och 5 samt i bilagorna I och II.

Artikel 14

Införlivande

1. Medlemsstaterna skall sätta i kraft de bestämmelser i lagar och andra författningar som är nödvändiga för att följa detta direktiv senast den 27 april 2010. De skall genast underrätta kommissionen om detta.

När en medlemsstat antar dessa bestämmelser skall de innehålla en hänvisning till detta direktiv eller åtföljas av en sådan hänvisning när de offentliggörs. Närmare föreskrifter om hur hänvisningen skall göras skall varje medlemsstat själv utfärda.

2. Medlemsstaterna skall till kommissionen överlämna texten till de bestämmelser i nationell lagstiftning som de

antar eller redan har antagit inom det område som omfattas av detta direktiv.

Artikel 15

Ikraftträdande

Detta direktiv träder i kraft samma dag som det offentliggörs i *Europeiska unionens officiella tidning*.

Artikel 16

Adressater

Detta direktiv riktar sig till medlemsstaterna.

Utfärdat i Strasbourg den 5 april 2006.

På Europaparlamentets vägnar

J. BORRELL FONTELLES

Ordförande

På rådets vägnar

H. WINKLER

Ordförande

BILAGA I

Icke-koherent optisk strålning

De biofysiskt relevanta värdena för exponering för optisk strålning kan fastställas med hjälp av nedanstående formler. Vilka formler som skall användas beror på inom vilket område strålningen sänds ut från strålkällan och resultatet bör jämföras med motsvarande gränsvärden för exponering som anges i tabell 1.1. Mer än ett värde för exponering och motsvarande gränsvärde för exponering kan vara relevant för en given källa för optisk strålning.

Beteckningarna a-o hänvisar till motsvarande rader i tabell 1.1.

a)
$$H_{\text{eff}} = \int_0^t \int_{\lambda=180 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \cdot dt$$
 (H_{eff} är endast relevant i området 180-400 nm)

b)
$$H_{\text{UVA}} = \int_0^t \int_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$$
 (H_{UVA} är endast relevant i området 315-400 nm)

c, d)
$$L_B = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (L_B är endast relevant i området 300-700 nm)

e, f)
$$E_B = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (E_B är endast relevant i området 300-700 nm)

g-l)
$$L_R = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (Se tabell 1.1 för relevanta värden på λ_1 och λ_2)

m, n)
$$E_{\text{IR}} = \int_{\lambda=780 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (E_{IR} är endast relevant i området 780-3 000 nm)

o)
$$H_{\text{skin}} = \int_0^t \int_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$$
 (H_{skin} är endast relevant i området 380-3 000 nm)

För att uppnå syftet med detta direktiv kan ovanstående formler ersättas med följande uttryck och användning av diskreta värden som anges i de följande tabellerna:

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

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

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

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

g-l)
$$L_R = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda} \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$
 (Se tabell 1.1 för relevanta värden på λ_1 och λ_2)

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

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

Anmärkningar:

- $E_{\lambda}(\lambda, t)$, E_{λ} *spektral irradians eller spektral effekttäthet*: effekten av den infallande strålningen på en yta per areaenhet, uttryckt i watt per kvadratmeter per nanometer [$\text{W m}^{-2} \text{ nm}^{-1}$]; värdena på $E_{\lambda}(\lambda, t)$ och E_{λ} kommer från mätningar eller kan tillhandahållas av tillverkaren av utrustningen.
- E_{eff} *effektiv irradians (UV-område)*: beräknad irradians inom UV-våglängdsområdet 180 nm och 400 nm spektralt viktad med $S(\lambda)$, uttryckt i watt per kvadratmeter [W m^{-2}].
- H *strålningsexponering*: integralen av irradiansen över tiden, uttryckt i joule per kvadratmeter [J m^{-2}].
- H_{eff} *effektiv strålningsexponering*: strålningsexponering spektralt viktad med $S(\lambda)$, uttryckt i joule per kvadratmeter [J m^{-2}].
- E_{UVA} *total irradians (UVA)*: beräknad irradians inom UVA-våglängdsområdet 315-400 nm, uttryckt i watt per kvadratmeter [W m^{-2}].
- H_{UVA} *strålningsexponering*: integralen eller summan av irradiansen över tid och våglängd inom UVA-våglängdsområdet 315 nm och 400 nm, uttryckt i joule per kvadratmeter [J m^{-2}].
- $S(\lambda)$ *spektral viktning*: hänsyn tas till att hälsoeffekterna av UV-strålning på ögon och hud är beroende av våglängden (tabell 1.2) [dimensionslös].
- $t, \Delta t$ *tid, exponeringens duration*: uttryckt i sekunder [s].
- λ *våglängd*: uttryckt i nanometer [nm].
- $\Delta \lambda$ *bandbredd*: uttryckt i nanometer [nm], av beräknings- eller mättingsintervallen.
- $L_{\lambda}(\lambda), L_{\lambda}$ *spektral radian*: från källan, uttryckt i watt per kvadratmeter per steradian per nanometer [$\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \text{ nm}^{-1}$].
- $R(\lambda)$ *spektral viktning*: hänsyn tas till att den termiska skadan på ögat som orsakas av synlig strålning och IRA-strålning är beroende av våglängden (tabell 1.3) [dimensionslös].
- L_R *effektiv radian* (termisk skada): beräknad strålning spektralt viktad med $R(\lambda)$, uttryckt i watt per kvadratmeter per steradian [$\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$].
- $B(\lambda)$ *spektral viktning*: hänsyn tas till att den fotokemiska skadan på ögat som orsakas av strålning av blått ljus är beroende av våglängden (tabell 1.3) [dimensionslös].
- L_B *effektiv radian (blått ljus)*: beräknad radian spektralt viktad med $B(\lambda)$, uttryckt i watt per kvadratmeter per steradian [$\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$].
- E_B *effektiv irradians (blått ljus)*: beräknad irradians spektralt viktad med $B(\lambda)$, uttryckt i watt per kvadratmeter [W m^{-2}].
- E_{IR} *total irradians (termisk skada)*: beräknad irradians för infraröd strålning i våglängdsområdet 780 nm och 3 000 nm, uttryckt i watt per kvadratmeter [W m^{-2}].
- E_{skin} *total irradians (synlig, IRA och IRB)*: beräknad irradians för synlig och infraröd strålning i våglängdsområdet 380 nm och 3 000 nm, uttryckt i watt per kvadratmeter [W m^{-2}].
- H_{skin} *strålningsexponering*: integralen eller summan av irradiansen över tid och våglängd inom våglängdsområdet 380 nm och 3 000 nm för synlig och infraröd strålning, uttryckt i joule per kvadratmeter [J m^{-2}].
- α *infallsvinkel*: infallsvinkeln från en strålkälla, betraktad från en punkt i rummet, uttryckt i milliradianer (mrad). En strålkälla är det verkliga eller virtuella föremål som ger minsta möjliga bild på näthinnan.

Tabell 1.1
Gränsvärden för exponering för icke-koherent optisk strålning

Index	Våglängd i nm	Gränsvärde för exponering (ELV)	Enhet	Anmärkning	Kroppsdelen	Risk
a.	180-400 (UVA, UVB och UVC)	$H_{\text{eff}} = 30$ 8 timmar per dag	$[J\ m^{-2}]$		öghornhinna indhinna ins hud	fokeratit konjunktivit kataraktogenes erytem elastos hudcancer
b.	315-400 (UVA)	$H_{\text{UVA}} = 10^4$ 8 timmar per dag	$[J\ m^{-2}]$		öga lins	kataraktogenes
c.	300-700 (Blått ljus) se not 1	$L_B = \frac{10^6}{t}$ för $t \leq 10\ 000\ s$	$L_B: [W\ m^{-2}\ sr^{-1}]$ $t: [sekunder]$	för $\alpha \geq 11\ mrad$		
d.	300-700 (Blått ljus) se not 1	$L_B = 100$ för $t > 10\ 000\ s$	$[W\ m^{-2}\ sr^{-1}]$		öga näthinna	fotoretinit
e.	300-700 (Blått ljus) se not 1	$E_B = \frac{100}{t}$ för $t \leq 10\ 000\ s$	$E_B: [W\ m^{-2}]$ $t: [sekunder]$	för $\alpha < 11\ mrad$ se not 2		
f.	300-700 (Blått ljus) se not 1	$E_B = 0,01$ $t > 10\ 000\ s$	$[W\ m^{-2}]$			

Index	Våglängd i nm	Gränsvärde för exponering (ELV)	Enhet	Anmärkning	Kroppsdelen	Risk
g.	380-1 400 (Synligt och IRA)	$L_R = \frac{2,8 \cdot 10^7}{C_a}$ för $t > 10$ s	[W m ⁻² sr ⁻¹]	$C_a = 1,7$ för $\alpha \leq 1,7$ mrad $C_a = \alpha$ för $1,7 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_a = 100$ för $\alpha > 100$ mrad $\lambda_1 = 380; \lambda_2 = 1 400$	öga näthinna	brännskada på näthinna
h.	380-1 400 (Synligt och IRA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_a^{0,25}}$ för $10 \mu s \leq t \leq 10$ s	L_R : [W m ⁻² sr ⁻¹] t: [sekunder]			
i.	380-1 400 (Synligt och IRA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_a}$ för $t < 10 \mu s$	[W m ⁻² sr ⁻¹]			
j.	780-1 400 (IRA)	$L_R = \frac{6 \cdot 10^6}{C_a}$ för $t > 10$ s	[W m ⁻² sr ⁻¹]	$C_a = 11$ för $\alpha \leq 11$ mrad $C_a = \alpha$ för $11 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_a = 100$ för $\alpha > 100$ mrad (synfält: 11 mrad) $\lambda_1 = 780; \lambda_2 = 1 400$	öga näthinna	brännskada på näthinna
k.	780-1 400 (IRA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_a^{0,25}}$ för $10 \mu s \leq t \leq 10$ s	L_R : [W m ⁻² sr ⁻¹] t: [sekunder]			
l.	780-1 400 (IRA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_a}$ för $t < 10 \mu s$	[W m ⁻² sr ⁻¹]			
m.	780-3 000 (IRA och IRB)	$E_{IR} = 18 000 t^{-0,75}$ för $t \leq 1 000$ s	E: [W m ⁻²] t: [sekunder]		öga hornhinna lins	brännskada på hornhinna katarakt
n.	780-3 000 (IRA och IRB)	$E_{IR} = 100$ för $t > 1 000$ s	[W m ⁻²]			

Index	Våglängd i nm	Gränsvärde för exponering (ELV)	Enhet	Anmärkning	Kroppsdelen	Risk
o.	380-3 000 (Synligt, IRA och IRB)	$H_{skin} = 20\,000 t^{0,25}$ för $t < 10$ s	H: [J m ⁻²] t: [sekunder]		hud	brännskada

Not 1: Området 300-700 nm täcker delar av UVB-strålning, all UVA-strålning och merparten av synlig strålning. Den associerade skadan kallas emellertid i allmänhet "blåjusskada". Blåjus i egentlig mening täcker bara ungefär området 400-490 nm.

Not 2: För stadig fixering av mycket små källor med en infallsvinkel på < 11 mrad, kan L_B konverteras till E_B . Detta är normalt bara tillämpligt för oftalmologiska instrument eller ett stabiliserat öga under anestesi. Den maximala tid ögat kan stirra beräknas genom: $t_{max} = 100/E_B$ med E_B uttryckt i $W m^{-2}$. På grund av ögonrörelser under normala synuppgifter överstiger denna inte 100 s.

Tabell 1.2

S (λ) [dimensionslös], 180 nm-400 nm

λ i nm	S (λ)	λ i nm	S (λ)	λ i nm	S (λ)	λ i nm	S (λ)	λ i 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		

Tabell 1.3

B (λ), R (λ) [dimensionslös], 380 nm-1 400 nm

λ i 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

BILAGA II

Optisk strålning från laser

De biofysiskt relevanta värdena för exponering för optisk strålning kan fastställas med hjälp av nedanstående formler. Vilka formler som skall användas beror på våglängden och durationen av den strålning som sänds ut från strålkällan och resultaten bör jämföras med motsvarande gränsvärden för exponering som anges i tabellerna 2.2-2.4. Mer än ett värde för exponering och motsvarande gränsvärde för exponering kan vara tillämpligt för en given källa för optisk strålning från laser.

Koefficienter som används för beräkningarna i tabellerna 2.2-2.4 anges i tabell 2.5 och korrigeringar för upprepad exponering anges i tabell 2.6.

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

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

Anmärkningar:

dP *effekt*: uttryckt i watt [W].

dA *yta*: uttryckt i kvadratmeter [m²].

E (t), E *irradians eller effekttäthet*: effekten av den infallande strålningen på en yta per areaenhet, vanligen uttryckt i watt per kvadratmeter [W m⁻²]. Värdena på E(t), E kommer från mätningar eller kan tillhandahållas av tillverkaren av utrustningen.

H *strålningsexponering*: integralen av irradiansen över tiden, uttryckt i joule per kvadratmeter [J m⁻²].

t *tid, duration av exponeringen*: uttryckt i sekunder [s].

λ *våglängd*: uttryckt i nanometer [nm].

γ *begränsande konvinkel för synfält*: uttryckt i milliradianer [mrad].

γ_m *synfält*: uttryckt i milliradianer [mrad].

α *infallsvinkel*: för en källa uttryckt i milliradianer [mrad].

begränsande apertur: cirkulär yta inom vilken genomsnittlig exponering för irradians och strålning beräknas.

G *integrerad radians*: integralen av irradiansen över en given exponeringstid uttryckt som strålningsenergi per ytenhet av en strålande yta per rymdvinkelenhet, uttryckt i joule per kvadratmeter per steradian [J m⁻² sr⁻¹].

Tabell 2.1

Strålningsrisker

Våglängd [nm] γ	Strålnings- område	Påverkat organ	Risk	Tabell över gränsvärden för exponering
180-400	UV	öga	fotokemisk skada och termisk skada	2.2, 2.3
180-400	UV	hud	erytem	2.4
400-700	synligt	öga	skada på näthinnan	2.2
400-600	synligt	öga	fotokemisk skada	2.3
400-700	synligt	hud	termisk skada	2.4
700-1 400	IRA	öga	termisk skada	2.2, 2.3
700-1 400	IRA	hud	termisk skada	2.4
1 400-2 600	IRB	öga	termisk skada	2.2
2 600-10 ⁶	IRC	öga	termisk skada	2.2
1 400-10 ⁶	IRB, IRC	öga	termisk skada	2.3
1 400-10 ⁶	IRB, IRC	hud	termisk skada	2.4

Tabell 2.2

Gränsvärden för laserexponering av ögat – Kort exponeringstid < 10 s

Våglängd ^a [nm]	Apertur	Duration[s]					
		$10^{-13} - 10^{-11}$	$10^{-11} - 10^{-9}$	$10^{-9} - 10^{-7}$	$10^{-7} - 1,8 \cdot 10^{-5}$		
UVC	180 - 280			$10^9 - 10^7$	$1,8 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5} - 10^{-3}$	$10^{-2} - 10^1$
	280 - 302			$H = 30 \text{ [J m}^{-2}]$			
	303			$H = 40 \text{ [J m}^{-2}]$		om $t < 2,6 \cdot 10^{-9}$ så är $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$, se not ^d	
	304			$H = 60 \text{ [J m}^{-2}]$		om $t < 1,3 \cdot 10^{-8}$ så är $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$, se not ^d	
	305			$H = 100 \text{ [J m}^{-2}]$		om $t < 1,0 \cdot 10^{-9}$ så är $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$, se not ^d	
	306			$H = 160 \text{ [J m}^{-2}]$		om $t < 6,7 \cdot 10^{-7}$ så är $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$, se not ^d	
	307			$H = 250 \text{ [J m}^{-2}]$		om $t < 4,0 \cdot 10^{-6}$ så är $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$, se not ^d	
	308			$H = 400 \text{ [J m}^{-2}]$		om $t < 2,6 \cdot 10^{-5}$ så är $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$, se not ^d	
	309			$H = 630 \text{ [J m}^{-2}]$		om $t < 1,6 \cdot 10^{-4}$ så är $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$, se not ^d	
	310			$H = 10^3 \text{ [J m}^{-2}]$		om $t < 1,0 \cdot 10^{-3}$ så är $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$, se not ^d	
	311			$H = 1,6 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}]$		om $t < 6,7 \cdot 10^{-3}$ så är $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$, se not ^d	
312			$H = 2,5 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}]$		om $t < 4,0 \cdot 10^{-2}$ så är $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$, se not ^d		
313			$H = 4,0 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}]$		om $t < 2,6 \cdot 10^{-1}$ så är $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$, se not ^d		
314			$H = 6,3 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}]$		om $t < 1,6 \cdot 10^0$ så är $H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$, se not ^d		
315 - 400					$H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$		
UVA	400 - 700		$H = 2,7 \cdot 10^4 t^{0,75} C_E \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 5 \cdot 10^3 C_E \text{ [J m}^{-2}]$		$H = 18 t^{0,75} C_E \text{ [J m}^{-2}]$	
	700 - 1 050		$H = 1,5 \cdot 10^{-4} C_A C_E \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 2,7 \cdot 10^4 t^{0,75} C_A C_E \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 5 \cdot 10^3 C_A C_E \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 18 t^{0,75} C_A C_E \text{ [J m}^{-2}]$	
	1 050 - 1 400		$H = 1,5 \cdot 10^{-9} C_C C_E \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 2,7 \cdot 10^5 t^{0,75} C_C C_E \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 5 \cdot 10^2 C_C C_E \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 90 t^{0,75} C_C C_E \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$
IRB och IRC	1 400 - 1 500		$E = 10^{12} \text{ [W m}^{-2}]$ Se not ^c		$H = 10^7 \text{ [J m}^{-2}]$		
	1 500 - 1 800		$E = 10^{13} \text{ [W m}^{-2}]$ Se not ^c		$H = 10^4 \text{ [J m}^{-2}]$		
	1 800 - 2 600		$E = 10^{12} \text{ [W m}^{-2}]$ Se not ^c		$H = 10^3 \text{ [J m}^{-2}]$		$H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$
2 600 - 10 ⁶		$E = 10^{11} \text{ [W m}^{-2}]$ Se not ^c		$H = 100 \text{ [J m}^{-2}]$		$H = 5,6 \cdot 10^3 t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$	

a Om lasers våglängd omfattas av två gränsvärden skall det mest restriktiva tillämpas

b Om $1\ 400 \leq \lambda < 10^6$ nm : aperturdiameter = 1 mm för $t \leq 0,3$ s och $1,5 t^{0,75}$ mm för $0,3 < t < 10$ s; om $10^5 \leq \lambda < 10^6$ nm : aperturdiameter = 11 mm.

c På grund av bristande data för dessa pulslängder rekommenderar ICNIRP användning av 1 ns som gränsvärde för irradians.

d Tabellen ger värden för enskilda laserpulser. Om laserpulserna är flera, måste laserpulsdurationen för pulser inom ett intervall T_{min} (forteckning i tabell 2.6) läggas ihop och det resulterande tidsvärdet fyllas i fört i formeln: $5,6 \cdot 10^3 t^{0,25}$.

Tabell 2.3

Gränsvärden för lasrexponering av ögat – Lång exponeringstid ≥ 10 s

Våglängd [nm]	Apertur	Duration [s]	
		$10^1 - 10^2$	$10^2 - 10^4$
UVC	3,5 mm	180 - 280	H = 30 [J m ⁻²]
		280 - 302	H = 40 [J m ⁻²]
		303	H = 60 [J m ⁻²]
		304	H = 100 [J m ⁻²]
		305	H = 160 [J m ⁻²]
		306	H = 250 [J m ⁻²]
		307	H = 400 [J m ⁻²]
		308	H = 630 [J m ⁻²]
		309	H = 1,0 · 10 ³ [J m ⁻²]
		310	H = 1,6 · 10 ³ [J m ⁻²]
UVB	3,5 mm	311	H = 2,5 · 10 ³ [J m ⁻²]
		312	H = 4,0 · 10 ³ [J m ⁻²]
		313	H = 6,3 · 10 ³ [J m ⁻²]
		314	H = 10 ⁴ [J m ⁻²]
		315 - 400	H = 10 ⁴ [J m ⁻²]
UVA	3,5 mm	400 - 600 Fotokemisk ^b skada på näthinnan	$E = 1 C_B [W m^{-2}] \cdot (\gamma = 1,1 t^{0,5} mrad)^d$ $E = 1 C_B [W m^{-2}]$ $E = 100 C_B [J m^{-2}]$ $(\gamma = 11 mrad)^d$
		400 - 700 Termisk ^b skada på näthinnan	om $\alpha < 1,5 mrad$ så är $E = 10 [W m^{-2}]$ om $\alpha > 1,5 mrad$ och $t \leq T_2$ så är $H = 18 C_A C_C C_E t^{0,75} [J m^{-2}]$ om $\alpha > 1,5 mrad$ och $t > T_2$ så är $E = 18 C_E T_2^{-0,25} [W m^{-2}]$
IRA	7 mm	700 - 1 400	om $\alpha < 1,5 mrad$ så är $E = 10 C_A C_C [W m^{-2}]$ om $\alpha > 1,5 mrad$ och $t \leq T_2$ så är $E = 18 C_A C_C C_E t^{0,75} [J m^{-2}]$ om $\alpha > 1,5 mrad$ och $t > T_2$ så är $E = 18 C_A C_C T_2^{-0,25} [W m^{-2}]$ (får inte överstiga 1 000 W m ⁻²)
		1 400 - 10 ⁶	$E = 1 000 [W m^{-2}]$

a Om våglängden eller något annat villkor för lasern omfattas av två gränsvärden skall det mest restriktiva tillämpas.
 b För små källor med en infallsvinkel på högst 1,5 mrad minskas de dubbla gränsvärdena E för synlig strålning på 400 nm - 600 nm till de fotokemiska gränsvärdena för 10sst<T₁ och till de fotokemiska gränsvärdena för längre tidsperioder. För T₁ och T₂ se tabell 2.5. Gränsvärdet för fotokemiska skador på näthinnan kan också uttryckas som tidsintegrerad radians G = 106 C_Aβ [m⁻²sr⁻¹] för t > 10 s upp till t = 10 000 s och L = 100 C_B [W m⁻²sr⁻¹] för t > 10 000 s. För mätningen av G och L skall γ_m användas som genomsnittligt synfält. Den officiella gränsen mellan synligt ljus och infraröd strålning är 780 nm enligt CIE:s definition. Kolumnen med beteckningar på våglängdsband är endast avsedd för att ge användaren en bättre överblick. (Beteckningen G används av CEN; beteckningen L_p används av IEC och Cenelec.)
 c För våglängden 1 400 - 10⁶ nm: aperturdiameter = 3,5 mm; för våglängden 10⁶ - 10⁶ nm: aperturdiameter = 11 mm.
 d För mätning av värdet för exponering skall γ definieras på följande sätt: Om α (en kallas infallsvinkel) > γ (begränsande konvinkel) anges inom parentes i motsvarande kolumn så bör mätningssynfältet γ_m ges värdet på γ. (Om ett större mätningssynfält används kommer då risken att överskattas.)
 Om α < γ skall synfältet γ_m vara tillräckligt stort för att fullständigt innesluta källan men begränsas inte för övrigt och får vara större än γ.

Tabell 2.4

Gränsvärden för laserexponering av hud

Våglängd ^a [nm]	Apertur	Duration [s]					
		$< 10^{-9}$	$10^{-9} - 10^{-7}$	$10^{-7} - 10^{-3}$	$10^{-3} - 10^1$	$10^1 - 10^3$	$10^3 - 3 \cdot 10^4$
UV (A, B, C)	3,5 mm	$E = 3 \cdot 10^{10} [W m^{-2}]$	Samma gränsvärden som för exponering av ögat				
Synligt och IRA	3,5 mm	$E = 2 \cdot 10^{11} [W m^{-2}]$	$H = 200 C_A [J m^{-2}]$	$H = 1,1 \cdot 10^4 C_A t^{0,25} [J m^{-2}]$	$E = 2 \cdot 10^3 C_A [W m^{-2}]$		
		$E = 2 \cdot 10^{11} C_A [W m^{-2}]$					
IRB och IRC	3,5 mm	$E = 10^{12} [W m^{-2}]$				Samma gränsvärden som för exponering av ögat	
		$E = 10^{13} [W m^{-2}]$					
		$E = 10^{12} [W m^{-2}]$					
		$E = 10^{11} [W m^{-2}]$					

a Om våglängden eller något annat villkor för lasern omfattas av två gränsvärden skall det mest restriktiva tillämpas.

Tabell 2.5

Tillämpade korrektionsfaktorer och andra beräkningsparametrar

Parameter enligt ICNIRP	Giltigt spektralområde (nm)	Värde
C_A	$\lambda < 700$	$C_A = 1,0$
	700-1 050	$C_A = 10^{0,002(\lambda - 700)}$
	1 050-1 400	$C_A = 5,0$
C_B	400-450	$C_B = 1,0$
	450-700	$C_B = 10^{0,02(\lambda - 450)}$
C_C	700-1 150	$C_C = 1,0$
	1 150-1 200	$C_C = 10^{0,018(\lambda - 1 150)}$
	1 200-1 400	$C_C = 8,0$
T_1	$\lambda < 450$	$T_1 = 10 \text{ s}$
	450-500	$T_1 = 10 \cdot [10^{0,02(\lambda - 450)}] \text{ s}$
	$\lambda > 500$	$T_1 = 100 \text{ s}$
Parameter enligt ICNIRP	Giltigt för biologisk effekt	Värde
α_{\min}	alla termiska effekter	$\alpha_{\min} = 1,5 \text{ mrad}$
Parameter enligt ICNIRP	Giltigt vinkelområde (mrad)	Värde
C_E	$\alpha < \alpha_{\min}$	$C_E = 1,0$
	$\alpha_{\min} < \alpha < 100$	$C_E = \alpha/\alpha_{\min}$
	$\alpha > 100$	$C_E = \alpha^2/(\alpha_{\min} \cdot \alpha_{\max}) \text{ mrad}$ med $\alpha_{\max} = 100 \text{ mrad}$
T_2	$\alpha < 1,5$	$T_2 = 10 \text{ s}$
	$1,5 < \alpha < 100$	$T_2 = 10 \cdot [10^{(\alpha - 1,5)/98,5}] \text{ s}$
	$\alpha > 100$	$T_2 = 100 \text{ s}$

Parameter enligt ICNIRP	Giltigt tidsintervall för exponering (s)	Värde
γ	$t \leq 100$	$\gamma = 11$ [mrad]
	$100 < t < 10^4$	$\gamma = 1,1 t^{0,5}$ [mrad]
	$t > 10^4$	$\gamma = 110$ [mrad]

Tabell 2.6

Korrektion vid upprepad exponering

Var och en av följande tre allmänna regler bör tillämpas på all upprepad exponering från lasersystem med upprepade pulser eller scanning:

1. Exponeringen för en enstaka puls i en följd av pulser får inte överstiga gränsvärdet för exponering för en enstaka puls av den pulsdurationen.
2. Exponeringen för en grupp av pulser (eller en undergrupp av pulser i en följd av pulser) under tiden t får inte överstiga gränsvärdet för exponering för tiden t .
3. Exponeringen för en enstaka puls inom en grupp av pulser får inte överstiga gränsvärdet för exponering för en enstaka puls multiplicerat med en kumulativ-termal korrigeringsfaktor $C_p = N^{-0,25}$, där N är antalet pulser. Denna regel gäller endast gränsvärden för exponering i syfte att skydda mot termiska skador, där alla pulser under kortare tid än T_{\min} behandlas som en enda puls.

Parameter	Giltigt spektralområde (nm)	Värde
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)

UTTALANDE FRÅN RÅDET

Uttalande från rådet om användningen av ordet "penalties" i den engelska versionen av Europeiska gemenskapens rättsliga instrument

"När ordet 'penalties' används i den engelska versionen av Europeiska gemenskapens rättsliga instrument har ordet, enligt rådets mening, en neutral betydelse och avser inte specifikt straffrättsliga påföljder utan kan även innefatta såväl administrativa och ekonomiska påföljder som påföljder av annat slag. När medlemsstaterna enligt en gemenskapsrättsakt skall införa 'penalties', kan de själva välja lämplig form av påföljd i överensstämmelse med EG-domstolens rättspraxis.

I gemenskapens språkdatabas ges följande översättningar av ordet 'penalties' på några andra språk:

På spanska '*sanciones*', på tjeckiska '*sankce*', på danska '*sanktioner*', på tyska '*Sanktionen*', på estniska '*sanktsioonid*', på grekiska '*κυρώσεις*', på franska '*sanctions*', på italienska '*sanzioni*', på lettiska '*sankcijas*', på litauiska '*sankcijos*', på ungerska '*jogkövetkezmények*', på maltesiska '*penali*', på nederländska '*sancties*', på polska '*sankcje*', på portugisiska '*sanção*', på slovakiska '*sankcie*', på slovenska '*kazni*', på finska '*seuraamukset*' och på svenska '*sanktioner*'.

Om i reviderade engelska versioner av rättsakter där ordet 'sanctions' tidigare har använts detta ord ersätts med ordet 'penalties' innebär detta inte någon skillnad i sak"

Europeiska kommissionen

**Icke-bindande handbok för god praxis avseende tillämpningen av direktiv 2006/25/EG
(Artificiell optisk strålning)**

Luxemburg: Europeiska unionens publikationsbyrå

2011 — 144 s. — 21 × 29.7 cm

ISBN 978-92-79-19821-2

doi:10.2767/31812

På de flesta arbetsplatser finns artificiella optiska strålningskällor. Direktiv 2006/25/EG fastställer minimikrav för arbetstagares hälsa och säkerhet vid exponering av sådana källor. I Europeiska kommissionens icke-bindande vägledning för god praxis avseende tillämpning av direktiv 2006/25/EG anges tillämpningar som utgör minimal risk och vägledning ges för andra. Den tillhandahåller en bedömningsmetod och ger en översikt över åtgärder för att minska risker och kontrollera skadliga hälsoeffekter.

Denna publikation finns i tryckt format på engelska, franska och tyska och i elektroniskt format på alla andra officiella EU-språk. En cd-skiva med 22 språkversioner (katalognummer: KE-32-11-704-1X-Z, ISBN 978-92-79-19829-8) finns också.

HUR HITTAR MAN EU:s PUBLIKATIONER?

Gratispublikationer

- Genom EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>).
- Hos Europeiska unionens representationer och delegationer. Adressuppgifter finns på Internet (<http://ec.europa.eu/>) eller kan fås från fax +352 292942758.

Avgiftsbelagda publikationer

- Genom EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>).

Avgiftsbelagda prenumerationer (t.ex. årsabonnemang på *Europeiska unionens officiella tidning* och på rättsfallssamlingen från Europeiska unionens domstol)

- Genom ett av Europeiska unionens publikationsbyrås försäljningsombud (http://publications.europa.eu/others/agents/index_sv.htm).

Är du intresserad av publikationerna från generaldirektoratet för
sysselsättning, socialpolitik och inkludering?

Du kan ladda ner dem eller kostnadsfritt prenumerera på dem via
webbsidan:

<http://ec.europa.eu/social/publications>

Du är också välkommen att anmäla dig för att få Europeiska
kommissionens kostnadsfria Social Europe e-newsletter på

<http://ec.europa.eu/social/e-newsletter>

<http://ec.europa.eu/social>



www.facebook.com/socialeurope



Publikationsbyrå

ISBN 978-92-79-19821-2



9 789279 198212