

FOR 2010-04-27 nr 605: Forskrift om vern mot kunstig optisk stråling på arbeidsplassen

DATO:	FOR-2010-04-27-605
DEPARTEMENT:	AD (Arbeidsdepartementet)
AVD/DIR:	Arbeidsmiljø- og sikkerhetsavdelingen
PUBLISERT:	I 2010 hefte 5
IKRAFTTREDELSE:	2010-04-27
SIST-ENDRET:	
ENDRER:	
GJELDER FOR:	Norge
HJEMMEL:	LOV-2005-06-17-62-§3-1 , LOV-2005-06-17-62-§3-2 , LOV-2005-06-17-62-§4-1 , LOV-2005-06-17-62-§4-4
SYS-KODE:	C10, D02
NÆRINGSKODE:	93501
KUNNGJORT:	30.04.2010 kl. 15.00
RETTET:	
KORTTITTEL:	Forskrift om vern mot kunstig optisk stråling på arbeidsplassen

For å lenke til dette dokumentet bruk: <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20100427-0605.html>

INNHOLD

Forskrift om vern mot kunstig optisk stråling på arbeidsplassen

Kapittel 1. Innledende bestemmelser

- § 1. Formål
- § 2. Virkeområde
- § 3. Hvem forskriften retter seg mot
- § 4. Definisjoner

Kapittel 2. Risikovurdering og tiltak m.m.

- § 5. Systematisk forebygging av eksponering
- § 6. Risikovurdering
- § 7. Grenseverdier
- § 8. Vurdering, beregning og måling av eksponering
- § 9. Tiltak
- § 10. Særskilte tiltak ved overskridelse av grenseverdiene
- § 11. Informasjon og opplæring

Kapittel 3. Helseundersøkelse

- § 12. Krav om helseundersøkelse
- § 13. Arbeidsgiverens oppfølging av helseundersøkelsen
- § 14. Omplussing

Kapittel 4. Straff

- § 15. Straff

Kapittel 5. Avsluttende bestemmelser
§ 16. Ikrafttredelse

Vedlegg I. Ikke-koherent optisk stråling

Tabell 1.1. Grenseverdier for eksponering for ikke-koherent optisk stråling

Tabell 1.2. S (λ) [dimensjonsløs], 180 nm til 400 nm

Tabell 1.3. B (λ), R (λ) [dimensjonsløs], 380 nm til 1400 nm

Vedlegg II. Optisk stråling fra laser

Tabell 2.1. Strålingsrisikoer

Tabell 2.2. Grenseverdier for lasereksponering av øyet – Kort eksponeringstid < 10 s

Tabell 2.3. Grenseverdier for lasereksponering av øyet – Lang eksponeringstid \geq 10 s

Tabell 2.4. Grenseverdier for lasereksponering av huden

Tabell 2.5. Anvendte korreksjonsfaktorer og andre beregningsparametere

Tabell 2.6. Korreksjon for gjentatt eksponering

Forskrift om vern mot kunstig optisk stråling på arbeidsplassen

Hjemmel: Fastsatt av Arbeidsdepartementet 27. april 2010 med hjemmel i lov 17. juni 2005 nr. 62 om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv. (arbeidsmiljøloven) § 3-1 tredje ledd, § 3-2 fjerde ledd, § 4-1 femte ledd og § 4-4 femte ledd.

EØS-henvisninger: EØS-avtalen vedlegg XVIII nr. 16je (direktiv 2006/25/EF).

Endringer: Oppheves 1 jan 2013, jf. forskrift 6 des 2011 nr. 1355.

Kapittel 1. Innledende bestemmelser

§ 1. Formål

Forskriften skal sikre at arbeidstakernes helse og sikkerhet beskyttes mot fare som oppstår eller kan oppstå når arbeidstakerne utsettes for kunstig optisk stråling.

§ 2. Virkeområde

Forskriften gjelder for virksomheter der arbeidstakere kan bli utsatt for kunstig optisk stråling i forbindelse med arbeidet.

§ 3. Hvem forskriften retter seg mot

Arbeidsgiveren skal sørge for at bestemmelsene i denne forskrift blir gjennomført.

§ 4. Definisjoner

I denne forskriften menes med:

- grenseverdier for eksponering:* verdier for eksponering for kunstig optisk stråling, som er direkte basert på kjente helsevirkninger og biologiske vurderinger, og som ikke skal overskrides,
- ikke-koherent optisk stråling:* kunstig optisk stråling, unntatt laserstråling,

- c) *irradians (E) eller innstrålingstetthet*: den innfallende strålingseffekt pr. flateenhet, uttrykt som W pr. kvadratmeter (Wm^{-2}),
- d) *kunstig optisk stråling*: elektromagnetisk stråling i bølgelengdeområdet 100 nm-1 mm som ikke emitteres fra solen. Det optiske strålingsspekteret inndeles i ultrafiolett stråling, synlig stråling (lys) og infrarød stråling.
- Ultrafiolett stråling*: optisk stråling med bølgelengde i området 100 nm og 400 nm. Området oppdeles videre i UVA (315-400 nm), UVB (280-315 nm) og UVC (100-280 nm),
- Synlig stråling*: optisk stråling med bølgelengde i området mellom 380 nm og 780 nm,
- Infrarød stråling*: optisk stråling med bølgelengde i området mellom 780 nm og 1 mm. Området deles videre i IR-A (780-1400 nm), IR-B (1400-3000 nm) og IR-C (3000 nm-1 mm),
- e) *laser*: («light amplification by stimulated emission of radiation» – lysforsterkning ved hjelp av stimulert strålingsemisjon): enhver innretning som kan fås til å produsere eller forsterke elektromagnetisk stråling innenfor bølgelengdeområdet for optisk stråling gjennom prosessen med kontrollert, stimulert emisjon,
- f) *laserstråling*: optisk stråling fra laser,
- g) *nivå (eksponering)*: den samlede eksponeringen en arbeidstaker kan utsettes for (kombinasjonen av irradians, strålingseksponering og radians),
- h) *radians (L)*: strålingseffekt pr. romvinkelenhet pr. arealenhet, uttrykt i Watt pr. kvadratmeter pr. steradian ($Wm^{-2} sr^{-1}$),
- i) *strålingseksponering (H)*: den tidsintegreerte verdi av irradiansen, uttrykt i joule pr. kvadratmeter (Jm^{-2}).

Kapittel 2. Risikovurdering og tiltak m.m.

§ 5. Systematisk forebygging av eksponering

Arbeidet skal planlegges og gjennomføres på en slik måte at arbeidstakerne ikke utsettes for risiko ved eksponering fra kunstig optisk stråling og at risiko søkes fjernet eller redusert til lavest mulig nivå. Tiltak skal gjøres ved kilden så langt det er mulig med hensyn til den tekniske utviklingen.

§ 6. Risikovurdering

Arbeidsgiveren skal kartlegge og dokumentere i hvilken utstrekning arbeidstakerne utsettes for kunstig optisk stråling og vurdere enhver risiko for deres helse og sikkerhet forbundet med kunstig optisk stråling. Vurdering, beregning og måling av eksponering i henhold til § 8, skal inngå som del av risikovurderingen.

Risikovurderingen skal særlig ta hensyn til:

- a) nivå, bølgelengdeområde og eksponeringstid i forbindelse med kunstig optisk stråling,
- b) grenseverdiene for eksponering gitt i § 7,
- c) informasjon fra produsenter av kunstig optiske strålekilder og tilhørende arbeidsutstyr,
- d) virkninger på helsen og sikkerheten til arbeidstakere som tilhører særlig følsomme risikogrupper,
- e) virkninger på arbeidstakernes helse og sikkerhet som skyldes vekselvirkninger på arbeidsplassen mellom kunstig optisk stråling og kjemiske stoffer som påvirker lysfølsomheten,
- f) indirekte virkninger, som for eksempel blinding og forbigående synsforstyrrelser, eksplosjon eller brann,
- g) tilgjengeligheten av alternativt utstyr som er konstruert for å redusere eksponeringsnivået for kunstig

- optisk stråling,
- h) relevant informasjon fra helseundersøkelser og annen offentlig informasjon,
 - i) eksponering for kunstig optisk stråling fra flere kilder og,
 - j) klassifiseringen av laserutstyr definert i samsvar med den relevante IEC-standarden, og kunstige optiske strålingskilder som kan forårsake skader lignende dem som forårsakes av laser i klasse 3B eller 4, risikoklassifisering av ikke-koherente optiske kilder eller annen tilsvarende klassifisering.

Arbeidsgiveren skal oppdatere risikovurderingen med jevne mellomrom, særlig med hensyn til endringer i produksjonsforhold eller organisering av arbeidet som kan innvirke på risikoen, eller dersom resultatene av helseundersøkelsene tilsier det.

Risikovurderingen skal oppbevares slik at opplysningene kan anvendes på et senere tidspunkt.

§ 7. Grenseverdier

Grenseverdier for eksponering for kunstig optisk stråling, unntatt laserstråling, er fastsatt i vedlegg I. Grenseverdier for eksponering for laserstråling er fastsatt i vedlegg II.

§ 8. Vurdering, beregning og måling av eksponering

Arbeidsgiveren skal vurdere og om nødvendig måle og/eller beregne nivåene av den kunstige optiske strålingen som arbeidstakerne kan utsettes for.

Vurderingen, beregningen og/eller målingen skal planlegges og utføres av personell med relevant kompetanse og gjentas med passende intervall. Ny vurdering skal gjøres ved endringer som påvirker eksponeringen av de ansatte, om nødvendig må nye beregninger og/eller målinger utføres.

Ved vurdering, beregning og måling skal den metoden som velges være i henhold til standarder fra:

1. IECs (International Electrotechnical Commission) for laserstråling og
2. CIEs (International Commission on Illumination) og CENs (European Committee for Standardization) anbefalinger for kunstig optisk stråling, unntatt laserstråling.

Eksponeringssituasjoner som ikke omfattes av disse standardene og anbefalingene, skal vurderes, beregnes eller måles i henhold til vitenskapelig baserte internasjonale eller nasjonale retningslinjer.

Dataene som produsentene av utstyr har oppgitt kan tas hensyn til i vurderingen dersom utstyret omfattes av relevante EU-direktiv.

Resultatene fra vurderinger og eventuelle beregninger og målinger skal oppbevares slik at opplysningene kan brukes på et senere tidspunkt.

§ 9. Tiltak

Arbeidsgiver skal iverksette nødvendige tiltak på bakgrunn av de helse- og sikkerhetsrisikoer som fremkommer av risikovurderingen. Arbeidsgiveren skal sørge for at risiko som er forårsaket av kunstig optisk stråling fjernes eller reduseres til et lavest mulig nivå.

For å redusere eksponering skal det på bakgrunn av utarbeidet risikovurdering lages en handlingsplan som inneholder tekniske og/eller organisatoriske tiltak. Det skal særlig tas hensyn til:

- a) alternative arbeidsmetoder,
- b) valg av hensiktsmessig arbeidsutstyr som gir minst mulig kunstig optisk stråling,

- c) tekniske innretninger som reduserer kunstig optisk stråling, innbefattet bruk av avskjerming, innbygging eller liknende,
- d) systematisk vedlikehold av arbeidsutstyr, arbeidsplassen og arbeidslokaler,
- e) utforming og tilrettelegging av arbeidsplasser og arbeidslokalene,
- f) begrensning av eksponeringstid og nivå,
- g) tilgjengelighet av hensiktsmessig personlig verneutstyr,
- h) bruksanvisninger fra produsenter av utstyr,
- i) spesielle tiltak rettet mot arbeidstakere som tilhører følsomme risikogrupper og,
- j) gjennomføring av helseundersøkelser i henhold til § 12.

Arbeidsgiveren skal tilpasse tiltakene for arbeidstakere som i særlig grad kan være utsatt for ulykkes- og helsefare.

§ 10. Særskilte tiltak ved overskridelse av grenseverdiene

Dersom risikovurderingen viser at grenseverdiene for eksponering overskrides, skal arbeidsgiveren umiddelbart gjennomføre tiltak som bringer eksponeringsnivået under grenseverdiene. Arbeidsgiver skal fastsette årsaken til overskridelsen og iverksette tiltak som hindrer gjentakelse.

De arbeidsplasser og arbeidslokaler der risikovurderingen viser at eksponering for kunstig optisk stråling kan overskride grenseverdiene skal merkes med passende advarsel eller skilt i henhold til forskrift 6. oktober 1994 nr. 972 om sikkerhetsskilting og signalgivning på arbeidsplassen. Dersom det er teknisk mulig, skal arbeidsplassen ha begrenset adgang.

§ 11. Informasjon og opplæring

Arbeidsgiveren skal sørge for at arbeidstakere og verneombud får løpende informasjon og opplæring om:

- a) risikovurderingen som er foretatt og de tiltak som iverksettes,
- b) grenseverdiene for eksponering og mulig helsefare,
- c) vurdering, beregning og måling i henhold til § 8,
- d) hvordan helseskadelige virkninger av eksponering oppdages og rapporteres,
- e) når arbeidstakerne har rett til helseundersøkelse og formålet med undersøkelsen,
- f) sikre arbeidsrutiner og arbeidsmetoder som reduserer risikoen for eksponering og
- g) riktig bruk av hensiktsmessig personlig verneutstyr.

Kapittel 3. Helseundersøkelse

§ 12. Krav om helseundersøkelse

Arbeidsgiveren skal sørge for at arbeidstakere får tilbud om egnet helseundersøkelse dersom:

- a) eksponering for kunstig optisk stråling overskrider grenseverdiene i § 7, eller
- b) arbeidstakere har en kjent sykdom som skyldes eksponering for kunstig optisk stråling, eller
- c) risikovurderingen viser at det foreligger helserisiko,

Arbeidsgiver skal sørge for at risikovurderingen er tilgjengelig for den som utfører helseundersøkelsen.

Helseundersøkelsen skal kunne påvise negativ helseeffekt forårsaket av kunstig optisk stråling og gi grunnlag for forebyggende tiltak i virksomheten.

Helseundersøkelsen skal utføres av kompetent lege. Legen avgjør hyppigheten av og innholdet i undersøkelsen på bakgrunn av eksponeringens type, nivå og varighet, og på bakgrunn av arbeidstakerens helsetilstand.

Arbeidstakeren skal informeres om resultatet av helseundersøkelsen. Dersom det er behov for helseundersøkelser etter at eksponeringen er avsluttet, skal arbeidstakeren informeres om dette.

§ 13. *Arbeidsgiverens oppfølging av helseundersøkelsen*

Dersom helseundersøkelsen påviser negative helseeffekter forårsaket av kunstig optisk stråling, skal arbeidsgiver:

- a) oppdatere risikovurderingen i henhold til § 6,
- b) iverksette tiltak som er nødvendige for å fjerne eller redusere risikoen i henhold til § 9, herunder ta hensyn til råd fra kompetent helsepersonale eller fra offentlig myndighet,
- c) omplassere arbeidstakere i henhold til § 14 og
- d) gi tilbud om egnet helseundersøkelse til andre arbeidstakere som har vært utsatt for liknende eksponering.

§ 14. *Omplassering*

Arbeidsgiveren skal så langt det er mulig sørge for at arbeidstakere blir omplassert til annet arbeid i virksomheten der de ikke blir utsatt for helsefarlig eksponering fra kunstig optisk stråling, når dette er nødvendig av hensyn til arbeidstakers helse.

Kapittel 4. Straff

§ 15. *Straff*

Overtredelse av denne forskriften straffes etter arbeidsmiljøloven kapittel 19 og straffeloven § 48a og § 48b.

Kapittel 5. Avsluttende bestemmelser

§ 16. *Ikrafttredelse*

Forskriften trer i kraft straks.

Vedlegg I. Ikke-koherent optisk stråling

De biofysiske relevante eksponeringsverdiene for optisk stråling kan bestemmes ved hjelp av nedenstående formler. Formlene som skal benyttes, avhenger av området til strålingsemisjonen fra kilden, og resultatene bør sammenlignes med de tilsvarende grenseverdier for eksponering som er angitt i tabell 1.1. Det kan være relevant med mer enn en eksponeringsverdi og tilsvarende eksponeringsgrense for en gitt optisk strålingskilde.

Bokstav a) til o) viser til de tilsvarende radene i tabell 1.1.

- a) $(H_{\text{eff}}$ er relevant bare i området 180 til 400 nm)

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

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} er relevant bare i området 315 til 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 er relevant bare i området 300 til 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 er relevant bare i området 300 til 700 nm)

g)-l) $L_R = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda$ (Se tabell 1.1 for egnede verdier av λ_1 og λ_2)

m), n) $E_{\text{IR}} = \int_{\lambda = 780 \text{ nm}}^{\lambda = 3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda$ (E_{IR} er relevant bare i området 780 til 3000 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} er relevant bare i området 380 til 3000 nm)

I denne forskriften kan formlene ovenfor erstattes med følgende uttrykk, samtidig som de diskrete verdiene fastsatt i nedenstående tabeller benyttes:

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

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

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 for egnede verdier av λ_1 og λ_2)

m), n)

$$E_{IR} = \sum_{\lambda = 780 \text{ nm}}^{\lambda = 3000 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$

o)

$$E_{skin} = \sum_{\lambda = 380 \text{ nm}}^{\lambda = 3000 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$

og ($H_{skin} = E_{skin} \cdot \Delta t$)

Merknader:

$E_{\lambda}(\lambda, t)$, E_{λ}

spektral irradians eller spektral innstrålingstetthet: effekten av den innfallende stråling på en flate per arealenheter, uttrykt i watt per kvadratmeter [$Wm^{-2} nm^{-1}$]; verdiene for $E_{\lambda}(\lambda, t)$ og E_{λ} er fra målinger eller kan fås fra produsenten av utstyret,

E_{eff}

effektiv irradians (UV-området): beregnet irradians i UV-bølgelengdeområdet 180 til 400 nm, spektralt veid med $S(\lambda)$, uttrykt i watt per kvadratmeter [Wm^{-2}],

H

strålingseksponering: tidsintegralet av irradiansen, uttrykt i joule per kvadratmeter (Jm^{-2}),

H_{eff}

effektiv strålingseksponering: strålingseksponering, spektralt veid med $S(\lambda)$, uttrykt i joule per kvadratmeter [Jm^{-2}],

E_{UVA}

total irradians (UVA): beregnet irradians i UVA-bølgelengdeområdet 315 til 400 nm, uttrykt i watt per kvadratmeter [Wm^{-2}],

H_{UVA}

strålingseksponering: tids- og bølgelengdeintegralet av irradiansen, eller summen, i bølgelengdeområdet 315 til 400 nm, uttrykt i joule per kvadratmeter [Jm^{-2}],

$S(\lambda)$

spektral veiing: det tas hensyn til at UV-strålingens helsevirkninger på øyne og hud avhenger av bølgelengden (tabell 1.2) [dimensjonsløs],

$t, \Delta t$

tid, eksponeringstid, uttrykt i sekunder [s],

λ

bølgelengde, uttrykt i nanometer [nm],

$\Delta \lambda$

båndbredde: beregnings- eller målingsintervallene, uttrykt i nanometer [nm],

$L_\lambda (\lambda), L_\lambda$	<i>kildens spektralradians</i> : uttrykt i watt per kvadratmeter per steradian per nanometer [$\text{Wm}^{-2} \text{sr}^{-1} \text{nm}^{-1}$],
$R (\lambda)$	<i>spektral veiing</i> : det tas hensyn til at den termiske skaden på øyne forårsaket av synlig stråling og IR-A-stråling avhenger av bølgelengden (tabell 1.3) [dimensjonsløs],
L_R	<i>effektiv radians (termisk skade)</i> : beregnet radians, spektralt veid med $R (\lambda)$, uttrykt i watt per kvadratmeter per steradian [$\text{Wm}^{-2} \text{sr}^{-1}$].
$B (\lambda)$	<i>spektral veiing</i> : det tas hensyn til at den fotokjemiske skaden på øyne som skyldes stråling fra blått lys, avhenger av bølgelengden (tabell 1.3) [dimensjonsløs],
L_B	<i>effektiv radians (blått lys)</i> : beregnet radians, spektralt veid med $B (\lambda)$, uttrykt i watt per kvadratmeter per steradian [$\text{Wm}^{-2} \text{sr}^{-1}$],
E_B	<i>effektiv irradians (blått lys)</i> : beregnet irradians, spektralt veid ved $B (\lambda)$, uttrykt i watt per kvadratmeter [Wm^{-2}],
E_{IR}	<i>total irradians (termisk skade)</i> : beregnet irradians i det infrarøde bølgelengdeområdet 780 til 3000 nm, uttrykt i watt per kvadratmeter [Wm^{-2}],
E_{skin}	<i>total irradians (synlig, IR-A og IR-B)</i> : beregnet irradians i det synlige og infrarøde bølgelengdeområdet 380 til 3000 nm, uttrykt i watt per kvadratmeter [Wm^{-2}],
H_{skin}	<i>strålingseksponering</i> : tids- og bølgelengdeintegralet av irradiansen, eller summen, i det synlige og infrarøde bølgelengdeområdet 380 til 3000 nm, uttrykt i joule per kvadratmeter [Jm^{-2}],
α	<i>vinkelmessig utstrekning</i> : den vinkel som dannes av en synlig kilde, sett fra et punkt i rommet, uttrykt i milliradianer (mrad). Med synlig kilde menes den virkelige eller virtuelle gjenstand som danner det minst mulige bildet på netthinnen.

Tabell 1.1. Grenseverdier for eksponering for ikke-koherent optisk stråling

For å lese tabellen se her: 

Tabell 1.2. $S (\lambda)$ [dimensjonsløs], 180 nm til 400 nm

For å lese tabellen se her: 

Tabell 1.3. $B (\lambda), R (\lambda)$ [dimensjonsløs], 380 nm til 1400 nm

λ i nm	$B (\lambda)$	$R (\lambda)$
$300 \leq \lambda < 380$	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 < λ ≤ 600	100,02·(450-λ)	1
600 < λ ≤ 700	0,001	1
700 < λ ≤ 1050	–	100,002·(700-λ)
1050 < λ ≤ 1150	–	0,2
1150 < λ ≤ 1200	–	0,2 · 100,02·(1150-λ)
1200 < λ ≤ 1400	–	0,02

Vedlegg II. Optisk stråling fra laser

De biofysisk relevante eksponeringsverdiene for optisk stråling kan bestemmes ved hjelp av nedenstående formler. Formlene som skal benyttes, avhenger av bølgelengden til og varigheten av strålingsemisjonen fra kilden, og resultatene bør sammenlignes med de tilsvarende grenseverdiene for eksponering som er angitt i tabell 2.2 til 2.4. Det kan være relevant med mer enn en eksponeringsverdi og tilsvarende eksponeringsgrense for en gitt kilde for optisk stråling fra laser.

Koeffisientene som benyttes som beregningsfaktorer i tabell 2.2 til 2.4 er angitt i tabell 2.5, og korrigeringer for gjentatt eksponering er angitt i tabell 2.6.

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

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

Merknader:

dP	effekt, uttrykt i watt [W],
dA	flate, uttrykt i kvadratmeter [m ²],
E(t), E	irradians eller innstrålingstetthet effekten av den strålingen som treffer en flate per arealenhet, vanligvis uttrykt i watt per kvadratmeter (Wm ⁻²). Verdiene for E(t) og E er fra målinger eller kan fås fra produsenten av utstyret,
H	strålingseksponering tidsintegralet av irradiansen, uttrykt i joule per kvadratmeter (Jm ⁻²),
t	tid, eksponeringstid, uttrykt i sekunder [s],
λ	bølgelengde, uttrykt i nanometer [nm],
γ	begrensende konusvinkel for målefeltet , uttrykt i milliradianer [mrad],
γ_m	målefelt, uttrykt i milliradianer [mrad],
α	en kildes vinkelmessige utstrekning: uttrykt i milliradianer [mrad]. begrensende blender den sirkelformede flate der gjennomsnittlig irradians og strålingseksponering beregnes,
G	integrert radians integralet av radiansen over en gitt eksponeringstid, uttrykt som strålingsenergi per arealenhet av en strålingsflate per romvinkelenhet av emisjonen, uttrykt i joule per kvadratmeter per steradian [Jm ⁻² sr ⁻¹],

Tabell 2.1. Strålingsrisikoer

Bølgelengde nm λ	Strålingsområde	Berørt organ	Risiko	Tabell der grenseverdien for eksponering er angitt
180 til 400	UV	Øye	fotokjemisk skade og termisk skade	2.2, 2.3
180 til 400	UV	Hud	rødme av huden	2.4
400 til 700	synlig	Øye	skade på netthinnen	2.2
400 til 600	synlig	Øye	fotokjemisk skade	2.3
400 til 700	synlig	Hud	termisk skade	2.4
700 til 1400	IR-A	Øye	termisk skade	2.2, 2.3
700 til 1400	IR-A	Hud	termisk skade	2.4
1400 til 2600	IR-B	Øye	termisk skade	2.2
2600 til 10 ⁶	IR-C	Øye	termisk skade	2.2
1400 til 10 ⁶	IR-B, IR-C	Øye	termisk skade	2.3
1400 til 10 ⁶	I-RB, IR-C	Hud	termisk skade	2.4

Tabell 2.2. Grenseverdier for lasereksposering av øyet – Kort eksponeringstid < 10 s

For å lese tabellen se her:



Tabell 2.3. Grenseverdier for lasereksposering av øyet – Lang eksponeringstid ≥ 10 s



For å lese tabellen se her:

Tabell 2.4. Grenseverdier for lasereksposering av huden



For å lese tabellen se her:

Tabell 2.5. Anvendte korreksjonsfaktorer og andre beregningsparametere

Parameter i henhold til ICNIRP	Gyldig spektralområde (nm)	Verdi
C_A	$\lambda < 700$	$C_A = 1,0$
	700-1050	$C_A = 100,002(\lambda-700)$
	1050-1400	$C_A = 5,0$
C_B	400-450	$C_B = 1,0$
	450-700	$C_A = 100,02(\lambda-450)$
C_C	700-1150	$C_C = 1,0$
	1150-1200	$C_c = 100,018(\lambda-1150)$
	1200-1400	$C_C = 8,0$
T_1	$\lambda < 450$	$T_1 = 10$ s
	450-500	$T_1 = 10 \cdot [100,02(\lambda-450)]$ s
	$\lambda > 500$	$T_1 = 100$ s
Parameter i henhold til ICNIRP	Gyldig for biologisk virkning	Verdi
α_{\min}	alle varmevirkninger	$\alpha_{\min} = 1,5$ mrad
Parameter i henhold til ICNIRP	Gyldig vinkelområde (mrad)	Verdi
C_E	$\alpha < \alpha_{\min}$	$C_E = 1,0$
	$\alpha_{\min} < \alpha < 100$	$C_E = \alpha/\alpha_{\min}$
	$\alpha > 100$	$C_E = \alpha^2 / (\alpha_{\min} \cdot \alpha_{\max})$ mrad med $\alpha_{\max} = 100$ mrad
T_2	$\alpha < 1,5$	$T_2 = 10$ s
	$1,5 < \alpha < 100$	$T_2 = 10 \cdot [10(\alpha-1,5)/98,5]$ s
	$\alpha > 100$	$T_2 = 100$ s

Parameter i henhold til ICNIRP	Gyldig eksponeringstidsrom (s)	Verdi
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. Korreksjon for gjentatt eksponering

Hver av følgende tre generelle regler bør anvendes på alle gjentatte eksponeringer som skyldes gjentatte laserimpulser eller laserskanning:

1. Eksponeringen for enhver enkeltimpuls i et impulstog skal ikke overskride grenseverdien for eksponering for en enkeltimpuls av denne impulsvarigheten.
2. Eksponeringen for enhver impulsgruppe (eller undergruppe av impulser i et impulstog) innenfor et tidsrom t skal ikke overskride grenseverdien for eksponering for tidsrommet t .
3. Eksponeringen for enhver enkeltimpuls i en gruppe impulser skal ikke overskride grenseverdien for eksponering for en enkeltimpuls multiplisert med en korreksjonsfaktor for akkumulert varmeevirkning $C_p = N^{-0,25}$, der N er antallet impulser. Denne regelen gjelder bare eksponeringsgrenser som skal gi beskyttelse mot termisk skade der alle impulser avgitt i et kortere tidsrom enn T_{\min} anses som en enkeltimpuls.

<i>Parameter</i>	<i>Gyldig spektralområde (nm)</i>	<i>Verdi</i>
T_{\min}	$315 < \lambda \leq 400$	$T_{\min} = 10^{-9} \text{ s} (= 1 \text{ ns})$
	$400 < \lambda \leq 1050$	$T_{\min} = 18 \cdot 10^{-6} \text{ s} (= 18 \text{ } \mu\text{s})$
	$1050 < \lambda \leq 1400$	$T_{\min} = 50 \cdot 10^{-6} \text{ s} (= 50 \text{ } \mu\text{s})$
	$1400 < \lambda \leq 1500$	$T_{\min} = 10^{-3} \text{ s} (= 1 \text{ ms})$
	$1500 < \lambda \leq 1800$	$T_{\min} = 10 \text{ s}$
	$1800 < \lambda \leq 2600$	$T_{\min} = 10^{-3} \text{ s} (= 1 \text{ ms})$
	$2600 < \lambda \leq 10^6$	$T_{\min} = 10^{-7} \text{ s} (= 100 \text{ ns})$