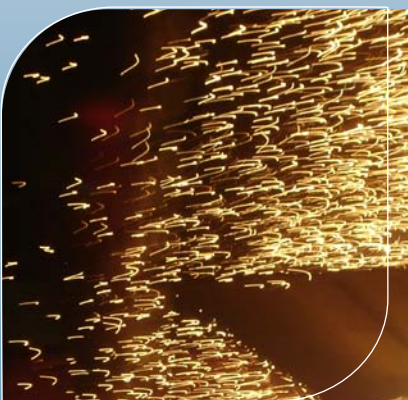


Nezavezujoči priročnik o dobri praksi za izvajanje Direktive 2006/25/ES (umetno optično sevanje)



Socialna Evropa



Evropska komisija

Ta publikacija je izšla ob podpori programa Evropske unije za zaposlovanje in socialno solidarnost – Progress (2007–2013).

Program izvaja Evropska komisija. Ustanovljen je bil, da finančno podpre uresničevanje ciljev Evropske unije na področju zaposlovanja, socialnih zadev in enakih možnosti ter s tem prispeva k doseganju ciljev Evrope 2020 na teh področjih.

Sedemletni program je namenjen vsem zainteresiranim stranem, ki lahko pomagajo razviti ustrezne in učinkovite zakonodaje in politike na področju zaposlovanja in sociale, v EU-27, državah Efte-EGP ter državah kandidatkah in potencialnih državah kandidatkah za članstvo v EU.

Več informacij je na voljo na spletni strani <http://ec.europa.eu/progress>

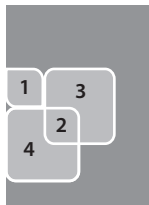
Nezavezujoči priročnik o dobri praksi za izvajanje Direktive 2006/25/ES (umetno optično sevanje)

Evropska komisija

Generalni direktorat za zaposlovanje, socialne zadeve in vključevanje
Enota B.3

Rokopis je bil dokončan junija 2010

Niti Evropska komisija niti osebe, ki delujejo v njenem imenu, niso odgovorne za uporabo podatkov iz te publikacije.



© Fotografije: 1, 3, 4: Evropska unija
© Fotografija 2: iStock

Za uporabo ali reprodukcijo fotografij, za katere Evropska unija nima avtorskih pravic, je treba za dovoljenje zaprositi neposredno imetnika ali imetnike avtorskih pravic.

Europe Direct je služba za pomoč
pri iskanju odgovorov na vprašanja
v zvezi z Evropsko unijo

Brezplačna telefonska številka (*):
00 800 6 7 8 9 10 11

(*) Nekateri operaterji mobilne telefonije ne dovoljujejo vzpostavitve zveze
s števkami 00 800, ali pa te klice zaračunavajo.

Veliko dodatnih informacij o Evropski uniji je na voljo na internetu.
Dostop je mogoč na strežniku Europa (<http://europa.eu>).

Kataloški podatki in povzetek so navedeni na koncu te publikacije.

Luxembourg: Urad za publikacije Evropske unije, 2011

ISBN 978-92-79-19820-5

doi:10.2767/31808

© Evropska unija, 2011

Reprodukcija je dovoljena z navedbo vira.

Vsebina

1.	Uvod.....	7
1.1	Uporaba priročnika.....	7
1.2	Povezava z Direktivo 2006/25/ES.....	9
1.3	Področje uporabe Priročnika.....	9
1.4	Ustrezni predpisi in dodatne informacije.....	10
1.5	Uradni in neuradni svetovalni centri.....	10
2.	Viri umetnega optičnega sevanja.....	11
2.1	Viri nekoherentnega sevanja.....	11
2.1.1	Delovne naloge.....	11
2.1.2	Uporaba.....	11
2.2	Viri laserskega sevanja.....	12
2.3	Običajni viri.....	14
3.	Vplivi na zdravje zaradi izpostavljenosti optičnemu sevanju.....	15
4.	Zahteve Direktive o umetnem optičnem sevanju.....	16
4.1	Člen 4 – Ugotavljanje izpostavljenosti in ocena tveganj.....	16
4.2	Člen 5 – Določbe za preprečevanje ali zmanjšanje tveganja.....	17
4.3	Člen 6 – Obveščanje in usposabljanje delavcev.....	17
4.4	Člen 7 – Posvetovanje z delavci in njihovo sodelovanje.....	17
4.5	Člen 8 – Zdravstveni nadzor.....	17
4.6	Povzetek.....	17
5.	Uporaba mejnih vrednosti izpostavljenosti.....	18
5.1	Mejne vrednosti izpostavljenosti laserju.....	18
5.2	Nekoherentno optično sevanje.....	19
5.3	Viri.....	22
6.	Ocena tveganja v okviru Direktive.....	23
6.1	Korak 1. Opredelitev nevarnosti in tistih, ki so ogroženi.....	23
6.2	Korak 2. Ocena in prednostno razvrščanje tveganj.....	23
6.3	Korak 3. Odločanje o preprečevalnih ukrepih.....	24
6.4	Korak 4. Ukrepanje.....	24
6.5	Korak 5. Spremljanje in pregledovanje.....	25
6.6	Viri.....	25
7.	Merjenje optičnega sevanja.....	26
7.1	Zahteve iz Direktive.....	26
7.2	Iskanje dodatne pomoči.....	26
8.	Uporaba podatkov proizvajalcev.....	27
8.1	Varnostna razvrstitev.....	27
8.1.1	Varnostna razvrstitev laserjev.....	27
8.1.2	Varnostna razvrstitev nekoherentnih virov.....	29
8.1.3	Varnostna razvrstitev strojev.....	31
8.2	Informacije o nevarni razdalji in vrednostih nevarnosti.....	31
8.2.1	Laserji – nominalna razdalja, nevarna za oči.....	32
8.2.2	Širokopasovni viri – nevarna razdalja in vrednost nevarnosti.....	32
8.3	Dodatne koristne informacije.....	32

9.	Nadzorni ukrepi	33
9.1	Hierarhija nadzornih ukrepov	33
9.2	Odprava nevarnosti	33
9.3	Zamenjava z manj nevarnim postopkom ali opremo	34
9.4	Tehnično-tehnološki nadzor	34
9.4.1	Preprečevanje dostopa	34
9.4.2	Zaščita z omejevanjem delovanja	34
9.4.3	Zaustavitev v sili	34
9.4.4	Zaporni mehanizmi	34
9.4.5	Filtri in pregledovalna okna	35
9.4.6	Pripomočki za uravnavanje	35
9.5	Upravni ukrepi	35
9.5.1	Lokalna pravila	36
9.5.2	Nadzorovano območje	36
9.5.3	Varnostni znaki in obvestila	36
9.5.4	Imenovanja	37
9.5.5	Usposabljanje in posvetovanje	38
9.6	Osebna varovalna oprema	39
9.6.1	Zaščita pred drugimi nevarnostmi	40
9.6.2	Zaščita oči	40
9.6.3	Zaščita kože	41
9.7	Dodatne koristne informacije	41
9.7.1	Osnovni standardi	41
9.7.2	Standardi po vrstah izdelkov	41
9.7.3	Varjenje	41
9.7.4	Laser	41
9.7.5	Močni svetlobni viri	41
10.	Obvladovanje neželenih učinkov	42
11.	Zdravstveni nadzor	43
11.1	Kdo mora izvajati zdravstveni nadzor?	43
11.2	Dokumentacija	43
11.3	Zdravstveni pregled	43
11.4	Ukrepi, če je presežena mejna vrednost izpostavljenosti	43
	Dodatek A. Narava optičnega sevanja	45
	Dodatek B. Biološki vplivi optičnega sevanja na oči in kožo	46
B.1	Oči	46
B.2	Koža	46
B.3	Biološki vplivi različnih valovnih dolžin na oči in kožo	47
B.3.1	Ultravijolično sevanje: UVC (100–280 nm); UVB (280–315 nm); UVA (315–400 nm)	47
B.3.2	Vidno sevanje	48
B.3.3	IRA	48
B.3.4	IRB	48
B.3.5	IRC	49
	Dodatek C. Količine in enote umetnega optičnega sevanja	50
C.1	Temeljne količine	50
C.1.1	Valovna dolžina	50
C.1.2	Energija	50
C.1.3	Druge uporabne količine	50
C.1.4	Količine pri mejnih vrednostih izpostavljenosti	50

C.1.5	Spektralne in širokopasovne količine.....	51
C.1.6	Radiometrične količine in efektivne količine.....	51
C.1.7	Svetlost.....	51
Dodatek D. Izračunani zgledi		52
D.1	Pisarna	52
D.1.1	Razlaga splošne metode.....	52
D.1.2	Oblika zgledov.....	57
D.1.3	Stropne fluorescenčne sijalke za difuzorjem.....	57
D.1.4	Enojna stropna fluorescenčna sijalka brez difuzorja.....	58
D.1.5	Serijske stropne fluorescenčne sijalke brez difuzorja.....	59
D.1.6	Zaslon s katodno cevjo	60
D.1.7	Zaslon prenosnega računalnika.....	61
D.1.8	Žaromet za osvetljevanje zunanjih površin z metalhalogeno sijalko.....	62
D.1.9	Žaromet za osvetljevanje zunanjih površin s kompaktno fluorescenčno sijalko	64
D.1.10	Elektronski uničevalec mrčesa	65
D.1.11	Stropni reflektor.....	66
D.1.12	Namizna svetilka	67
D.1.13	Namizna svetilka s spektrom dnevne svetlobe	68
D.1.14	Fotokopirni stroj	69
D.1.15	Namizni digitalni projektor	70
D.1.16	Prenosni digitalni projektor.....	72
D.1.17	Digitalna interaktivna tabla.....	73
D.1.18	Stropna ugreznjena kompaktna fluorescenčna sijalka	74
D.1.19	Indikacijska LED dioda	75
D.1.20	Dlančnik.....	76
D.1.21	Črna UVA sijalka	77
D.1.22	Cestna svetilka z metalhalogeno sijalko.....	78
D.1.23	Povzetek podatkov iz zgledov	79
D.2	Laserska predstava	80
D.2.1	Nevarnosti in ogroženi ljudje	80
D.2.2	Ocena in prednostno razvrščanje tveganj	81
D.2.3	Odločanje o preprečevalnih ukrepih in ukrepanje.....	81
D.2.4	Spremljanje in pregledovanje	81
D.2.5	Zaključek	81
D.3	Uporaba optičnega sevanja v medicini	82
D.3.1	Namenska razsvetljava	82
D.3.2	Diagnostična razsvetljava.....	84
D.3.3	Terapevtski viri.....	85
D.3.4	Posebni viri za testiranje.....	87
D.4	Vožnja na delo	88
D.5	Vojska	91
D.6	Stropna plinska sevala.....	91
D.7	Laserji za predelavo materialov	92
D.7.1	Opredelitev nevarnosti in oseb, ki jim grozi nevarnost	93
D.7.2	Ocenjevanje in prednostno razvrščanje tveganj	93
D.7.3	Odločanje o preprečevalnih ukrepih	93
D.8	Vroče industrije	93
D.8.1	Predelava jekla.....	93
D.8.2	Steklarska dela.....	94
D.8.3	Dodatne informacije	94
D.9	Fotografranje z bliskavico	94

Dodatek E. Zahteve drugih evropskih direktiv	96
Dodatek F. Nacionalni predpisi držav članic EU, ki prenašajo Direktivo 2006/25/ES (do 10. decembra 2010), in navodila	99
Dodatek G. Evropski in mednarodni standardi	105
G.1 Normativi euronorm	105
G.2 Evropska navodila	107
G.3 Dokumenti ISO, IEC in CIE	107
Dodatek H. Občutljivost na svetlobo.	109
H.1 Kaj je občutljivost na svetlobo?	109
H.2 Vidiki, povezani z delom ... ali pa tudi ne	109
H.3 Kaj morate storiti kot delodajalec?	109
H.4 Kaj narediti, če vaše delo zahteva izpostavljenost virom umetnega optičnega sevanja v kombinaciji s fotosenzoričnimi sredstvi?	110
Dodatek I. Viri.	111
I.1 Medmrežje	111
I.2 Svetovalni/regulativni	111
I.3 Standardi	112
I.4 Združenja/spletni imeniki	112
I.5 Revije	113
I.6 Zgoščenke, digitalne videoplošče in drugi viri	113
Dodatek J. Glosar	114
Dodatek K. Bibliografija	116
K.1 Zgodovina laserjev	116
K.2 Medicinski laserji	116
K.3 Zaščita pred laserskim in optičnim sevanjem	116
K.4 Laserska tehnologija in teorija	116
K.5 Smernice in poročila	116
Dodatek L. Besedilo Direktive 2006/25/ES.	118

1. Uvod

Direktiva 2006/25/ES (v nadaljevanju imenovana „Direktiva“) vključuje vse umetne vire optičnega sevanja. Večina zahtev Direktive je podobna obstoječim zahtevam, na primer, Okvirne direktive 89/391/EGS. Zato Direktiva delodajalcev ne bi smela bremeniti bolj, kot to že zahtevajo druge direktive. Ker je Direktiva tako vseobsegajoča, obstaja potreba po določitvi uporab umetnega optičnega sevanja, ki so v zvezi z zdravjem tako zane-marljive, da nadaljnja ocena ni potrebna. Ta priročnik navaja takšne vsakdanje uporabe, zagotavlja smernice za številne druge posebne uporabe, predstavlja metodologijo ocenjevanja in v nekaterih primerih predlaga iskanje dodatne pomoči.

Številne industrije imajo dobro razvite smernice, ki obsegajo posebne uporabe optičnega sevanja, do takšnih virov informacij pa so navedeni sklici.

Umetno optično sevanje obsega širok razpon virov, ki so jim delavci lahko izpostavljeni na delovnem mestu in drugje. Ti viri vključujejo razsvetljavo območja in namensko razsvetljavo, signalne naprave, različne ekrane in druge podobne vire, ki so bistveni za dobro počutje delavcev. Zato ni razumno uporabiti podobnega pristopa kot pri številnih drugih nevarnostih in nujno zmanjšati nevarnosti umetnega optičnega sevanja. To bi lahko povečalo tveganje zaradi drugih nevarnosti ali dejavnosti na delovnem mestu. Preprost primer tega je ugašanje luči v pisarni, zaradi česar bi bili vsi v temi.

Pri proizvodnih postopkih, raziskavah in komunikaciji se uporabljajo različni viri umetnega optičnega sevanja. Optično sevanje je lahko tudi nenamerno, na primer, ko je material vroč in oddaja energijo optičnega sevanja.

Obstajajo številni načini uporabe umetne optične svetlobe, ki zahtevajo neposredno izpostavljenost delavcev na ravneh, ki lahko presegajo mejne vrednosti izpostavljenosti, določene v Direktivi. Ti vključujejo uporabo nekaterih pripomočkov v razvedrilne in medicinske namene. Navedene uporabe je treba kritično oceniti in tako zagotoviti, da ravni izpostavljenosti niso presežene.

Umetna optična sevanja so v Direktivi razdeljena na lasersko in nekoherentno sevanje. Ta razdelitev je v tem priročniku uporabljena samo, če za to obstaja jasna korist. Tradicionalni pogled je, da je lasersko sevanje žarek z eno valovno dolžino. Delavec je lahko zelo blizu poti žarka, vendar to nima škodljivih vplivov na njegovo zdravje. Vendar če stopi neposredno v žarek, lahko takoj preseže mejno vrednost izpostavljenosti. Pri nekoherentnem sevanju je manj verjetno, da je optično sevanje dobro kolimiran žarek, raven izpostavljenosti pa se s približevanjem viru zvišuje. Lahko bi trdili, da je pri laserskem žarku verjetnost izpostavljenosti nizka, posledice pa so lahko hude; pri nekoherentnem viru je verjetnost izpostavljenosti visoka, posledice pa so blažje. To tradicionalno razlikovanje je pri nekaterih razvijajočih se tehnologijah optičnega sevanja vedno bolj zabrisano.

Direktiva je bila sprejeta na podlagi člena 137 Pogodbe o ustanovitvi Evropske skupnosti, ki državam članicam izrecno ne preprečuje ohranitve ali uvedbe strožjih zaščitnih ukrepov, ki so v skladu s Pogodbo.

1.1 Uporaba priročnika

Umetna optična sevanja so prisotna na večini delovnih mest. Pri številnih sevanjih nevarnosti za poškodbo ni, ali pa je zelo majhna, pri nekaterih pa je izvajanje delovnih nalog varno.

Priročnik je treba brati v povezavi z Direktivo 2006/25/ES („Direktiva“) in Okvirno direktivo 89/391/EGS.

Direktiva 2006/25/ES določa minimalne varnostne zahteve v zvezi z izpostavljenostjo delavcev tveganjem, ki nastanejo zaradi umetnega optičnega sevanja. Člen 13 te direktive od Komisije zahteva, da Direktivo dopolni s praktičnim priročnikom.

Priročnik je v osnovi namenjen v pomoč delodajalcem ter zlasti majhnim in srednje velikim podjetjem. Vendar je lahko koristen tudi za predstavnike delavcev in regulativne organe držav članic.

Priročnik je razdeljen na tri oddelke:

Vsak delodajalec bi moral prebrati oddelka 1 in 2 tega priročnika.



Če so vsi viri na delovnem mestu vključeni v seznam običajnih virov v oddelku 2.3, nadaljnje ukrepanje ni potrebno.

Če so prisotni viri, ki niso navedeni v oddelku 2.3, je ocena tveganja bolj zahtevna. Delodajalec bi moral dodatno preučiti oddelke 3–9 tega priročnika.



Tako se lahko odloči, ali bo sam ocenil tveganje ali bo poiskal zunanjo pomoč.

Dodatki vsebujejo dodatne informacije, ki so lahko koristne za delodajalce, ki bodo sami izvedli oceno tveganja.

Pri oceni tveganja lahko delodajalcu pomagajo podatki proizvajalcev izdelkov. Treba je zlasti klasificirati nekatere vrste

virov umetnega optičnega sevanja za zagotavljanje informacij o nevarnosti dostopnega optičnega sevanja. Predlaga se, da delodajalci zahtevajo ustrezne informacije od dobaviteljev virov umetnega optičnega sevanja. Številni izdelki bodo morali izpolnjevati zahteve direktiv Evropske skupnosti, na primer za oznako CE, kar je posebej navedeno v odstavku (12) preambule Direktive (glej Dodatek L). Poglavje 8 Priročnika zagotavlja smernice o uporabi podatkov proizvajalcev.

Vsi delavci so izpostavljeni umetnemu optičnemu sevanju. Primeri virov so navedeni v poglavju 2. Eden izmed izzivov je zagotoviti, da so viri, ki lahko predstavljajo tveganje zaradi izpostavljenosti delavcev ravnomernemu sevanju, ki presegajo mejne vrednosti izpostavljenosti, ustrezno ocenjeni, brez bremena, da mora biti ocenjena večina virov, ki pod razumno predvidenimi okoliščinami ne predstavljajo tveganja – tako imenovanih „običajnih“ virov.

Priročnik je namenjen vodenju uporabnikov skozi logičen postopek ocenjevanja tveganja zaradi izpostavljenosti delavcev umetnemu optičnemu sevanju.

Če so edini viri izpostavljenosti umetnemu optičnemu sevanju običajni, nadaljnje ukrepanje ni potrebno. Nekateri delodajalci morda želijo zabeležiti, da so vire preverili in prišli do tega zaključka.

Če viri niso običajni ali tveganje ni znano, morajo delodajalci slediti postopku ocenjevanja tveganja in, če je potrebno, izvesti ustrezne nadzorne ukrepe.

Poglavje 3 Priročnika opisuje možne vplive na zdravje.

Poglavje 4 opisuje zahteve Direktive, v poglavju 5 pa so predstavljene mejne vrednosti izpostavljenosti. Ti dve poglavji tako obsegata zakonske zahteve.

Poglavje 6 vsebuje predlagano metodologijo za izvajanje ocene tveganja. Možen je zaključek, da tveganja ni, zato se postopek tukaj konča.

Če ni dovolj informacij za izvedbo ocene tveganja, je morda treba izvesti meritve (poglavje 7) ali uporabiti podatke proizvajalcev (poglavje 8).

Poglavje 9 obsega nadzorne ukrepe, potrebne v primerih, ko je treba zmanjšati tveganje.

Če je kdo izpostavljen umetnemu optičnemu sevanju na ravneh, ki presegajo mejne vrednosti izpostavljenosti, so v poglavju 10 navedeni načrti ukrepov, poglavje 11 pa obsega zdravstveni nadzor.

Dodatki zagotavljajo dodatne informacije za delodajalce in druge osebe, ki morda sodelujejo v postopku ocenjevanja tveganja:

A – Narava optičnega sevanja
B – Biološki vplivi optičnega sevanja na oči in kožo
C – Količine in enote umetnega optičnega sevanja
D – Izračunani zgledi. Nekateri zgledi v tem dodatku navajajo utemeljitev za določene vire, ki so razvrščeni kot običajni.
E – Zahteve drugih evropskih direktiv
F – Obstoječa zakonodaja držav članic in smernice
G – Evropski in mednarodni standardi
H – Občutljivost na svetlobo
I – Viri
J – Glosar
K – Bibliografija
L – Besedilo Direktive 2006/25/ES

1.2 Povezava z Direktivo 2006/25/ES

V skladu s členom 13 Direktive 2006/25/ES Evropskega parlamenta in Sveta o minimalnih zdravstvenih in varnostnih zahtevah v zvezi z izpostavljenostjo delavcev tveganjem, ki nastanejo zaradi umetnega optičnega sevanja, ta

priročnik obravnava člen 4 (Ugotavljanje izpostavljenosti in ocena tveganj) in člen 5 (Določbe za preprečevanje ali zmanjšanje tveganja) ter prilogi I in II (mejne vrednosti izpostavljenosti za nekoherentno sevanje oziroma lasersko sevanje) Direktive (glej Dodatek L). Priročnik zagotavlja tudi smernice o drugih členih Direktive.

Tabela 1.1 Povezava med členi Direktive in deli Priročnika

Členi Direktive 2006/25/ES	Naslov	Deli Priročnika
Člen 2	Opredelitve pojmov	Dodatek J
Člen 3	Mejne vrednosti izpostavljenosti	Poglavja 6, 7, 8 in 9
Člen 4	Ugotavljanje izpostavljenosti in ocena tveganj	Poglavja 7, 8 in 9
Člen 5	Določbe za preprečevanje ali zmanjšanje tveganja	Poglavje 9
Člen 6	Obveščanje in usposabljanje delavcev	Poglavje 9
Člen 7	Posvetovanje z delavci in njihovo sodelovanje	Poglavje 9
Člen 8	Zdravstveni nadzor	Poglavje 11

1.3 Področje uporabe Priročnika

Priročnik je namenjen vsem podjetjem, kjer bi delavci lahko bili izpostavljeni umetnemu optičnemu sevanju. Direktiva ne zagotavlja opredelitve umetnih optičnih sevanj. Viri, kot so vulkanski izbruhi, sonce in odbito sončno sevanje od, na primer, lune, so jasno izključeni. Vendar pa obstaja veliko virov, ki so dvoumni. Bi požar,

ki ga zaneti človek, lahko šteli za umetni vir, požar, ki ga zaneti strela, pa ne?

Direktiva izrecno ne izključuje nobenega vira umetnega optičnega sevanja. Vendar je veliko virov, kot so indikatorji delovanja na električni opremi, ki so opredeljeni kot običajni viri optičnega sevanja. Priročnik zagotavlja seznam virov, za katere se lahko na splošno

oceni, da verjetno ne bodo presegli mejne vrednosti izpostavljenosti.

Nekateri morebitni scenariji izpostavljenosti delavcev so bolj zahtevni in zato presegajo področje uporabe tega priročnika. Glede ocenjevanja zahtevnih scenarijev izpostavljenosti bi morali delodajalci poiskati dodatne nasvete.

1.4 Ustrezni predpisi in dodatne informacije

Uporaba tega priročnika sama po sebi ne zagotavlja skladnosti z zakonsko določenimi zahtevami za zaščito pred optičnim sevanjem v različnih državah članicah EU. Veljavni instrumenti so pravne norme, preko katerih so države članice prenesle Direktivo 2006/25/ES. Te norme lahko presegajo minimalne zahteve Direktive, na katerih temelji ta priročnik.

Kot dodatno orodje za izvajanje zahtev Direktive lahko proizvajalci proizvajajo opremo, ki oddaja umetno

optično sevanje v skladu z evropskimi standardi. V Priročniku so navedeni sklici na ustrezne standarde. Te standarde je mogoče proti plačilu pridobiti od nacionalnih ustanov za standardizacijo.

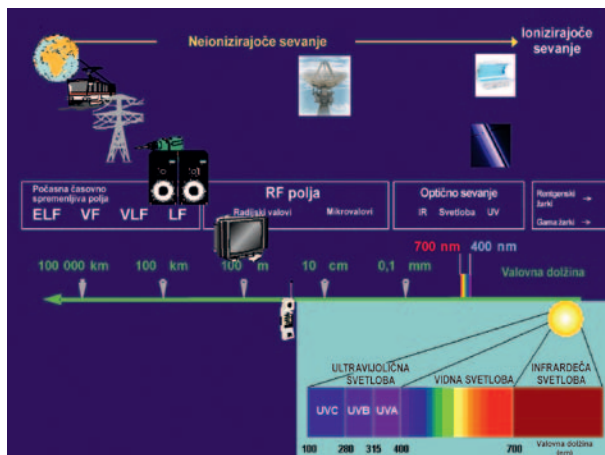
Dodatne informacije je mogoče pridobiti iz nacionalnih predpisov in standardov ter ustrezne literature. Dodatek F vsebuje sklice na posamezne publikacije, ki so jih izdali pristojni organi držav članic. Vendar vključitev publikacije v Dodatek ne pomeni, da je vsa njena vsebina v celoti skladna s tem priročnikom.

1.5 Uradni in neuradni svetovalni centri

V primerih, ko Priročnik ne odgovori na vprašanja, kako izpolniti zahteve za zaščito pred optičnim sevanjem, je treba stopiti v neposreden stik z državnimi viri. Ti vključujejo inšpektorate za delo, agencije ali združenja za nezgodno zavarovanje ter gospodarske in obrtne zbornice.

2. Viri umetnega optičnega sevanja

2.1 Viri nekoherentnega sevanja



2.1.1 Delovne naloge

Težko se je spomniti poklica, pri katerem oseba ni vsaj enkrat izpostavljena umetno ustvarjenemu optičnemu sevanju. Vsakdo, ki dela v zaprtem prostoru, je verjetno izpostavljen optičnim emisijam zaradi osvetlitve in računalniških zaslonov. Delavci, ki delajo na prostem, morda potrebujejo določeno obliko namenske svetlobe, ko naravna svetloba ne zadošča več. Osebe, ki med delovnim časom potujejo, bodo zelo verjetno izpostavljene umetni svetlobi, četudi je to samo izpostavljenost lučem vozil drugih oseb. Vse to so oblike umetno ustvarjenega optičnega sevanja in jih je mogoče škodljivo za oblike, ki sodijo na področje uporabe Direktive.

Razen pri vedno prisotnih virih, kot so osvetlitev in računalniški zasloni, je umetno optično sevanje lahko proizvedeno namerno, kot nujni del nekega postopka, ali pa naključno, kot neželen stranski proizvod. Na primer, da bi spodbudili fluorescenco v prodorni barvi, je treba proizvesti ultravijolično svetlobo in barvo izpostaviti tej svetlobi. Po drugi strani pa proizvodnja velike količine ultravijolične svetlobe med oblačnim varjenjem za postopek ni bistvena – čeprav je neizogibna.

Ne glede na to, ali je optično sevanje proizvedeno namerno za uporabo ali nenamerno kot stranski proizvod postopka, je še vedno treba nadzorovati izpostavljenost sevanju, vsaj do stopnje, določene v Direktivi. Umetno

proizvedeno optično sevanje je prisotno na večini delovnih mest, zlasti pa v naslednjih vrstah dejavnosti:

- vročih industrijah, kot je obdelava stekla in kovin, kjer peči oddajajo infrardeče sevanje;
- tiskarski industriji, kjer se črnila in barve pogosto utrjujejo s postopkom fotopolimerizacije;
- umetnostni in zabavni industriji, kjer so nastopajoči in modeli neposredno osvetljeni z reflektorji, lučmi za posebne učinke, pilotnimi svetilkami in bliskavicami;
- zabavni industriji, kjer so delavci v prostoru za gledalce lahko izpostavljeni splošni osvetlitvi in lučem za posebne učinke;
- neporushitvenem preskušanju, ki lahko vključuje uporabo ultravijoličnega sevanja za odkrivanje fluorescentnih barv;
- zdravniški oskrbi, pri kateri so lahko strokovni delavci in bolniki izpostavljeni razsvetljavi v operacijski dvorani in terapevtski uporabi optičnega sevanja;
- kozmetičnih storitvah, pri katerih se uporabljajo laserji in bliskavice ter ultravijolični in infrardeči viri;
- proizvodnji in skladiščenju, kjer so velike, odprte stavbe osvetljene z močnimi lučmi;
- farmaciji in raziskavah, kjer se lahko uporablja sterilizacija s pomočjo ultravijolične svetlobe;
- čiščenju odplak, kjer se lahko uporablja sterilizacija s pomočjo ultravijolične svetlobe;
- raziskavah, kjer se lahko uporabljajo laserji, fluorescenca, spodbujena z ultravijolično svetlobo, pa je lahko koristno orodje;
- obdelavi kovin, ki vključuje varjenje;
- proizvodnji plastike, ki vključuje spajanje z laserjem.

Zgornji seznam ni izčrpen.

2.1.2 Uporaba

Spodnja tabela ponazarja vrste uporab različnih spektralnih območij. Prav tako navaja, katera spektralna območja so lahko prisotna, kljub temu, da za določen postopek niso potrebna. Spektralna območja so opisana v Dodatku A.

Območje valovne dolžine	Uporablja se za	Nenamerno proizvedena pri
UVC	protibakterijsko sterilizacijo fluorescenco (laboratorij) fotolitografijo	sušenju črnila nekaterih vrstah razsvetljave območja in namenske razsvetljave nekaterih žarnicah za projektorje obločnem varjenju
UVB	solarije fototerapije fluorescenco (laboratorij) fotolitografijo	protibakterijskih sijalkah sušenju črnila nekaterih vrstah razsvetljave območja in namenske razsvetljave žarnicah za projektorje obločnem varjenju
UVA	fluorescenco (laboratorij, neporušitveno preskušanje, učinki v industriji zabave, odkrivanje kriminala, odkrivanje ponaredkov, označevanje posesti) fototerapije solarije sušenje črnila pasti za mrčes fotolitografijo	protibakterijskih sijalkah razsvetljavi območja in namenski razsvetljavi žarnicah za projektorje obločnem varjenju
Vidna svetloba	razsvetljavo območja in namensko razsvetljavo indikacijske lučke prometne signale odstranjevanje dlak in krčnih žil sušenje črnila pasti za mrčes fotolitografijo fotokopiranje projekcijo televizijske in računalniške ekrane	solarijih nekaterih napravah za segrevanje/ sušenje varjenju
IRA	osvetlitev za nadzor gretje sušenje odstranjevanje dlak in krčnih žil komunikacije	nekaterih vrstah razsvetljave območja in namenske razsvetljave varjenju
IRB	gretje sušenje komunikacije	nekaterih vrstah razsvetljave območja in namenske razsvetljave varjenju
IRC	gretje sušenje	nekaterih vrstah razsvetljave območja in namenske razsvetljave varjenju

Nekatera od spektralnih območij, ki so navedena kot nenamerno proizvedena, se sproščajo samo v primerih napak. Na primer, nekatere vrste žarometov vsebujejo visokotlačne živosrebrne sijalke. Te proizvajajo sevanje v vseh spektralnih območjih, vendar so običajno obdane z zunanjo prevleko, ki preprečuje znatne emisije UVB in UVC. Če je prevleka poškodovana in sijalka še naprej deluje, oddaja nevarne ravni UV sevanja.

2.2 Viri laserskega sevanja

Laser je bil prvič uspešno predstavljen leta 1960. Najprej so bili laserji omejeni na uporabo v raziskovalne in vojaške

namene. Običajno so z njimi upravljali ljudje, ki so jih zasnovali in izdelali, in ti ljudje so bili v nevarnosti zaradi laserskega sevanja. Danes je laser razširjen praktično povsod. Uporablja se v številnih napravah na delovnem mestu, včasih v opremi, pri kateri lasersko sevanje nadzira učinkovita tehnična sredstva, tako da uporabniku ni treba vedeti, da oprema vsebuje laser.

Laserski žarki so običajno opredeljeni kot ena ali manjše število valovnih dolžin; emisija ima nizko divergenco in tako vzdržuje skoraj enako moč in energijo na določenem območju na večjih razdaljah; laserski žarek je koherenten, ali pa posamezni valovi v žarku potujejo vzporedno. Laserske žarke lahko običajno usmerimo na majhno točko,

kjer lahko povzročijo poškodbo in poškodujejo površino. To so vse posploševanja. Obstajajo laserji, ki laserske žarke proizvajajo v širokem spektru valovne dolžine; obstajajo naprave, ki proizvajajo močno divergentne žarke; nekateri laserski žarki pa na večini svoje poti niso koherentni. Emisije laserskega žarka so lahko neprekinjene, kar se imenuje nemodulirani val (CW), ali pa so impulzne.

Laserji so razvrščeni na podlagi „aktivnega medija“, ki se uporablja za proizvodnjo laserskega žarka. Ta medij je lahko trdna, tekoča ali plinasta snov. Laserje s trdnim medijem delimo na trdninske kristalne laserje, t. i. trdninske laserje, in polprevodniške laserje. V spodnji tabeli so navedeni nekateri značilni laserji in valovne dolžine, ki jih oddajajo.

Vrsta	Laser	Glavna valovna dolžina	Izhodna moč
PLINAST	Helij-neon (HeNe)	632,8 nm	CW do 100 mW
	Helij-kadmij (HeCd)	422 nm	CW do 100 mW
	Argon-ion (Ar)	488 nm, 514 nm plus modre črte	CW do 20 W
	Kripton-ion (Kr)	647 nm plus UV, modre in rumene črte	CW do 10 W
	Ogljikov dioksid (CO ₂)	10 600 nm (10,6 μm)	Impulzen ali CW do 50 kW
	Nitrogen (N)	337,1 nm	Impulzen > 40 μJ
	Ksenonov klorid (XeCl) Kriptonov fluorid (KrF) Ksenonov fluorid (XeF) Argonov fluorid (ArF)	308 nm 248 nm 350 nm 193 nm	Impulzen do 1 J
TRDNINSKI	Rubin	694,3 nm	Impulzen do 40 J
	Neodim: YAG (Nd:YAG)	1 064 in 1 319 nm 532 in 266 nm	Impulzen ali CW do TW, 100 W povprečje CW
	Neodim: steklo (Nd:steklo)	1 064 nm	Impulzen do 150 J
VLAKENSKI	Iterbij (Yb)	1 030–1 120 nm	CW do kW
TANEK DISK	Iterbij:YAG (Yb:YAG)	1 030 nm	CW do 8 000 mW
PLOŠČA	Ogljikov dioksid (CO ₂) Laserski kristal	10 600 nm	CW do 8 000 W
POLPREVODNIŠKI	Različni materiali – npr. GaN GaAlAs InGaAsP	400–450 nm 600–900 nm 1 100–1 600 nm	CW (nekateri impulzni) do 30 W
TEKOČINSKI (BARVA)	Barva – več kot 100 različnih laserskih barv deluje kot laserski medij	300–1 800 nm 1 100–1 600 nm	Impulzen do 2,5 J CW do 5 W

Dodatne informacije o laserjih so na voljo v publikacijah, navedenih v bibliografiji v Dodatku K.

Naslednja tabela je povzetek nekaterih vrst uporabe laserja.

Kategorija	Primer uporabe
Predelava materialov	Rezanje, varjenje, lasersko graviranje, fotolitografija, hitra proizvodnja
Optično merjenje	Merjenje razdalje, meritve, lasersko merjenje hitrosti, laserski vibrometri, elektronska interferometrija (ESPI), hidrofonizacija optičnim vlaknom, hitro zajemanje slik, določanje velikosti trdih delcev
Medicina	Oftalmologija, refraktivna kirurgija, fotodinamična terapija, dermatologija, laserski skalpel, vaskularna kirurgija, zobozdravstvo, medicinska diagnostika
Komunikacije	Optika, v prostem prostoru, satelit
Optično shranjevanje podatkov	Kompaktni disk/DVD, laserski tiskalnik
Spektroskopija	Prepoznavanje snovi
Holografija	Zabava, shranjevanje podatkov
Zabava	Laserske predstave, laserski kazalci

2.3 Običajni viri

Dodatek D Priročnika vsebuje izračunane zgled nekatereh umetnih virov optičnega sevanja, ki so lahko običajni na številnih delovnih mestih, na primer v trgovinah in pisarnah. Za vsako vrsto vira, ki je bil obravnavan, zaradi neštetih primerov različnih zasnov opreme na tržišču ni mogoče ustvariti izčrpnega seznama, ki bi vseboval vse obstoječe vire optičnega sevanja in njihovo uporabo. Razlike v, na primer, ukrivljenosti reflektorja, debelini steklenega pokrova ali izdelovalcu fluorescenčnih sijalk imajo lahko znaten vpliv na optično sevanje, ki ga proizvaja vir. Zato je vsak primer, strogo gledano, edinstven za določeno vrsto in model preučene vira.

Vendar če izračunani zgled kaže, da:

- je določen vir odgovoren za izpostavljenost, ki predstavlja le majhen del ($\approx < 20\%$) mejnih vrednosti izpostavljenosti, ali
- vir proizvaja izpostavljenosti, ki presegajo mejne vrednosti, vendar le v primerih, ki so izredno malo verjetni,

se lahko za normalno izpostavljenost tem vrstam virov šteje, da predstavlja običajno tveganje za zdravje, tj. vir se lahko šteje za „varen“.

Spodnje tabele predstavljajo te običajne vrste virov v dveh skupinah:

- običajni (tj. zaradi zanemarljivih dostopnih emisij);
- nenevarni pri normalni uporabi (tj. morebitna čezmerna izpostavljenost se pojavi samo v neobičajnih okoliščinah).

Če so na delovnem mestu prisotni samo viri, navedeni v teh tabelah, in se uporabljajo samo v opisanih okoliščinah, se lahko šteje, da ni potrebna nadaljnja ocena tveganja. Če ti pogoji niso izpolnjeni, mora oseba, odgovorna za varnost, preučiti informacije iz preostanka Priročnika: na voljo so tudi izčrpni dodatki, ki vsebujejo podrobnejše informacije.

Viri, za katere je verjetno, da bodo proizvajali le zanemarljivo izpostavljenost, in se lahko štejejo za „varne“

Stropne fluorescenčne sijalke z difuzorji
Računalniški ali podobni slikovni zasloni
Kompaktne stropne fluorescenčne sijalke
Kompaktni fluorescenčni žarometi
UVA pasti za mrčes
Stropni volframovi halogenski reflektorji
Namenska razsvetljava z volframovo sijalko (vključno z žarnicami z dnevnim spektrom svetlobe)
Stropne volframeve sijalke
Fotokopirni stroji
Oprema za predstavitve z interaktivno tablo
Indikacijske LED diode
Dlančniki
Smerne utripalke, zavorne in vzvratne luči ter žarometi za meglo
Fotografske bliskavice
Stropna plinska sevala
Cestna razsvetljava

Viri, za katere ni verjetno, da bodo v posebnih okoliščinah predstavljali tveganje za zdravje

Vir	Okoliščine za varno uporabo
Stropne fluorescenčne sijalke brez difuzorjev	Varno pri normalnih ravneh delovne osvetlitve (≈ 600 luksov)
Metalhalogeni/visokotlačni živosrebrni reflektorji	Varno, če sprednje zaščitno steklo ni poškodovano in če ni v vidnem polju
Namizni projektorji	Varno, če se ne gleda neposredno v žarek
Nizkotlačna črna UVA sijalka	Varno, če ni v vidnem polju
Katera koli laserska naprava „razreda 1“ (do EN 60825-1)	Varno, če zaščitna stekla niso poškodovana. Lahko nevarno, če so zaščitna stekla odstranjena
Kateri koli izdelek iz „izvzete skupine“ (do EN 62471)	Varno, če ni v vidnem polju. Lahko nevarno, če so zaščitna stekla odstranjena
Žarometi za motorna vozila	Varno, če se ne gleda neposredno v podaljšani žarek svetlobe

3. Vplivi na zdravje zaradi izpostavljenosti optičnemu sevanju

Optično sevanje absorbirajo zunanje plasti telesa, zato so biološki vplivi sevanja večinoma omejeni na kožo in oči, lahko pa se pojavijo tudi sistemski učinki. Različne valovne dolžine povzročajo različne vplive, odvisno od tega, kateri del kože ali oči absorbira sevanje, in od vrste vzajemnega delovanja: fotokemični vplivi prevladujejo v ultravijoličnem, toplotni vplivi pa v infrardečem območju. Lasersko sevanje ima lahko dodatne vplive, za katere je značilno, da tkivo zelo hitro absorbira energijo, kar je zlasti nevarno za oči, ker lahko leča fokusira žarek.

Biološke vplive je mogoče v grobem razdeliti na akutne (se hitro pojavijo) in kronične (pojavijo se zaradi daljše in ponavljajoče se izpostavljenosti v dolgem časovnem obdobju). Na splošno se akutni učinki pojavijo le, če izpostavljenost preseže vrednost praga, ki pa se običajno razlikuje od osebe do osebe. Večina mejnih vrednosti izpostavljenosti temelji na raziskavah pragov za akutne učinke in izhaja iz statistične obdelave teh pragov. Zato

se prekoračitev mejne vrednosti izpostavljenosti ne bo nujno odražala v škodljivih vplivih na zdravje. Tveganje škodljivih vplivov na zdravje se poveša, ko se raven izpostavljenosti zviša nad mejno vrednost izpostavljenosti. Večina vplivov, opisanih v nadaljevanju, bo pri zdravem odraslem aktivnem prebivalstvu nastopila na ravneh, znatno višjih od mejnih vrednosti, določenih v Direktivi. Vendar lahko oseba, ki je posebno občutljiva na svetlobo, utрпи škodljive učinke pri ravneh, nižjih od mejnih vrednosti izpostavljenosti.

Kronični učinki pogosto nimajo praga, pod katerim se ne bodo pojavili. Zato tveganja za pojav teh učinkov ni možno zmanjšati na nič. Tveganje je možno zmanjšati – z zmanjšanjem izpostavljenosti – in upoštevanje mejnih vrednosti izpostavljenosti bi moralo zmanjšati tveganje zaradi izpostavljenosti umetnim virom optičnega sevanja na ravni, nižje od tistih, ki jih je družba sprejela za izpostavljenost naravno prisotnemu optičnemu sevanju.

Valovna dolžina (nm)		Oči	Koža
100–280	UVC	Vnetje roženice Vnetje očesne mrežnice	Eritem Kožni rak
280–315	UVB	Vnetje roženice Vnetje očesne mrežnice Očesna mrena	Eritem Elastoza (fotostaranje) Kožni rak
315–400	UVA	Vnetje roženice Vnetje očesne mrežnice Očesna mrena Poškodba mrežnice	Eritem Elastoza (fotostaranje) Takojsnje temnenje pigmenta Kožni rak
380–780	Vidna svetloba	Poškodba mrežnice (nevarnost modre svetlobe) Opekline mrežnice	Opekline
780–1 400	IRA	Očesna mrena Opekline mrežnice	Opekline
1 400–3 000	IRB	Očesna mrena	Opekline
3 000–10 ⁶	IRC	Opekline roženice	Opekline

4. Zahteve Direktive o umetnem optičnem sevanju

Celotno besedilo Direktive je vključeno v Dodatek L tega priročnika. To poglavje vsebuje povzetek ključnih zahtev.

Direktiva določa **minimalne** zahteve za varovanje delavcev pred tveganji za njihovo varnost in zdravje, ki izhajajo ali bi lahko izhajala iz izpostavljenosti umetnim optičnim sevanjem med njihovim delom. Zato lahko države članice uvedejo, ali pa že imajo vzpostavljene, strožje zahteve.

4.1 Člen 4 – Ugotavljanje izpostavljenosti in ocena tveganj

Glavni poudarek Direktive je, da bi delodajalci morali zagotoviti, da delavci niso izpostavljeni ravnam umetnega

optičnega sevanja, ki presegajo mejne vrednosti izpostavljenosti, navedene v prilogah k Direktivi. Delodajalci lahko to dokažejo s pomočjo informacij, podprtih z viri, s splošno oceno, ki so jo izvedli sami ali kdo drug, teoretično oceno ali z izvajanjem meritev. Direktiva ne določa metodologije, zato se mora delodajalec sam odločiti, kako bo dosegel ta ključni cilj. Delodajalca usmerja k obstoječim objavljenim standardom in, kjer ti niso primerni, k „razpoložljivim nacionalnim ali mednarodnim znanstveno utemeljenim smernicam“.

Številne zahteve Direktive so podobne zahtevam Direktive 89/391/EGS, zato delodajalec, ki že izpolnjuje zahteve slednje direktive, verjetno ne bo imel veliko dodatnega dela za usklajitev s to Direktivo. Vendar mora biti delodajalec pri ocenjevanju pozoren zlasti na naslednje (člen 4(3)):

Upoštevati je treba	Opomba
a) raven, razpon valovnih dolžin in trajanje izpostavljenosti umetnim virom optičnih sevanj;	To so temeljne informacije o preučeni scenarijih. Če je raven izpostavljenosti bistveno nižja od mejne vrednosti izpostavljenosti, ki bi veljala za cel delovni dan (za katerega se predvideva, da traja 8 ur), ni potrebna nadaljnja ocena, razen če je vzrok za zaskrbljenost izpostavljenost več virom. Glej h).
b) mejne vrednosti izpostavljenosti iz člena 3 Direktive;	S pomočjo informacij iz točke a) bi morale biti mogoče opredeliti dovoljene mejne vrednosti izpostavljenosti.
c) kakršne koli vplive na zdravje in varnost delavcev iz posebej ogroženih skupin delavcev;	Predlagan je reaktiven in ne proaktiven pristop. Morda nekateri delavci na primer vedo, da so posebej občutljivi na utripajoče luči. Delodajalec bi moral v takem primeru razmisliti o uvedbi sprememb delovne aktivnosti.
d) kakršne koli možne vplive na zdravje in varnost delavcev, ki so posledica medsebojnega vpliva optičnih sevanj in na svetlobo občutljivih kemičnih snovi na delovnem mestu;	Predlaga se, da delodajalci zlasti preučijo možnost preobčutljivosti na svetlobo zaradi kemičnih snovi na delovnem mestu. Vendar, kot v točki c), se bo delodajalec morda moral odzvati na težave, na katere so opozorili delavci v primerih, ko občutljivost na svetlobo povzročajo kemične snovi, ki se uporabljajo izven delovnega mesta.
e) vse posredne vplive, kot so začasna oslepitev, eksplozija ali ogenj;	Izpostavljenost oči močni razsvetljavi lahko predstavlja težavo pri nekaterih delovnih praksah. Običajni neželeni učinki bi morali zagotavljati raven zaščite na ravneh izpostavljenosti pod mejno vrednostjo izpostavljenosti. Vendar pa mora delodajalec preučiti vire umetnega optičnega sevanja, ki lahko povzročijo motnje, zaslepitev, blesk in optične iluzije v primerih, ko lahko takšna izpostavljenost ogrozi varnost delavca ali drugih. Optično sevanje iz nekaterih virov umetnega optičnega sevanja lahko povzroči eksplozijo ali požar. To je zlasti pomembno pri laserjih razreda 4, prav tako pa je to treba upoštevati pri drugih virih, zlasti, če so prisotni vnetljivi ali eksplozivni dejavniki.

f) obstoj nadomestne opreme, načrtovane za zmanjšanje ravni izpostavljenosti umetnim optičnim sevanjem;	Predlaga se, da se oprema upošteva v primerih, ko je mogoča izpostavljenost delavcev umetnemu optičnemu sevanju nad mejno vrednostjo izpostavljenosti.
g) ustrezne informacije, pridobljene z zdravstvenim nadzorom, vključno z objavljenimi informacijami, kolikor je mogoče;	Te informacije se lahko pridobijo v okviru organizacije delodajalca, skupin, ki zastopajo industrijo, ali mednarodnih organizacij, kot sta Svetovna zdravstvena organizacija in Mednarodna komisija za zaščito pred neionizirajočim sevanjem.
h) izpostavljenost mnogovrstnim virom optičnih sevanj;	S pomočjo pridobljenih informacij iz točk a) in b) se lahko določi delež mejne vrednosti izpostavljenosti, ki ga bo proizvedel vsak vir umetnega optičnega sevanja. Poenostavljen pristop je, da se to upošteva pri številu virov, ki so jim delavci morda izpostavljeni, in sešteje deleže. Če je vsota nižja od ena, mejne vrednosti izpostavljenosti verjetno ne bodo presežene. Če je vsota višja od ena, je potrebna podrobnejša ocena.
i) opredelitev, ki se uporablja za laser v skladu z ustreznim standardom Cenelec, in vsako podobno opredelitev v zvezi s katerimi koli umetnimi viri, ki bi lahko povzročili podobno poškodbo kot laser razreda 3B ali 4;	Laserski izdelki razreda 3B in 4 oddajajo dostopno lasersko sevanje, zaradi katerega bi lahko bile presežene mejne vrednosti izpostavljenosti. V določenih okoliščinah bi bilo treba oceniti tudi laserje nižjega razreda nevarnosti. EN 62471 razvršča vire nelaserskega umetnega optičnega sevanja v drugačno shemo razvrščanja. Naprave iz skupine nevarnosti 3 bi bilo treba oceniti, vendar bi bilo treba preučiti tudi verjetne scenarije izpostavljenosti za nižje skupine nevarnosti.
j) podatke o virih optičnih sevanj in z njimi povezani delovni opremi, ki jih zagotovijo proizvajalci delovne opreme v skladu z ustreznimi direktivami Skupnosti.	Delodajalci bi morali od proizvajalcev in dobaviteljev virov in izdelkov umetnega optičnega sevanja zahtevati ustrezne informacije in tako zagotoviti, da lahko izvedejo oceno, ki jo zahteva Direktiva. Predlaga se, da bi dostopnost takih informacij predstavljala podlago za politiko javnih naročil.

4.2 Člen 5 – Določbe za preprečevanje ali zmanjšanje tveganja

Treba je priznati, da lahko, ravno nasprotno kot pri številnih drugih nevarnostih, zmanjšanje ravni umetnega optičnega sevanja pod določeno raven dejansko poveča tveganje poškodbe. Očiten primer je razsvetljava območja. Indikacijske lučke in signali morajo oddajati ustrezno raven optičnega sevanja, da ustrezajo svojemu namenu. Zato se člen 5 osredotoča na preprečevanje ali zmanjšanje tveganja. Uporabljeni pristop je podoben kot v Direktivi 89/391/EGS in ta načela so podrobneje obravnavana v poglavju 9 tega priročnika.

4.3 Člen 6 – Obveščanje in usposabljanje delavcev

Zahteve člena 6 so podobne tistim iz Direktive 89/391/EGS. Pomembno je, da so tveganja opredeljena. Delavci se morajo zavedati, da številni viri umetnega optičnega sevanja na delovnem mestu ne predstavljajo tveganja za njihovo zdravje in da bodo številni prispevali k njihovi blaginji. Vendar pa je v primerih, ko so bila tveganja opredeljena, treba zagotoviti ustrezne informacije in usposabljanje. To je podrobneje obravnavano v poglavju 9.

4.4 Člen 7 – Posvetovanje z delavci in njihovo sodelovanje

Ta člen se nanaša na zahteve v skladu z Direktivo 89/391/EGS.

4.5 Člen 8 – Zdravstveni nadzor

Člen 8 gradi na zahtevah Direktive 89/391/EGS. Številne podrobnosti bodo verjetno odvisne od vzpostavljenih sistemov v državah članicah. Nekatere smernice o zdravstvenem nadzoru so navedene v poglavju 11 tega priročnika.

4.6 Povzetek

Številne zahteve Direktive so že vsebovane v drugih direktivah, zlasti v Direktivi 89/391/EGS (glej Dodatek E). Posebne smernice o izpolnjevanju členov Direktive so navedene v poglavjih tega priročnika.

5. Uporaba mejnih vrednosti izpostavljenosti

Prilogi I in II Direktive določata mejne vrednosti izpostavljenosti za nekoherentno optično sevanje oziroma lasersko sevanje. Te mejne vrednosti izpostavljenosti upoštevajo biološko učinkovitost optičnega sevanja pri povzročanju škode na različnih valovnih dolžinah, trajanje izpostavljenosti optičnemu sevanju in ciljno tkivo. Mejne vrednosti izpostavljenosti temeljijo na smernicah, ki jih je izdala Mednarodna komisija za zaščito pred neionizirajočim sevanjem (ICNIRP). Dodatne informacije o utemeljitvi mejnih vrednosti izpostavljenosti so v smernicah, ki so na voljo na <http://www.icnirp.org> (glej Viri). Treba je omeniti, da lahko ICNIRP spremeni te smernice: če se to zgodi, se lahko posledično spremenijo mejne vrednosti izpostavljenosti v Direktivi.

Podobne, vendar ne enake, mejne vrednosti izpostavljenosti je objavila tudi Ameriška konferenca vladnih industrijskih higienikov (ACGIH).

Pred izbiro prave mejne vrednosti izpostavljenosti je treba poznati razpon valovnih dolžin optičnega sevanja. Treba je omeniti, da se lahko za določen razpon valovnih dolžin uporablja več mejnih vrednosti izpostavljenosti. Mejne vrednosti izpostavljenosti za lasersko sevanje je na splošno lažje določiti, saj je emisija na eni valovni dolžini. Pri laserskih izdelkih, ki oddajajo lasersko sevanje na več valovnih dolžinah, ali scenarijih izpostavljenosti z več viri je treba upoštevati skupne učinke.

Celotna analiza izpostavljenosti delavcev in primerjava z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti sta lahko zahtevni in lahko presegata področje uporabe tega priročnika. Spodnje informacije so namenjene usmerjanju delodajalcev pri odločanju glede dodatne pomoči.

5.1 Mejne vrednosti izpostavljenosti laserju

Shema razvrščanja laserjev (glej poglavje 8.1.1) uporabnikom zagotavlja smernice o razsežnosti nevarnosti

laserskega žarka – kot je ocenjeno pod posebnimi merilnimi pogoji. Laserski izdelki razreda 1 so varni za običajno uporabo in ni potrebna nadaljnja ocena. Ocena pa je potrebna, ko se na izdelku razreda 1 izvajajo vzdrževalna dela ali servisiranje, če ta izdelek vsebuje vgrajeni laser višjega razreda. Razen če so posredovane informacije o nasprotnem, morajo delodajalci predvidevati, da laserski žarki laserjev razreda 3B in razreda 4 predstavljajo nevarnost poškodbe oči. Laserji razreda 4 predstavljajo tudi nevarnost poškodbe kože.

Če se uporabljajo laserji razreda 3B in razreda 4, bi morala biti imenovana pristojna oseba, kot je uradnik za lasersko varnost.

Laserski izdelek je uvrščen v razred 2, če mejna vrednost izpostavljenosti za nenamerno izpostavljenost, ki traja najmanj 0,25 s, ni presežena. Če uporaba izdelka pomeni, da bodo oči delavca verjetno večkrat izpostavljene laserskemu žarku, je treba izvesti podrobnejšo oceno in ugotoviti, ali obstaja verjetnost, da bo mejna vrednost izpostavljenosti presežena.

Laserje razreda 1M, razreda 2M in razreda 3R je treba oceniti za določitev verjetnih scenarijev izpostavljenosti.

Mejne vrednosti izpostavljenosti za lasersko sevanje so navedene v Prilogi II Direktive, ki je predstavljena v Dodatku L tega priročnika. Mejne vrednosti izpostavljenosti so izražene z obsevanjem (vati na kvadratni meter, $W m^{-2}$) ali izpostavljenostjo sevanju (džuli na kvadratni meter, $J m^{-2}$).

Obsevanje ali izpostavljenost sevanju zaradi laserskega žarka se izračuna na podlagi povprečja za odprtino, imenovano mejna odprtina, kot je določeno v tabelah 2.2, 2.3 in 2.4 Priloge II k Direktivi.

Za uporabo prave tabele z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti laserju:

Izpostavljenost oči – kratek čas (< 10 s) – tabela 2.2

Izpostavljenost oči – 10 s ali več – tabela 2.3

Izpostavljenost kože – tabela 2.4

Odločitev glede časa izpostavljenosti je odvisna od tega, ali je izpostavljenost nenamerna ali namerna. Pri nenamerni izpostavljenosti se na splošno predpostavlja, da je

za laserske žarke od 400 do 700 nm čas 0,25 s in 10 do 100 s za vse druge valovne dolžine, če so izpostavljeni organi oči. Če je izpostavljena samo koža, je razumno uporabiti 10 ali 100 s za vse valovne dolžine.

Za ta trajanja izpostavljenosti je mogoče izračunati največjo moč skozi navedeno odprtino, preden je presežena mejna vrednost izpostavljenosti. Rezultati takšnega izračuna za izpostavljenost oči nemoduliranemu valu laserskega žarka z majhnim virom so predstavljeni v nadaljevanju.

Valovna dolžina (nm)	Mejna odprtina (nm)	Trajanje izpostavljenosti (s)	Mejna vrednost izpostavljenosti (W m^{-2})	Največja moč skozi odprtino (W)	Največja moč skozi odprtino (mW)
180 do 302,5	1	10	3,0	0,0000024	0,0024
$\geq 302,5$ do 315	1	10	3,16 do 1 000	0,0000025 do 0,00079	0,0025 do 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 do 400	1	10	1 000	0,00079	0,79
≥ 400 do 450	7	0,25	25,4	0,00098	0,98
≥ 450 do 500	7	0,25	25,4	0,00098	0,98
≥ 500 do 700	7	0,25	25,4	0,00098	0,98
≥ 700 do 1 050	7	10	10 do 50	0,00039 do 0,0019	0,39 do 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
$\geq 1 050$ do 1 400	7	10	50 do 400	0,0019 do 0,015	1,9 do 15
$\geq 1 050$ do 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
$\geq 1 200$ do 1 400	7	10	400	0,015	15
$\geq 1 400$ do 1 500	3,5	10	1 000	0,0096	9,6
$\geq 1 500$ do 1 800	3,5	10	1 000	0,0096	9,6
$\geq 1 800$ do 2 600	3,5	10	1 000	0,0096	9,6
$\geq 2 600$ do 10^5	3,5	10	1 000	0,0096	9,6
$\geq 10^5$ do 10^6	11	10	1 000	0,095	95

Dodatne smernice o oceni mejnih vrednosti izpostavljenosti so na voljo v IEC TR 60825-14. Treba je opozoriti, da dokument uporablja izraz največja dovoljena izpostavljenost namesto mejna vrednost izpostavljenosti.

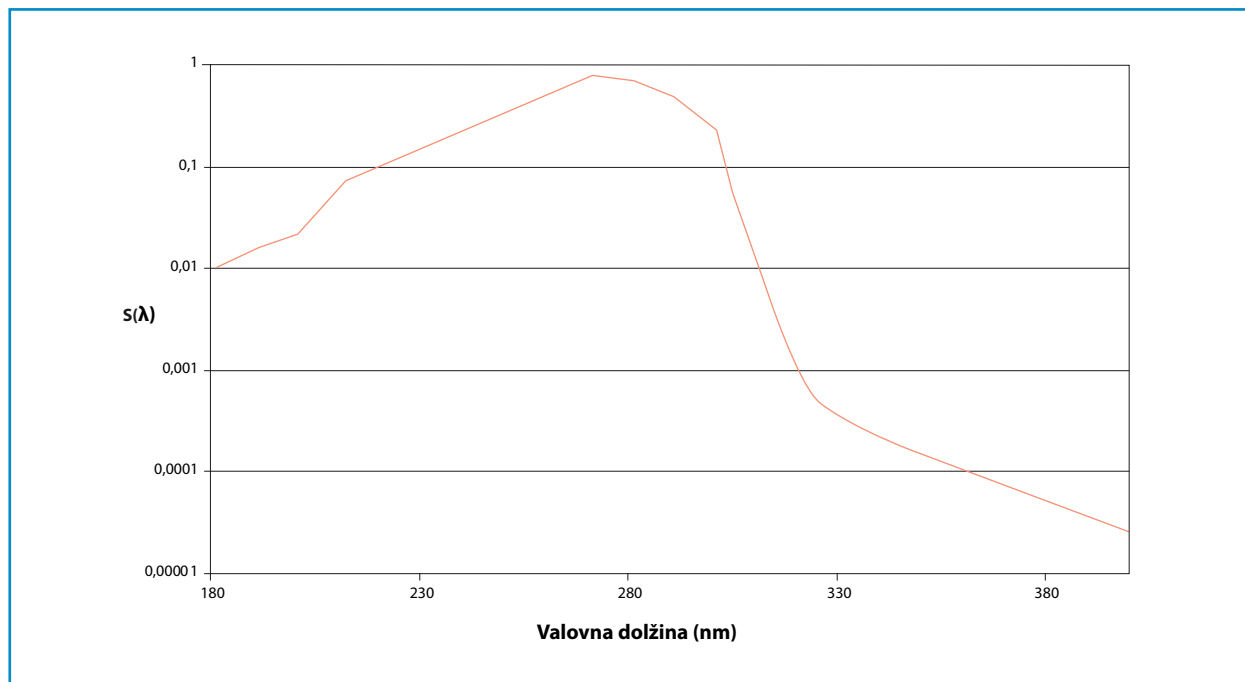
5.2 Nekoherentno optično sevanje

Uporaba mejnih vrednosti izpostavljenosti za nekoherentno optično sevanje je na splošno bolj zahtevna kot za lasersko sevanje, in sicer zato, ker je delavec potencialno izpostavljen več valovnim dolžinam namesto eni sami valovni dolžini. Vendar je mogoče ustvariti številne

poenostavljene domneve za najhujše možne scenarije in ugotoviti, ali je potrebna podrobnejša ocena.

Trije brezdimenzijski modifikacijski faktorji so navedeni v tabelah 1.2 in 1.3 Priloge I k Direktivi. Funkcija ponderiranja $S(\lambda)$ velja za 180 do 400 nm in se uporablja za spreminjanje podatkov spektralnega obsevanja ali spektralne izpostavljenosti sevanju ter upošteva škodljive zdravstvene učinke na oči in kožo v odvisnosti od valovne dolžine. Če je uporabljena funkcija ponderiranja, se podatki običajno navajajo z izrazi, kot je **efektivna** obsevanost ali **efektivna** izpostavljenost sevanju.

Slika 5.1 – Funkcija ponderiranja $S(\lambda)$



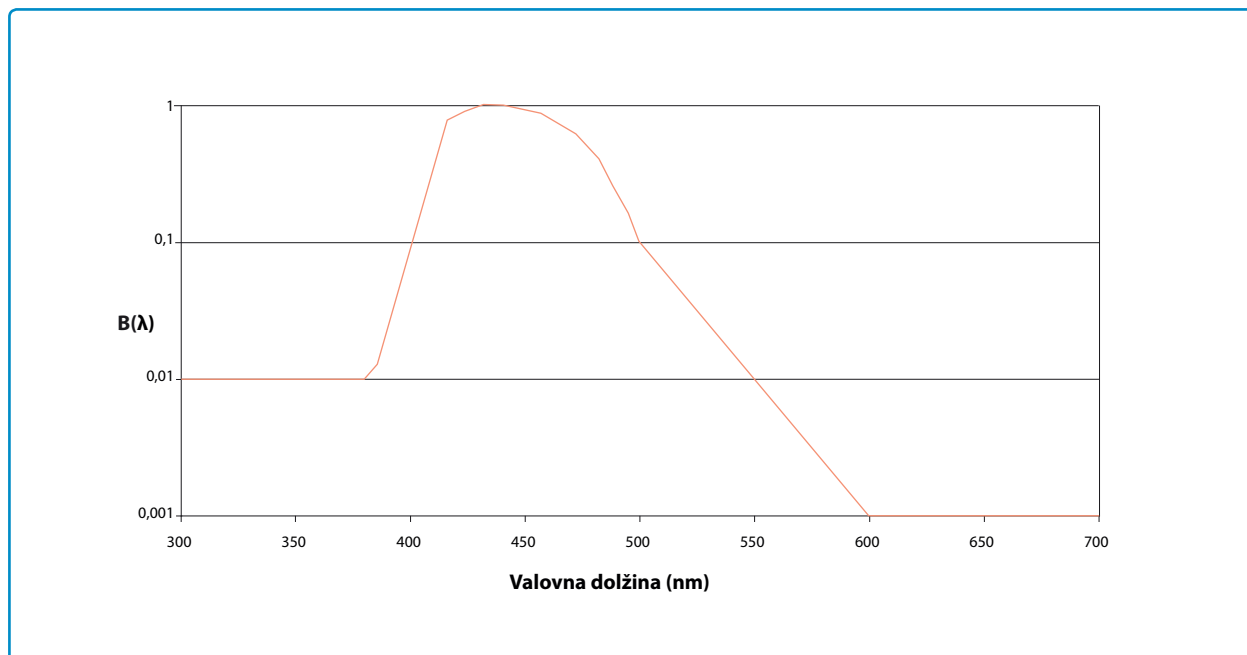
Najvišja vrednost za $S(\lambda)$ je 1,0 pri 270 nm. Enostaven pristop je predvidevanje, da so vse emisije med 180 in 400 nm pri 270 nm (ker ima funkcija $S(\lambda)$ najvišjo vrednost 1, je to enako, kot če se funkcija enostavno ne upošteva). Ker je mejna vrednost izpostavljenosti izražena v izpostavljenosti sevanju ($\text{J}\cdot\text{m}^{-2}$), je pod pogojem, da je obsevanost vira znana, mogoče uporabiti spodnjo tabelo, da se ugotovi, kako dolgo je lahko delavec največ

izpostavljen sevanju, da sevanje ne preseže mejne vrednosti izpostavljenosti, ki je $30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$.

Če ta čas, ob predpostavki, da so vse emisije pri 270 nm, ni presežen, ni potrebna nadaljnja ocena. Če je mejna vrednost izpostavljenosti presežena, je potrebna podrobnejša spektralna ocena.

Trajanje izpostavljenosti za 8-urni delovnik	Obsevanost (efektivna) – W m^{-2}
8 ur	0,001
4 ure	0,002
2 uri	0,004
1 ura	0,008
30 minut	0,017
15 minut	0,033
10 minut	0,05
5 minut	0,1
1 minuta	0,5
30 sekund	1,0
10 sekund	3,0
1 sekunda	30
0,5 sekunde	60
0,1 sekunde	300

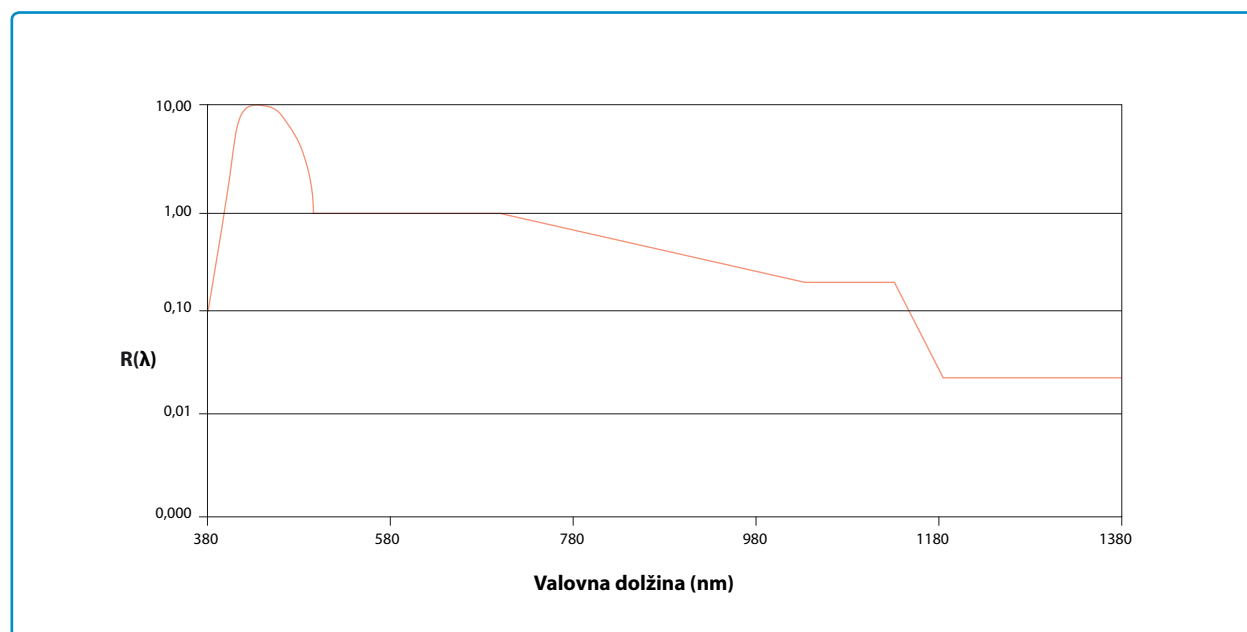
Faktor $B(\lambda)$ se uporabi med 300 in 700 nm, da se upošteva odvisnost fotokemičnih poškodb oči od valovne dolžine. Odvisnost od valovne dolžine je prikazana spodaj.

Slika 5.2 – Funkcija ponderiranja $B(\lambda)$ 

Najvišji faktor ponderiranja je 1,0 med 435 in 440 nm. Če mejna vrednost izpostavljenosti, ob predpostavki, da so vse emisije med 300 in 700 nm približno 440 nm (ker ima funkcija $B(\lambda)$ najvišjo vrednost 1, je to enako, kot če

se funkcija enostavno ne upošteva), ni presežena, ne bo presežena tudi po podrobnejši oceni.

Faktor ponderiranja $R(\lambda)$ je opredeljen med 380 in 1 400 nm in je prikazan spodaj.

Slika 5.3 – Funkcija ponderiranja $R(\lambda)$ 

Najvišja vrednost $R(\lambda)$ je med 435 in 440 nm. Če mejna vrednost izpostavljenosti, ob predpostavki, da so vse emisije med 380 in 1 400 nm približno 440 nm (ker ima

funkcija $R(\lambda)$ najvišjo vrednost 10, je to enako, kot če vse neutežene vrednosti enostavno pomnožimo z 10), ni presežena, ne bo presežena tudi po podrobnejši oceni.

Tabela 1.1 Priloge I k Direktivi določa mejne vrednosti izpostavljenosti za različne valovne dolžine. V nekaterih območjih valovne dolžine bo veljala več kot ena mejna vrednost izpostavljenosti. Nobena od ustreznih mejnih vrednosti izpostavljenosti ne sme biti presežena.

5.3 Viri

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 400 nm and 1.4 μm . *Health Physics* 79 (4): 431–440; 2000.

Guidelines on Limits of Exposure to Broad-Band Incoherent Optical Radiation (0.38 to 3 μm). *Health Physics* 73 (3): 539–554; 1997.

Guidelines on UV Radiation Exposure Limits. *Health Physics* 71 (6): 978; 1996.

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

6. Ocena tveganja v okviru Direktive

Ocena tveganja je splošna zahteva Direktive 89/391/EGS. Tukaj predstavljeni pristop temelji na postopnem pristopu Evropske agencije za varnost in zdravje pri delu k oceni tveganja.

Postopen pristop k oceni tveganja

- Korak 1. Opredelitev nevarnosti in oseb, ki so ogrožene
- Korak 2. Ocena in prednostno razvrščanje tveganj
- Korak 3. Odločanje o preprečevalnih ukrepih
- Korak 4. Ukrepanje
- Korak 5. Spremljanje in pregledovanje

Pri celotni oceni tveganja je treba upoštevati vse nevarnosti, povezane z delovno aktivnostjo. Vendar je za namene Direktive tukaj obravnavana samo nevarnost optičnega sevanja. Za nekatere uporabe bo proizvajalec predložil ustrezne informacije za sklepanje, da je tveganje ustrezno obvladovano. Zato ni treba, da je postopek ocene tveganja zelo zahteven. Ocene tveganja za običajne vire ni treba zabeležiti, razen če to zahteva nacionalna zakonodaja, Delodajalci pa se lahko odločijo, da jih bodo zabeležili in dokazali, da je bila ocena izvedena.

6.1 Korak 1. Opredelitev nevarnosti in oseb, ki so ogrožene

Treba je opredeliti vse vire optičnega sevanja. Nekateri viri so že obvladovani znotraj opreme, tako da ob normalni uporabi izpostavljenost delavca ni mogoča. Treba pa je preučiti, kako so lahko delavci izpostavljeni skozi celotno življenjsko dobo vira. Če delavci proizvajajo izdelke z virom optičnega sevanja, so lahko v večji nevarnosti kot uporabniki. Običajni življenjski cikel izdelka z virom optičnega sevanja je povzet, kot sledi.	Življenjski cikel izdelka 1. Proizvodnja 2. Preskušanje 3. Namestitev 4. Načrtovanje in oblikovanje 5. Začetek obratovanja 6. Normalno delovanje 7. Nepravilnosti delovanja 8. Rutinsko vzdrževanje 9. Servisiranje 10. Izboljšava 11. Odstranitev
--	---

Do izpostavljenosti optičnemu sevanju običajno pride med delovanjem izdelka. Koraki 1 do 3 se lahko izvajajo v prostorih drugega delodajalca. Koraki 4 do 10 se običajno izvajajo na običajnem delovnem mestu. Treba je tudi omeniti, da so nekatere faze življenjskega cikla dejansko ciklične. Na primer, del delovne opreme je morda treba rutinsko vzdrževati vsak teden, servisiranje pa se lahko opravi vsakih šest mesecev. Stopnja začetka obratovanja je lahko potrebna po vsakem servisiranju. Drugače je del delovne opreme v fazi „normalnega delovanja“.

Delodajalec mora preučiti, katere skupine zaposlenih ali izvajalcev bodo verjetno izpostavljene optičnemu sevanju v vsaki fazi življenjskega cikla.

Korak 1

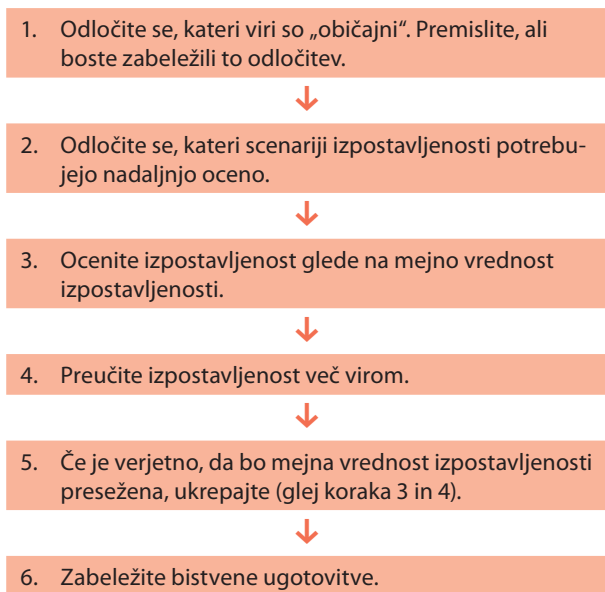
Zabeležite vse verjetne vire izpostavljenosti optičnemu sevanju in preučite, kdo bi lahko bil izpostavljen.

6.2 Korak 2. Ocena in prednostno razvrščanje tveganj

Direktiva zahteva, da so izpostavljenosti delavcev optičnemu sevanju pod mejnimi vrednostmi izpostavljenosti iz priloge I in II k Direktivi. Številni viri optičnega sevanja na delovnem mestu so običajni. Dodatek D tega priložnika zagotavlja smernice za nekatere posebne uporabe. Pri presoji o tem, ali je vir običajen, je treba upoštevati tudi, kakšnemu številu virov bo delavec verjetno izpostavljen. Če znaša izpostavljenost na lokaciji delavca za en sam vir manj kot 20 % mejne vrednosti izpostavljenosti za cel delovni dan, se vir lahko šteje za običajnega. Če pa je takšnih virov 10, bi morala biti izpostavljenost vsakemu od virov nižja od 2 % mejne vrednosti izpostavljenosti, da bi se lahko štela za običajno.

Pomembno je poudariti, da Direktiva zahteva odpravo ali zmanjšanje „tveganj“ na najnižjo možno raven. To ne pomeni nujno, da je treba količino optičnega sevanja zmanjšati na najnižjo možno raven. Jasno je, da bi ugasnitev vseh luči ogrozila varnost in povečala tveganje za poškodbo.

Pristop k ocenjevanju tveganja je naslednji:



Določanje tveganja izpostavljenosti, tj. kako verjetna je izpostavljenost, morda ne bo enostavno. Na delovnem mestu je lahko prisoten dobro kolimiran laserski žarek, tveganje zaradi izpostavljenosti laserskemu žarku pa je lahko majhno. Če pa pride do izpostavljenosti, so posledice lahko hude. Nasprotno je tveganje izpostavljenosti optičnemu sevanju zaradi številnih nekoherentnih umetnih virov visoko, posledice pa so lahko majhne.

Za večino delovnih mest zahteva za količinsko opredelitev tveganja izpostavljenosti, izven dodelitve visoke, srednje ali nizke verjetnosti „po zdravi pameti“, ni upravičena.



Direktiva ne opredeljuje izraza „verjetno“ v okviru „verjetno izpostavljen“. Zato zdrava pamet zadošča, razen če nacionalne zahteve navajajo drugače.

Korak 2
Premislite, ali boste zabeležili običajne vire.
Zabeležite vire, pri katerih obstaja tveganje za preoračitev mejne vrednosti izpostavljenosti.
Presodite tveganje.
Upoštevajte delavce, ki so posebno občutljivi na svetlobo.
Opredelite prednostne nadzorne ukrepe za vire, ki jim bodo delavci verjetno izpostavljeni nad mejno vrednostjo izpostavljenosti.

Čeprav se lahko z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti za ultravijolično sevanje določi največja obsevanost, ki ji je delavec lahko izpostavljen v delovnem dnevu, pa ponavljajoča se izpostavljenost vsak delovni dan ni ravno najboljša. Namesto da delo poteka pri vrednostih, ki segajo do mejne vrednosti izpostavljenosti, bi bilo treba premisliti o zmanjšanju izpostavljenosti ultravijoličnemu sevanju na razumno nizke vrednosti.

6.3 Korak 3. Odločanje o preprečevalnih ukrepih

Poglavje 9 tega priročnika zagotavlja smernice o nadzornih ukrepih, ki se lahko uporabljajo za zmanjšanje tveganja izpostavljenosti umetnemu optičnemu sevanju. Kolektivna varnost ima na splošno prednost pred osebno varnostjo.

Korak 3
Odločite se za ustrezne preprečevalne ukrepe.
Zabeležite utemeljitev odločitve.

6.4 Korak 4. Ukrepanje

Treba je izvajati preprečevalne ukrepe. S presojo o tveganju zaradi izpostavljenosti umetnemu optičnemu sevanju se določi, ali se lahko delo previdno nadaljuje, dokler niso vzpostavljeni preprečevalni ukrepi, ali pa bi se delo moralo ustaviti, dokler ukrepi ne bodo vzpostavljeni.

Korak 4
Odločite se, ali se delo lahko nadaljuje.
Izvedite preprečevalne ukrepe.
Delavce seznanim s podlago za preprečevalne ukrepe.

6.5 Korak 5. Spremljanje in pregledovanje

Treba je ugotoviti, ali je bila ocena tveganja učinkovita in ali so preprečevalni ukrepi ustrezni. Prav tako je treba pregledati oceno tveganja, če se viri umetnega optičnega sevanja spremenijo, ali pa se spremenijo delovne prakse.

Ni nujno, da delavci vedo, da so občutljivi na svetlobo, ali pa lahko razvijejo občutljivost na svetlobo po končani oceni tveganja. Treba je zabeležiti vse zahteve in, kjer je primerno, uporabiti zdravstveni nadzor (glej poglavje 11 tega priročnika). Morda bo treba zamenjati vir(e) umetnega optičnega sevanja ali kako drugače prilagoditi delovne prakse.

Korak 5

Odločite se za ustrezní interval rutinskega pregleda – morda 12 mesecev.

Poskrbite, da bodo pregledi izvedeni v primeru spremembe stanja, na primer, če se uvedejo novi viri, spremenijo delovne prakse ali zgodijo hude nezgode.

Zabeležite preglede in zaključke.

6.6 Viri

Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu:
<http://osha.europa.eu/sl/topics/riskassessment>

7. Merjenje optičnega sevanja

7.1 Zahteve iz Direktive

Merjenje optičnega sevanja se lahko izvede kot del postopka ocene tveganja. Direktiva določa zahteve glede ocene tveganja v členu 4. Navedeno je, da:

„... v primeru izpostavljenosti delavcev umetnim virom optičnih sevanj delodajalec oceni in po potrebi izmeri in/ali izračuna ravni izpostavljenosti optičnemu sevanju, ki so mu bili delavci izpostavljeni ...“

Ta trditev delodajalcu dovoljuje, da določi ravni izpostavljenosti delavca na drug način kot z merjenjem, tj. z izračunom (z uporabo podatkov, prejetih od tretje strani, kot je na primer proizvajalec).

Če je mogoče zbrati ustrezne podatke za oceno tveganja, merjenje ni potrebno. To je zaželeno stanje: merjenje optičnega sevanja na delovnem mestu je zahtevna naloga. Merilna oprema utegne biti razmeroma draga, uspešno pa jo lahko uporablja samo pristojna oseba. Neizkušen operater lahko hitro naredi napake, zaradi katerih bodo zbrani podatki netočni. Pogosto pa je treba za naloge na delovnem mestu, ki so predmet ocene tveganja, zbrati tudi podatke o času in gibanju.

7.2 Iskanje dodatne pomoči

Razen če je delodajalec pripravljen kupiti opremo za merjenje optičnega sevanja in jo zna uporabljati, bo potrebna pomoč. Potrebno opremo za merjenje se lahko

pridobi (kot tudi strokovno znanje in izkušnje za uporabo opreme) pri:

- nacionalnih zdravstvenih in varnostnih ustanovah,
- raziskovalnih ustanovah (na primer na univerzah z oddelkom za optiko),
- proizvajalcih optične merilne opreme (in morda njihovih zastopnikih),
- zasebnih strokovnih svetovalcih za zdravje in varnost.

Pri pristopu h kateremu od teh možnih virov pomoči je treba upoštevati, da morajo biti sposobni dokazati:

- poznavanje mejnih vrednosti izpostavljenosti in njihovo uporabo;
- opremo, s katero je mogoče izmeriti vsa interesna območja valovnih dolžin;
- izkušnje z uporabo opreme;
- metodo umerjanja opreme, ki jo je mogoče izslediti do kakšnega nacionalnega standarda;
- sposobnost za oceno negotovosti katere koli meritve, ki so jo opravili.

Če ta merila niso izpolnjena, je lahko opravljena ocena tveganja pomanjkljiva zaradi:

- uporabe napačnih mejnih vrednosti ali njihove napačne uporabe;
- nezmožnosti pridobiti podatke, ki se lahko primerjajo z vsemi veljavnimi mejnimi vrednostmi;
- velikih napak v numeričnih vrednostih podatkov;
- podatkov, ki jih ni mogoče primerjati z ustreznimi mejnimi vrednostmi za pridobitev nedvoumnega zaključka.

8. Uporaba podatkov proizvajalcev

Zaradi številnih virov, ki oddajajo optično sevanje, so tveganja, ki izhajajo iz njihove uporabe, zelo različna. Podatki, ki jih posredujejo proizvajalci opreme, ki oddaja optično sevanje, uporabnikom pomagajo pri ocenjevanju nevarnosti in določanju zahtevanih nadzornih ukrepov. Za izvedbo ocene tveganja je lahko zlasti uporabna varnostna razvrstitev laserskih in nelaserskih virov ter nevarnih razdalj.

8.1 Varnostna razvrstitev

Sheme razvrščanja laserskih in nelaserskih virov kažejo morebitno tveganje za škodljive vplive na zdravje. Ta tveganja lahko ali pa ne vodijo do škodljivih vplivov na zdravje, odvisno od pogojev uporabe, trajanja izpostavljenosti ali okolja. S pomočjo razvrstitve lahko uporabniki izberejo ustrezne nadzorne ukrepe in tako zmanjšajo ta tveganja.

8.1.1 Varnostna razvrstitev laserjev

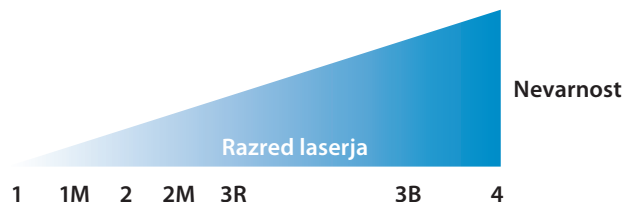
Razvrstitev laserjev temelji na konceptu dostopnih mejnih vrednosti emisij (AEL), ki so opredeljene za vsak razred laserjev. Dostopne mejne vrednosti emisij ne upoštevajo samo izhodne moči laserskega izdelka, temveč tudi človeški dostop do laserskih emisij. Laserji so razvrščeni v 7 razredov: višji ko je razred, večja je verjetnost, da bo povzročil škodo. Tveganje se lahko močno zmanjša z dodatnimi zaščitnimi ukrepi za uporabnika, vključno z dodatnim tehničnim nadzorom, kot so na primer pokrovi.

Koristno si je zapomniti

„M“ pri razredu 1M in razredu 2M izvira iz „Magnifying optical viewing instruments“ (povečevalni optični opazovalni instrumenti).

„R“ pri razredu 3R izvira iz „Reduced, or Relaxed, requirements“ (zmanjšane ali ublažene zahteve): zmanjšane zahteve za proizvajalca (npr. stikalo, ki se upravlja s pomočjo ključa, naprava za zaustavitev žarka ali attenuator in zaporni konektor niso zahtevani) in uporabnika.

„B“ pri razredu 3B ima zgodovinski izvor.



8.1.1.1 Razred 1

Laserski izdelki, za katere se šteje, da so med uporabo varni, tudi med dolgotrajnim gledanjem neposredno v žarek, celo ob uporabi optičnih opazovalnih instrumentov (lup ali daljnogledov). Uporabniki laserskih izdelkov razreda 1 so na splošno izvzeti iz preverjanja nevarnosti optičnega sevanja med normalnim delovanjem. Med vzdrževanjem ali servisom se lahko raven sevanja zviša.

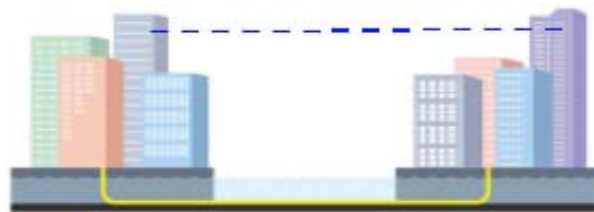


Ta razred vključuje izdelke, ki imajo zelo močne laserje s pokrovom, ki preprečuje izpostavljenost ljudi sevanju in ga ni mogoče odpreti brez predhodnega izklopa laserja, ali pa so za dostop do laserskega žarka potrebna orodja:

- laserski tiskalnik,
- predvajalniki in snemalniki zgoščenk in plošč DVD,
- laserji za predelavo materialov.

8.1.1.2 Razred 1M

Varno za gledanje s prostim očesom pod razumno predvidenimi pogoji delovanja, vendar je lahko nevarno, če uporabnik uporablja optiko (npr. lupe ali daljnogleda) za gledanje v žarek.



Primer: izklopljeni komunikacijski sistemi z optičnimi vlakni



Gledanje v žarek pri vidnih laserskih izdelkih razreda 1 in 1M lahko še vedno povzroči zaslepitev, zlasti pri slabi svetlobi okolja.

8.1.1.3 Razred 2

Laserski izdelki, ki oddajajo vidno sevanje in so varni za trenutno izpostavljenost, tudi ob uporabi optičnih opazovalnih instrumentov, lahko pa so nevarni pri namernem gledanju v žarek. Laserski izdelki razreda 2 sami po sebi niso varni za oči, vendar se predvideva, da so naravni odzivi na gledanje v svetlobo, vključno s premikanjem glave in refleksom mežikanja, zadostna zaščita.



Primeri: čitalniki črtnih kod

8.1.1.4 Razred 2M

Laserski izdelki, ki oddajajo vidne laserske žarke in so varni samo za kratkotrajno izpostavljenost s prostim očesom; pri uporabi lup ali teleskopov lahko zaradi izpostavljenosti pride do poškodbe oči. Za zaščito oči običajno skrbijo odzivi na gledanje v svetlobo, vključno z refleksom mežikanja.



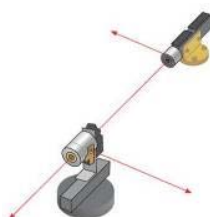
Primeri: nivelirji in instrumenti za uravnavanje za uporabo v gradbeništvu

8.1.1.5 Razred 3R

Neposredno gledanje v žarek je potencialno nevarno, vendar je v večini primerov pri kratki in nenamerni izpostavljenosti tveganje za poškodbo razmeroma nizko; za neusposobljene osebe pa je ob neprimerni uporabi lahko nevarno. Tveganje zaradi izpostavljenosti močni svetlobi je pri vidnem sevanju omejeno zaradi naravnega odziva na gledanje v svetlobo in odziva na segrevanje roženice zaradi dolgovalovnega infrardečega sevanja.

Laserji razreda 3R se uporabljajo samo, če neposredno gledanje v žarek ni verjetno.

Primeri: merilna oprema, laserski kazalci z veliko močjo, laserji za uravnavanje



Do odziva na gledanje v svetlobo ne pride vedno.



Gledanje v svetlobo, ki jo oddajajo laserski izdelki razreda 2, 2M ali z vidnim žarkom 3R lahko povzroči zaslepitev, zaslepitev zaradi bleska in optične iluzije, zlasti pri slabi svetlobi okolja. To ima lahko zaradi začasne motnje vida ali nenadnega strahu posreden splošni vpliv na varnost. Motnje vida so lahko posebej zaskrbljujoče pri izvajanju varnostno kritičnih dejavnosti, kot so delo s stroji ali na višini, delo z visoko napetostjo ali vožnja.

8.1.1.6 Razred 3B

Nevarno za oči, če je oseba izpostavljena neposrednemu žarku na nominalni razdalji, nevarni za oči (NOHD – glej 8.2.1). Gledanje



difuznih odbojev je običajno varno, pod pogojem, da so oči od difuzne površine oddaljene najmanj 13 cm in da je trajanje izpostavljenosti manj kot 10 s. Laserji razreda 3B, ki se bližajo zgornji meji za razred, lahko povzročijo manjše poškodbe kože ali celo predstavljajo nevarnost vžiga vnetljivih snovi.

Primeri: laserji za fizioterapevtsko zdravljenje; laboratorijska raziskovalna oprema

8.1.1.7 Razred 4

Laserski izdelki, pri katerih sta neposredno gledanje in izpostavljenost kože nevarna na nevni razdalji in pri katerih je gledanje difuznih odbojev lahko nevarno. Ti laserji pogosto predstavljajo tudi požarno nevarnost.

Primeri: laserski projekcijski zasloni, laserska kirurgija in laserji za rezanje kovin



Laserski izdelki razreda 3B in razreda 4 se ne bi smeli uporabljati pred izvedbo ocene tveganja, da se določijo zaščitni nadzorni ukrepi, potrebni za zagotovitev varnega delovanja.

Tabela 8.1 Povzetek zahtevanih kontrol za različne varnostne razrede laserjev

	Razred 1	Razred 1M	Razred 2	Razred 2M	Razred 3R	Razred 3B	Razred 4
Opis razreda nevarnosti	Varno pod razumno predvidenimi pogoji.	Varno za gledanje s prostim očesom; lahko nevarno, če uporabnik uporablja optiko.	Varno za kratkotrajno izpostavljenost; zaščito oči zagotovi odziv na gledanje v svetlobo.	Varno za gledanje s prostim očesom; lahko nevarno, če uporabnik uporablja optiko.	Tveganje poškodbe je razmeroma nizko, za neusposobljene osebe pa je ob neprimerni uporabi lahko nevarno.	Neposredno gledanje je nevarno.	Nevarno za oči in kožo; nevarnost požara.
Nadzorovano območje	Ni zahtevano.	Omejeno na posamezno območje ali ograjeno.	Ni zahtevano.	Omejeno na posamezno območje ali ograjeno.	Ograjeno.	Ograjeno in zaščiteno z zapornim sistemom.	Ograjeno in zaščiteno z zapornim sistemom.
Glavna kontrola	Ni zahtevana.	Ni zahtevana.	Ni zahtevana.	Ni zahtevana.	Ni zahtevana.	Zahtevana.	Zahtevana.
Usposabljanje	Za varno uporabo sledite navodilom proizvajalca.	Priporočeno.	Za varno uporabo sledite navodilom proizvajalca.	Priporočeno.	Zahtevano.	Zahtevano.	Zahtevano.
Osebna varovalna oprema	Ni zahtevana.	Ni zahtevana.	Ni zahtevana.	Ni zahtevana.	Lahko je zahtevana – odvisno od ugotovitev ocene tveganja.	Zahtevana.	Zahtevana.
Zaščitni ukrepi	Pri normalni uporabi niso potrebni.	Preprečite uporabo povečevalne, fokusirne in kolimacijske optike.	Ne strmite v žarek.	Ne strmite v žarek, preprečite uporabo povečevalne, fokusirne in kolimacijske optike.	Preprečite neposredno izpostavljenost oči.	Preprečite izpostavljenost oči in kože žarku. Zavarujte proti nenamernim odbojem.	Preprečite izpostavljenost oči in kože neposrednim in difuznim odbojem žarka.

Omejitve sheme razvrščanja laserjev

Varnostna razvrstitev laserjev se nanaša na dostopno lasersko sevanje – ta razvrstitev ne upošteva dodatnih nevarnosti, kot so električna, postranska sevanja, hlapi, hrup itd.

Varnostna razvrstitev laserjev se nanaša na normalno uporabo izdelka – morda ne velja za vzdrževanje ali servis, ali če je originalna naprava del bolj kompleksne naprave.

Varnostna razvrstitev laserjev se nanaša na en sam izdelek – ne velja za skupno izpostavljenost različnim virom.

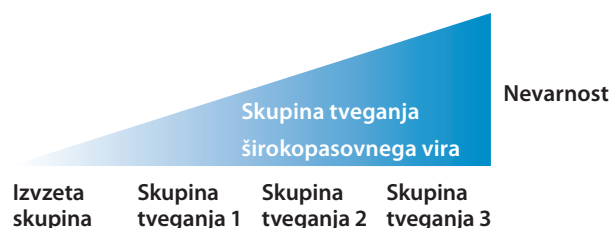
8.1.2 Varnostna razvrstitev nekoherentnih virov

Varnostna razvrstitev nekoherentnih (širokopasovnih) virov je opredeljena v EN 62471: 2008 in temelji na največji dostopni emisiji pri celotnem obsegu zmogljivosti izdelka med delovanjem kadar koli po izdelavi. Razvrstitev upošteva količino optičnega sevanja, porazdelitev valovnih dolžin in človeški dostop do optičnega sevanja. Širokopasovni viri so razdeljeni na 4 skupine tveganja: višja ko je skupina tveganja, večja je verjetnost, da bo vir povzročil škodo.

Razvrstitev navaja morebitno tveganje škodljivih vplivov na zdravje. Ta tveganja lahko ali pa ne vodijo do škodljivih vplivov na zdravje, odvisno od pogojev uporabe, trajanja izpostavljenosti ali okolja. S pomočjo razvrstitve lahko uporabnik izbere ustrezne nadzorne ukrepe za zmanjšanje tveganja.

V naraščajočem vrstnem redu tveganja je uporabljena naslednja razvrstitev skupin tveganja:

- izvzeta skupina – ni fotobiološke nevarnosti pod predvidenimi pogoji;
- skupina tveganja 1 – skupina z nizkim tveganjem, tveganje je pri izpostavljenosti omejeno z normalnimi vedenjskimi omejitvami;
- skupina tveganja 2 – skupina z zmernim tveganjem, tveganje je omejeno zaradi odziva na zelo močne svetlobne vire. Vendar pa se takšni refleksni odzivi ne pojavijo vedno;
- skupina tveganja 3 – skupina z visokim tveganjem, lahko predstavlja tveganje tudi pri trenutni ali kratkotrajni izpostavljenosti.



Znotraj vsake skupine tveganja so določena različna časovna merila za vsako nevarnost. Ta merila so bila izbrana tako, da ustrezne mejne vrednosti izpostavljenosti v izbranem času ne bodo presežene.

8.1.2.1 Izvzeta skupina

Nobeno tveganje zaradi neposrednega optičnega sevanja ni razumno predvideno, tudi pri neprekinjeni, neomejeni uporabi. Ti viri ne predstavljajo nobene od naslednjih fotobioloških nevarnosti:

- nevarnost aktiničnega ultravijoličnega sevanja v roku 8-urne izpostavljenosti;
- nevarnost zaradi bližine UV sevanja v roku 1 000 s;
- nevarnost za mrežnico zaradi modre svetlobe v roku 10 000 s;
- toplotna nevarnost za mrežnico v roku 10 s;
- nevarnost za oči zaradi infrardečega sevanja v roku 1 000 s;

- nevarnost zaradi infrardečega sevanja brez močnega vidnega dražljaja v roku 1 000 s.

Primeri: domača in pisarniška razsvetljava, računalniški zasloni, zasloni opreme, indikacijske lučke.



8.1.2.2 Skupina tveganja 1 – nizko tveganje

Ti izdelki so varni za večino vrst uporabe, razen pri zelo podaljšani izpostavljenosti, kjer je pričakovana neposredna izpostavljenost oči. Ti viri zaradi običajnih vedenjskih omejitev ob izpostavljenosti ne predstavljajo nobene od naslednjih nevarnosti:



Primer: gorilnik za domačo uporabo

- nevarnost aktiničnega ultravijoličnega sevanja v roku 10 000 s;
- nevarnost zaradi bližine UV sevanja v roku 300 s;
- nevarnost za mrežnico zaradi modre svetlobe v roku 100 s;
- nevarnost za oči zaradi infrardečega sevanja v roku 100 s;
- nevarnost zaradi infrardečega sevanja brez močnega vidnega dražljaja v roku 100 s.

8.1.2.3 Skupina tveganja 2 – zmerno tveganje

Viri, ki zaradi odziva na gledanje v zelo močne svetlobne vire, toplotnega nelagodja ali nerealne dolgotrajnejše izpostavljenosti, ne predstavljajo nobene od naslednjih nevarnosti:

- nevarnost aktiničnega ultravijoličnega sevanja v roku 1 000 s;
- nevarnost zaradi bližine UV sevanja v roku 100 s;
- nevarnost za mrežnico zaradi modre svetlobe v roku 0,25 s (odziv na gledanje v svetlobo);
- toplotna nevarnost za mrežnico v roku 0,25 s (odziv na gledanje v svetlobo);
- nevarnost za oči zaradi infrardečega sevanja v roku 10 s;
- nevarnost zaradi infrardečega sevanja brez močnega vidnega dražljaja v roku 10 s.

8.1.2.4 Skupina tveganja 3 – visoko tveganje

Viri, ki lahko predstavljajo nevarnost tudi pri trenutni ali kratkotrajni izpostavljenosti na nevarni razdalji. Varnostni nadzorni ukrepi so nujni.



Filtriranje neželenega čezmernega optičnega sevanja (npr. UV), zaščita vira, da se prepreči dostop do optičnega sevanja, ali uporaba optike za razširitev žarka lahko znižajo skupino tveganja in zmanjšajo tveganje zaradi optičnega sevanja.

Omejitve sheme razvrščanja širokopasovnih virov
Varnostna razvrstitev se nanaša na dostopno optično sevanje – ta razvrstitev ne upošteva dodatnih nevarnosti, kot so elektrika, postransko sevanje, hlapi, hrup itd.
Varnostna razvrstitev se nanaša na normalno uporabo izdelka – morda ne velja za vzdrževanje ali servis, ali če je originalna naprava del bolj kompleksne naprave.
Varnostna razvrstitev se nanaša na en sam izdelek – ne velja za skupno izpostavljenost različnim virom.
Izdelki so razvrščeni na razdalji, ki proizvede intenzivnost osvetlitve 500 lx za sisteme splošne razsvetljave (GLS), in na 200 mm od vira za druge uporabe – morda ni reprezentativno za vse pogoje uporabe

8.1.3 Varnostna razvrstitev strojev

Stroji, ki proizvajajo optično sevanje, so lahko razvrščeni tudi glede na EN 12198. Ta standard velja za vse emisije,

namerne ali nenamerne, razen pri virih, ki se uporabljajo samo za osvetljevanje.

Stroji so razvrščeni v eno izmed treh kategorij, odvisno od dostopnih emisij. Tri kategorije, v naraščajočem vrstnem redu tveganja, so navedene v tabeli 8.2.

Tabela 8.2 Varnostna razvrstitev strojev v skladu z EN 12198

Kategorija	Omejitve in zaščitni ukrepi	Informacije in usposabljanje
0	Ni omejitev.	Informacije niso potrebne.
1	Omejitve: morda bodo potrebni omejitve dostopa in zaščitni ukrepi.	Informacije o nevarnostih, tveganjih in sekundarnih vplivih zagotovi proizvajalec.
2	Posebne omejitve in zaščitni ukrepi so nujni.	Informacije o nevarnostih, tveganjih in sekundarnih vplivih zagotovi proizvajalec. Lahko je potrebno usposabljanje.

Uvrstitev stroja v eno izmed kategorij temelji na razpoložljivih radiometričnih količinah, predstavljenih v tabeli 8.3, kot so bile izmerjene na razdalji 10 cm.

Tabela 8.3 Mejne vrednosti emisij za razvrstitev strojev v skladu z EN 12198

E_{eff}	E_B	L_B	E_R	Kategorija
	(za $\alpha < 11 \text{ mrad}$)	(za $\alpha < 11 \text{ mrad}$)		
$\leq 0,1 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	$\leq 1 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	$\leq 10 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	$\leq 33 \text{ W m}^{-2}$	0
$\leq 1,0 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	$\leq 10 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	$\leq 100 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	$\leq 100 \text{ W m}^{-2}$	1
$> 1,0 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	$> 10 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	$> 100 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	$> 100 \text{ W m}^{-2}$	2

8.2 Informacije o nevarni razdalji in vrednostih nevarnosti

Pri nekaterih uporabah je koristno poznati razdaljo, do katere se lahko razširijo nevarnosti zaradi optičnega sevanja.

Razdalja, na kateri raven izpostavljenosti pade na raven veljavnih mejnih vrednosti izpostavljenosti, je znana kot nevarna razdalja: nad to razdaljo ni tveganja za poškodbo. Te informacije, če jih zagotovijo proizvajalci, so lahko koristne pri oceni tveganja in zagotavljanju varnega delovnega okolja.

8.2.1 Laserji – nominalna razdalja, nevarna za oči

Na določeni razdalji, ko se laserski žarek razprši, je obsevanost enaka mejni vrednosti izpostavljenosti za oči. Ta razdalja se imenuje nominalna razdalja, nevarna za oči (NOHD). Na večji razdalji mejna vrednost izpostavljenosti ne bo presežena – laserski žarek se od te razdalje naprej šteje za varnega.

Proizvajalci pogosto zagotovijo informacije o nominalni razdalji, nevarni za oči, v specifikaciji izdelka. Če te informacije niso na voljo, se lahko NOHD izračuna z uporabo naslednjih parametrov za lasersko sevanje iz podatkov proizvajalca:

- sevalni tok (W)
- začetni premer (m)
- divergenca (radiani)
- mejna vrednost izpostavljenosti (ELV) (W m^{-2})

Čeprav je lahko zapleteno, če je razdalja velika ali žarek ni krožen, daje naslednja enačba dobro oceno NOHD:

$$NOHD = \frac{\sqrt{\frac{4 \times \text{sevalni tok}}{\pi \times ELV}} - \text{Začetni premer}}{\text{Divergenca}}$$

8.2.2 Širokopasovni viri – nevarna razdalja in vrednost nevarnosti

Razdalja, na kateri raven izpostavljenosti pade na raven veljavnih mejnih vrednosti izpostavljenosti, je znana kot nevarna razdalja (HD): nad to razdaljo ni tveganja za poškodbo. Nevarno razdaljo je treba upoštevati pri določanju mej območja, znotraj katerega sta dostop do optičnega sevanja in dejavnost osebja pod kontrolo in nadzorom zaradi zaščite pred optičnim sevanjem. Nevarna razdalja se lahko določi za izpostavljenost oči ali kože.

Informacije o nevarnostih optičnega sevanja so lahko predstavljene tudi kot vrednost nevarnosti (HV), ki je razmerje med ravno izpostavljenosti na določeni razdalji in mejno vrednostjo izpostavljenosti na isti razdalji:

$$HV (\text{razdalja, čas izpostavljenosti}) = \frac{\text{Raven izpostavljenosti (razdalja, čas izpostavljenosti)}}{\text{Mejna vrednost izpostavljenosti}}$$

Vrednost nevarnosti, HV, ima velik praktični pomen. Če je HV višja od 1, daje smernice o ustreznih nadzornih ukrepih: ali je treba omejiti trajanje sevanja ali dostopnost vira (zmanjševanje, razdalja), kot je primerno. Če je HV nižja od 1, mejna vrednost izpostavljenosti na zadevnem mestu za upoštevani čas izpostavljenosti ni presežena.

Proizvajalci pogosto zagotovijo informacije o nevarni razdalji in vrednostih nevarnosti v specifikaciji izdelka. Te informacije pomagajo uporabniku pri izvajanju ocene tveganja in izbiri ustreznih nadzornih ukrepov.

8.3 Dodatne koristne informacije

EN 60825-1: 2007, Varnost laserskih izdelkov. 1. del: Klasifikacija opreme in zahteve.

IEC TR 60825-14: 2004, Varnost laserskih izdelkov. 14. del: Navodila za uporabo.

EN 62471: 2008, Fotobiološka varnost sijalk in sistemov sijalk.

EN 12198 – 1: 2000, Varnost strojev – Ocenjevanje in zmanjševanje nevarnosti sevanj, ki jih oddajajo stroji. 1. del: Splošna načela.

EN 12198 – 2: 2002, Varnost strojev – Ocenjevanje in zmanjševanje nevarnosti sevanj, ki jih oddajajo stroji. 2. del: Postopek merjenja emisije sevanja.

EN 12198 – 3: 2000, Varnost strojev – Ocenjevanje in zmanjševanje nevarnosti sevanj, ki jih oddajajo stroji. 3. del: Zmanjševanje sevanja s filtriranjem ali zaslanjanjem.

9. Nadzorni ukrepi

Hierarhija nadzornih ukrepov temelji na načelu, da mora biti kakršna koli ugotovljena nevarnost nadzorovana s tehničnim projektiranjem. Samo kadar to ni mogoče, je treba uvesti drugo zaščito. Le v redkih okoliščinah se je treba zanašati na osebno varovalno opremo in upravne postopke.

Pri izbiri ustreznih ukrepov v določenih okoliščinah je treba upoštevati rezultat ocene tveganja. Treba je zbrati vse razpoložljive informacije o virih optičnega sevanja in morebitni osebni izpostavljenosti. Na splošno primerjava podatkov o izpostavljenosti sevanju, pridobljenih iz specifikacij opreme, ali izmerjenih podatkov z ustreznimi mejnimi vrednostmi izpostavljenosti omogoča oceno izpostavljenosti optičnemu sevanju na osebem delovnem mestu. Cilj je pridobiti nedvoumen rezultat, ki pove, ali obstaja verjetnost, da bodo veljavne mejne vrednosti presežene, ali ne.

Če je mogoče jasno zagotoviti, da je izpostavljenost optičnemu sevanju zanemarljiva in da mejne vrednosti izpostavljenosti ne bodo presežene, nadaljnje ukrepanje ni potrebno.

Če so emisije znatne in/ali je razširjenost visoka, so lahko mejne vrednosti presežene in je potrebna določena oblika zaščitnih ukrepov. Po izvedbi zaščitnih ukrepov je treba postopek ocenjevanja ponoviti.

Ponovitev merjenja in ocenjevanja je potrebna, če:

- se je spremenil vir sevanja (npr. če je bil vgrajen drug vir ali če vir deluje pod drugačnimi okoliščinami delovanja);
- se je spremenila narava dela;
- se je spremenilo trajanje izpostavljenosti;
- so bili zaščitni ukrepi izvedeni, prekinjeni ali spremenjeni;
- je minilo veliko časa od zadnje meritve in ocene, zaradi česar rezultati morda niso več veljavni;
- je treba uporabiti drug sklop mejnih vrednosti izpostavljenosti.

Nadzorni ukrepi, ki se izvajajo v fazi zasnov in namestitve, lahko nudijo znatne prednosti glede varnosti in

delovanja. Kasnejše dodajanje takšnih nadzornih ukrepov je lahko drago.

9.1 Hierarhija nadzornih ukrepov

Kjer obstaja možnost izpostavljenosti nad mejnimi vrednostmi izpostavljenosti, je treba nevarnost obvladovati z uporabo ustreznih nadzornih ukrepov. Prednostne naloge nadzora so pri obvladovanju tveganja običajne.

Odprava nevarnosti
Zamenjava z manj nevarnim postopkom ali opremo
Tehnično-tehnološki ukrepi
Upravni nadzor
Osebna varovalna oprema

9.2 Odprava nevarnosti

Ali je vir nevarnega optičnega sevanja resnično potreben?

Ali morajo biti te luči res prižgane?



9.3 Zamenjava z manj nevarnim postopkom ali opremo

Ali je nevarna raven optičnega sevanja nujna?



Mora biti žarek res tako močan?



9.4 Tehnično-tehnološki nadzor

Ali je mogoče spremeniti zasnovo opreme oziroma nadzorovati ali zmanjšati optično sevanje pri viru?

Če prednostni nadzor na višji ravni (odprava ali zamenjava) ni izvedljiv, je treba dati prednost tehnično-tehnološkim sredstvom zmanjšanja izpostavljenosti. Upravni nadzor se lahko uporablja v kombinaciji z nadzornimi ukrepi na višji ravni. Če zmanjšanje osebne izpostavljenosti ni mogoče, je nepraktično ali nepopolno, je treba kot zadnjo možnost preučiti uporabo osebne varovalne opreme.

Zaščitno ohišje	Opozorilne luči	Zaklop atenuatorja
Pokrovi	Zvočni signali	Pregledovalna in filtrirna okna
Zaporni mehanizmi	Daljinsko upravljanje	Odprava odbojev
Stikala za zamik delovanja	Pripomočki za uravnavanje	

9.4.1 Preprečevanje dostopa

Dostop se lahko prepreči s nepomičnimi varovali ali pomičnimi zapornimi varovali. Nepomična varovala se običajno uporabljajo za dele opreme, do katerih ni potreben stalni dostop in so trajno pritrjeni.

Če je potreben dostop, se lahko uporabi pomično varovalo/varovalo odpiranja, povezano s postopkom.

Pomembno

Varovala morajo biti primerna in močna.

Ne smejo povzročiti dodatnih tveganj in morajo biti kar najmanj moteča.

Ne sme se jih zlahka obiti ali odstraniti – če gre za nepomično varovalo delov.

Morajo biti nameščena na ustrezni razdalji od nevarnega območja – če gre za nepomično varovalo določene razdalje.

9.4.2 Zaščita z omejevanjem delovanja

Če je skozi fizična varovala zahtevan pogost dostop, se ta varovala lahko pogosto štejejo za preveč omejevalna, zlasti če mora upravljavec izvesti nakladanje/razkladanje ali nastavitvene postopke. V tem primeru se običajno namestijo senzorji, ki zaznajo prisotnost ali odsotnost upravljavca in sprožijo ustrezen ukaz za zaustavitev. Lahko jih štejemo med naprave, občutljive na približanje: ne omejujejo dostopa, temveč ga zaznajo. Čas, ki ga stroj potrebuje za vzpostavitev varnega stanja, določa položaj ali bližino senzorja.

9.4.3 Zaustavitev v sili

Če osebje lahko dostopa do nevarnega okolja, je nujno zagotoviti zaustavitev v sili za primer, če se kdo v nevarnem območju znajde v težavah. Zaustavitev v sili se mora odzvati hitro in ustaviti vse dejavnosti v nevarnem območju. Večina ljudi pozna rdeča stikala v obliki gobe za zaustavitev v sili; v objektu morajo biti primerno nameščena in dovolj številna, da je eno vedno na doseg. Druga možnost je potezno stikalo, povezano s stikalom za zaustavitev v sili, kar je pogosto bolj primerno sredstvo za zagotavljanje zaščite v nevarnem območju. Druge oblike naprav, ki zaznajo nepričakovano bližino, kot so preklopno stikalo, varnostna palica ali varnostni drog, so lahko nameščene okrog gibajočih se delov.

9.4.4 Zaporni mehanizmi

Obstajajo številne oblike zapornih mehanizmov in vsaka zasnova ima svoje značilnosti. Pomembno je, da je izbrana prava naprava za posamezno uporabo.

Pomembno

Zaporni mehanizmi morajo biti dobro izdelani in zanesljivi pod predvidenimi izrednimi pogoji.

Delovati morajo po načelu pozitivne varnosti in biti varni pred posegi.

Stanje zapornega mehanizma mora biti jasno označeno, npr. z velikimi indikatorji na izklopnem stikalu in opozorilnimi indikatorji stanja na kontrolni plošči upravljalca.

Zaporni mehanizem mora omejiti delovanje, ko varnostna vrata niso popolnoma zaprta.

Dodatne koristne informacije

- EN 953: 1997, Varnost strojev, varovala, splošne zahteve za načrtovanje in konstruiranje pritrdjenih in premičnih varoval.
- EN 13857: 2008, Varnost strojev, varnostne razdalje, ki preprečujejo doseg nevarnih območij z zgornjimi in spodnjimi udi.
- EN 349: 1993, Varnost strojev, najmanjši razmiki, ki preprečujejo zmečkanine na delih človeškega telesa.
- EN 1088: 1995, Zaporne naprave, povezane z varovali.
- EN 60825-4: 2006, Zaščitna oprema za laserje.

9.4.5 Filtri in pregledovalna okna

Številni industrijski postopki so v celoti ali delno zaprti. Postopek se lahko spremlja na daljavo, s pomočjo ustreznega pregledovalnega okna, optike ali televizijske kamere. Varnost je lahko zagotovljena z uporabo ustreznih filtrirnih materialov, ki blokirajo prenos nevarnih ravni optičnega sevanja. Zato ni potrebe po zaščitnih očalih, varnostni in delovni pogoji upravljalca pa so izboljšani.

Primeri obsegajo vse od velikih kontrolnih sob do pregledovalnega okna, vgrajenega znotraj majhnega ograjenega prostora okrog območja interakcije.

Pomembno

Filtrirni material mora biti vzdržljiv in ustrezen.

Biti mora odporen proti udarcem.

Ne ogroža varnosti delovanja.



Steklene površine v varovanem območju

Prenos optičnega sevanja skozi okna in druge optično prozorne površine je treba oceniti kot morebitno tveganje. Čeprav optični žarek morda ne predstavlja neposredne nevarnosti za mrežnico, lahkočasne težave zaradi bleska povzročijo sekundarne varnostne težave zaradi drugih dejavnosti v bližini.

9.4.6 Pripomočki za uravnavanje

Ko rutinsko vzdrževanje zahteva uravnavanje komponent poti žarka, je treba zagotoviti, da se to izvede na varen način. Nekateri primeri vključujejo:

- uporabo merilnega laserja z manjšo močjo, ki sledi osi žarka z večjo močjo,
- maske ali tarče.

Pomembno

Človeške oči ali koža se ne smejo nikoli uporabljati kot pripomoček za uravnavanje.

9.5 Upravni ukrepi

Upravni nadzor je druga faza v hierarhiji nadzora. Potrebni so ljudje, ki se odzovejo na informacije, zato so upravni ukrepi učinkoviti toliko, kolikor so učinkovita dejanja teh ljudi. Vendar pa imajo svojo vlogo in so lahko v določenih okoliščinah, kot sta začetek obratovanja in vzdrževanje, glavni nadzorni ukrep.

Ustrezen upravni nadzor je odvisen od tveganja in vključuje imenovanje ljudi kot del strukture za varno upravljanje, omejevanje dostopa, znake in oznake ter postopke.

Dobra praksa je, da se zagotovijo formalni dogovori za celostni pristop k upravljanju varnosti pred optičnim sevanjem. Te dogovore je treba zapisati, da se zabeleži, kakšni ukrepi so bili sprejeti in zakaj. Ta dokumentacija je lahko koristna tudi v primeru preiskave nesreče. Vključuje lahko:

- izjavo o varnostni politiki glede optičnega sevanja;
- povzetek glavnih organizacijskih dogovorov (imenovanja in kaj se pričakuje od osebe, imenovane na določen položaj);
- dokumentirano kopijo ocene tveganja;
- akcijski načrt, ki podrobno navaja kakršen koli dodatni nadzor, opredeljen z oceno tveganja, in časovni načrt za njegovo izvajanje;
- povzetek izvedenih nadzornih ukrepov s kratko utemeljitvijo za vsak ukrep;
- kopijo kakršnih koli posebnih pisnih dogovorov ali lokalnih pravil za delo v nadzorovanem območju optičnega sevanja;
- register pooblaščenih uporabnikov;
- načrt za vzdrževanje nadzornih ukrepov. Ta lahko vključuje urnike za pozitivne ukrepe, potrebne za vzdrževanje ali preverjanje nadzornih ukrepov;
- podrobnosti o formalnih dogovorih, ki urejajo interakcijo z zunanjimi pooblaščenici, kot so servisni inženirji;
- podrobnosti o načrtih ukrepov ob nepredvidenih dogodkih;
- revizijski načrt;
- kopije revizijskih poročil;
- kopije ustrezne korespondence.

Pregledi učinkovitosti programa v rednih časovnih presledkih (na primer letno) ob upoštevanju revizijskih poročil ter sprememb v zakonodaji in standardih bi morali biti običajna praksa.

9.5.1 Lokalna pravila

Če je ocena tveganja pokazala, da obstaja možnost izpostavljenosti nevarni ravni optičnega sevanja, je treba vzpostaviti sistem pisnih varnostnih navodil (ali lokalnih pravil), ki urejajo izvajanje dela z optičnim sevanjem. Navodila morajo vsebovati opis območja, kontaktne podatke svetovalca za optično sevanje (glej

9.5.4), podrobnosti o tem, kdo je pooblaščen za uporabo opreme, podrobnosti o zahtevanih preverjanjih pred začetkom uporabe, operativna navodila za delo, opis nevarnosti in podrobnosti o dogovorih glede ukrepov ob nepredvidenih dogodkih.

Lokalna pravila morajo biti na splošno na voljo na območjih, na katera se nanašajo, in posredovana vsem, ki jih zadevajo.

9.5.2 Nadzorovano območje

V nadzorovanem območju mora biti označeno, kje je verjeten dostop do optičnega sevanja, ki presega mejne vrednosti izpostavljenosti. Nadzorovano območje mora biti območje, do katerega je dostop omejen za vse, razen za pooblaščen osebe. Dostop je po možnosti omejen s fizičnimi sredstvi, na primer z uporabo sten in vrat celotne sobe. Območje je lahko omejeno s ključavnicami, numeričnimi tipkovnicami ali pregradami.

Vzpostaviti je treba dogovore o formalni pooblastitvi uporabnikov s strani uprave. Obstajati mora formalni postopek ocenjevanja primernosti osebja pred pooblastitvijo, ki vsebuje oceno njihovega usposabljanja, usposobljenosti in poznavanja lokalnih pravil. Rezultate te ocene je treba zabeležiti, imena vseh pooblaščenih oseb pa vnesti v uradni register.

9.5.3 Varnostni znaki in obvestila

Sestavljajo pomemben del vsakega sistema upravnega nadzora. Varnostni znaki so učinkoviti samo, če so jasni in nedvoumni ter prikazani samo, kadar je to primerno – v nasprotnem primeru so pogosto prezrti.

Opozorilni znaki lahko vključujejo informacije o vrsti opreme, ki se uporablja. Če se od osebja zahteva, da uporablja osebno varovalno opremo, mora biti to tudi označeno.

Opozorilni znaki so učinkovitejši, če so prikazani samo takrat, ko se oprema uporablja. Vsi varnostni znaki morajo biti postavljeni v višini oči, da so čim bolj vidni.



Značilni znaki, ki se v delovnem okolju uporabljajo za svetovanje glede nevarnosti in priporočanje uporabe osebne varovalne opreme

Vsi varnostni znaki morajo biti v skladu z Direktivo o varnostnih znakih (92/58/EGS).

9.5.4 Imenovanja

Varnost pred optičnim sevanjem je treba upravljati s pomočjo enake strukture upravljanja zdravja in varnosti kot pri drugih morebitnih nevarnih dejavnostih. Podrobnosti organizacijskih dogovorov se lahko razlikujejo glede na velikost in strukturo organizacije.

Pri številnih uporabah usposabljanje strokovnjakov za upravljanje varnosti pred optičnim sevanjem morda ni upravičeno. Prav tako je osebje težko na tekočem z varnostjo pred optičnim sevanjem, če se od njih le redko zahteva, da uporabijo svoja znanja in spretnosti. Zato

nekatera podjetja uporabljajo nasvete zunanjih svetovalcev za varnost pred optičnim sevanjem. Ti lahko zagotovijo priporočila glede:

- rešitev tehnično-tehnološkega nadzora;
- pisnih postopkov za varno uporabo opreme, operativnih in poklicnih varnostnih ukrepov;
- izbire osebne varovalne opreme;
- izobraževanja in usposabljanja osebja.

Za nadzor vsakdanjih vidikov varnosti pred optičnim sevanjem na delovnem mestu je morda smiselno imenovati člana osebja, ki ima dovolj znanja.

9.5.5 Usposabljanje in posvetovanje

9.5.5.1 Usposabljanje

Direktiva (člen 6) zahteva obveščanje in usposabljanje delavcev, ki so izpostavljeni tveganjem zaradi umetnih optičnih sevanj (in/ali njihovih predstavnikov). To obsega zlasti:

sprejete ukrepe za izvajanje te direktive;
mejne vrednosti izpostavljenosti in z njimi povezana morebitna tveganja;
rezultate ocen, meritev in/ali izračunov ravni izpostavljenosti umetnemu optičnemu sevanju, izvedenih v skladu s členom 4 te direktive, skupaj z obrazložitvijo njihovega pomena in morebitnih tveganj;
zaznavanje škodljivih vplivov izpostavljenosti na zdravje in poročanje o njih;
okoliščine, v katerih so delavci upravičeni do zdravstvenega nadzora;
varne delovne postopke za zmanjšanje tveganj zaradi izpostavljenosti;
pravilno uporabo ustrezne osebne varovalne opreme.

Predlaga se, da je raven usposabljanja uravnotežena s tveganjem zaradi izpostavljenosti umetnemu optičnemu sevanju. Kjer so vsi viri opredeljeni kot „običajni“, zadošča, da se o tem obvesti delavce in/ali njihove zastopnike. Delavce ali njihove zastopnike je treba opozoriti, da lahko obstajajo posebej občutljive skupine delavcev, in jih seznanimi s postopkom za njihovo upravljanje.

Kjer je prisotno dostopno umetno optično sevanje, za katero je verjetno, da bo preseglo mejne vrednosti izpostavljenosti na delovnem mestu, je treba preučiti

možnost formalnega usposabljanja in morda imenovanja delavcev na določene funkcije. Pri določanju zahtevane ravni usposabljanja mora delodajalec upoštevati:

strokovno znanje osebja in trenutno ozaveščenost o tveganjih zaradi umetnega optičnega sevanja;
obstoječe ocene tveganja in njihove zaključke;
ali morajo delavci sodelovati pri ocenah tveganja ali njihovem pregledu;
ali je delovno mesto statično in so bila tveganja uradno ocenjena kot sprejemljiva ali se okolje pogosto spreminja;
ali ima delodajalec dostop do zunanjega strokovnega znanja za pomoč pri upravljanju tveganj;
delavce, ki so na novo zaposleni ali novi pri delu z umetnim optičnim sevanjem.

Pomembno je, da so tveganja pravilno opredeljena. Na primer, zahteva po formalnih tečajih usposabljanja za uporabo laserskega kazalnika razreda 2 ni upravičena. Usposabljanje delavcev, ki uporabljajo laserje razreda 3B in razreda 4 ter nekoherentne vire iz skupine tveganja 3, je skoraj vedno obvezno. Ni pa mogoče opredeliti določene dolžine programa usposabljanja ali kako mora biti usposabljanje izvedeno. Zato je ocena tveganja pomembna.

V idealnem primeru so zahteve glede usposabljanja in njegove izvedbe opredeljene pred pričetkom uporabe vira umetnega optičnega sevanja.

9.5.5.2 Posvetovanje

Člen 7 Direktive se nanaša na splošne zahteve člena 11 Direktive 89/391/EGS:

Člen 11**Posvetovanje in sodelovanje delavcev**

1. Delodajalci se posvetujejo z delavci in/ali njihovimi zastopniki ter jim omogočijo, da se udeležijo razprav o vseh vprašanjih v zvezi z varnostjo in zdravjem pri delu.

To vključuje:

- posvetovanje z delavci,
- pravico delavcev in/ali njihovih zastopnikov, da dajejo predloge,
- uravnoteženo sodelovanje v skladu z nacionalno zakonodajo in/ali prakso.

2. Delavci ali njihovi zastopniki s posebno odgovornostjo za varnost in zdravje delavcev uravnoteženo sodelujejo v skladu z nacionalno zakonodajo ali prakso ali pa se delodajalec z njimi vnaprej in pravočasno posvetuje o:

- (a) vsakem ukrepu, ki bi lahko znatno vplival na varnost in zdravje;
- (b) imenovanju delavcev iz členov 7(1) in 8(2) ter ukrepov iz člena 7(1);
- (c) obvestilih iz členov 9(1) in 10;
- (d) vključitvi, kjer ustreza, pristojnih služb ali oseb zunaj podjetja in/ali obrata iz člena 7(3);
- (e) načrtovanju in organizaciji usposabljanja iz člena 12.

3. Zastopniki delavcev s posebno odgovornostjo za varnost in zdravje delavcev imajo pravico, da zaprosijo delodajalca za sprejetje ustreznih ukrepov ter mu v ta namen pripravijo predloge, ki bi ublažili tveganja za delavce in/ali odstranili vire nevarnosti.

4. Delavcev iz odstavka 2 in zastopnikov delavcev iz odstavkov 2 in 3 ni mogoče postaviti v neugoden položaj zaradi opravljanja dejavnosti iz odstavkov 2 in 3.

5. Delodajalci morajo dopustiti, da zastopniki delavcev s posebno odgovornostjo za varnost in zdravje delavcev ustrezen čas ne delajo, brez vpliva na plačo, in jim zagotoviti potrebna sredstva za izvajanje pravic in funkcij, ki izhajajo iz te direktive.

6. Delavci in/ali njihovi zastopniki so upravičeni, da se v skladu z nacionalno zakonodajo in/ali prakso pritožijo pristojnemu organu, odgovornemu za varnost in zdravje pri delu, če menijo, da so sprejeti ukrepi in sredstva, ki jih uporablja delodajalec, neprimerni za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu.

Zastopnikom delavcev mora biti omogočeno, da med inšpekcijskimi pregledi pristojnega organa izrazijo svoja opažanja.

IEC TR 60825-14: 2004 priporoča minimalne zahteve glede usposabljanja uporabnikov laserjev.

EN 60825-2: 2004 določa dodatne zahteve za uporabnike, ki delajo na komunikacijskih sistemih z optičnimi vlakni.

EN 60825-12: 2004 določa dodatne zahteve za uporabnike, ki delajo na prostozračnih komunikacijskih sistemih.

CLC/TR 50448: 2005 zagotavlja navodila za ravni pristojnosti, ki jih zahteva varnost laserjev.

9.6 Osebna varovalna oprema

Zmanjšanje nenamerne izpostavljenosti optičnemu sevanju je treba vključiti v specifikacije zasnove opreme. Izpostavljenost optičnemu sevanju mora biti zmanjšana na razumno nizko raven z uporabo fizičnih varoval, kot je tehnično-tehnološki nadzor. Osebna varovalna oprema se mora uporabljati samo, če sta tehnično-tehnološki in upravni nadzor nepraktična ali nepopolna.

Namen osebne varovalne opreme je zmanjšati optično sevanje na raven, ki ne povzroča škodljivih vplivov na zdravje izpostavljene osebe. Poškodbe zaradi optičnega sevanja v času izpostavljenosti morda niso očitne. Treba je opomniti, da so mejne vrednosti izpostavljenosti odvisne od valovne dolžine, zato je lahko stopnja zaščite, ki jo nudi osebna varovalna oprema, prav tako odvisna od valovne dolžine.

Čeprav akutna poškodba kože zaradi optičnega sevanja verjetno ne bo vplivala na kakovost življenja posameznika, je treba priznati, da je verjetnost poškodbe kože velika, zlasti rok in obraza. Izpostavljenost kože optičnemu sevanju pod 400 nm, ki lahko poveča tveganje za kožnega raka, je še posebej zaskrbljujoča.

Pomembno

Osebna varovalna oprema mora biti primerna za tveganja, ne da bi pri tem sama predstavljala dodatno tveganje.

Osebna varovalna oprema mora biti primerna za pogoje na delovnem mestu.

Osebna varovalna oprema mora upoštevati ergonomске zahteve in zdravstveno stanje delavcev.

9.6.1 Zaščita pred drugimi nevarnostmi

Pri izbiri osebne varovalne opreme za zaščito pred izpostavljenostjo optičnemu sevanju je treba upoštevati tudi naslednje neoptične nevarnosti:

- udarec
- vročina/mraz
- predrtje
- škodljivi prah
- stiskanje
- biološke nevarnosti
- kemične nevarnosti
- električne nevarnosti

Primeri so navedeni v spodnji tabeli:

Osebna varovalna oprema	Namen
Zaščitna očala: varovalna očala, ščitniki za obraz, vizirji	Očala morajo delavcu omogočati, da vidi vse na delovnem območju, vendar omejiti optično sevanje na sprejemljive ravni. Izbira primernih očal je odvisna od številnih dejavnikov, vključno z: valovno dolžino, močjo/energijo, optično gostoto, potrebo po lečah na recept, udobjem itd.
Zaščitna oblačila in rokavice	Viri optičnega sevanja lahko predstavljajo nevarnost požara in lahko so potrebna zaščitna oblačila. Oprema, ki oddaja ultravijolično sevanje, lahko predstavlja nevarnost za kožo, zato mora biti koža pokrita z ustreznimi oblačili in rokavicami. Pri delu s kemičnimi ali biološkimi sredstvi je treba nositi rokavice. Zaščitna oblačila ali rokavice so lahko zahtevani v specifikacijah uporabe.
Dihalna oprema	Med obdelavo se lahko proizvajajo strupeni in nevarni plini ali prah. Lahko je potrebna dihalna oprema za uporabo v sili.
Varovala za ušesa	Hrup je lahko nevaren zaradi nekaterih industrijskih uporab.

9.6.2 Zaščita oči

Za oči obstaja nevarnost poškodbe zaradi optičnega sevanja, če izpostavljenost presega mejne vrednosti izpostavljenosti. Če drugi ukrepi ne zadoščajo za nadzor tveganja izpostavljenosti oči zaradi preseganja ustreznih mejnih vrednosti, je treba nositi zaščito za oči, ki jo je priporočil proizvajalec opreme ali svetovalec za varnost pri optičnem sevanju in je bila zasnovana posebej za valovne dolžine in izhodno moč.

Zaščitna očala morajo biti jasno označena z razponom valovne dolžine in ustrezno stopnjo zaščite. To je zlasti pomembno, če obstaja več virov, ki zahtevajo različne

vrste zaščitnih očal, kot so laserji različnih valovnih dolžin, pri katerih so za vsako dolžino potrebna posebna očala. Poleg tega se priporoča, da se za označevanje varovalnih očal uporablja nedvoumna in uveljavljena metoda, s čimer se zagotovi, da obstaja jasna povezava s posebno opremo, za katero je bila določena osebna varovalna oprema.

Raven zmanjšanja optičnega sevanja, ki jo zagotavljajo zaščitna očala v nevarnem spektralnem območju, mora biti vsaj tolikšna, da zniža ravni izpostavljenosti pod ustrezne mejne vrednosti izpostavljenosti.

Prepustnost svetlobe in barva okolja, kot je vidna skozi zaščitne filtre, sta pomembni značilnosti očal, ki lahko vplivata na upravljavčevo sposobnost izvajanja zahtevanih nalog brez ogrožanja varnosti zaradi neoptičnega sevanja.

Zaščitna očala je treba pravilno shranjevati, jih redno čistiti in jih pregledovati v okviru opredeljenega inšpekcijskega režima.

Odločitev za izbiro zaščitnih očal

Vprašanje: Stopnja zaščite	→ Izberite očala z oslabitvijo $> \frac{\text{raven izpostavljenosti}}{\text{mejne vrednosti izpostavljenosti}}$
Vprašanje: Prepustnost svetlobe? Kakovost vida?	→ Izberite očala s prepustnostjo svetlobe $> 20\%$. Če niso na voljo, zvišajte raven osvetljenosti. Preverite, ali so na filterjih praske in smeti.
Vprašanje: Zaznavanje barv delovnega okolja?	→ Prepričajte se, da so skozi zaščitna očala jasno vidni kontrolniki opreme in opozorilni znaki.
Vprašanje: Preveč odsevov?	→ Izogibajte se gladkim filtrom ali filtrom in okvirjem z visokim sijajem.
Vprašanje: Če so očala priključena na omrežje ali baterije in je električni tok prekinjen, ali delujejo po načelu pozitivne varnosti?	→ Izberite filter, ki zagotavlja najvišjo oslabitev, tudi ko ni toka.

9.6.3 Zaščita kože

Pri poklicni izpostavljenosti optičnemu sevanju so področja kože, ki so najpogostejše v nevarnosti, roke, obraz, glava in vrat, saj so druga območja običajno pokrita z zaščitnimi oblačili. Roke se lahko zaščiti z nošenjem rokavic z nizko prepustnostjo nevarnega optičnega sevanja. Obraz se lahko zaščiti s ščitniki za obraz in vizirji, ki absorbirajo sevanje in lahko nudijo zaščito tudi za oči. Primerno pokri-
valo zaščiti glavo in vrat.



9.7 Dodatne koristne informacije

Direktiva Sveta 89/656/EGS o minimalnih zdravstvenih in varnostnih zahtevah za osebno varovalno opremo, ki jo delavci uporabljajo na delovnem mestu

9.7.1 Osnovni standardi

EN 165: 2005, Osebno varovanje oči – Slovar

EN 166: 2002, Osebno varovanje oči – Specifikacije

EN 167: 2002, Osebno varovanje oči – Metode optičnih preskusov

EN 168: 2002, Osebno varovanje oči – Metode neoptičnih preskusov

9.7.2 Standardi po vrstah izdelkov

EN 169: 2002, Osebno varovanje oči – Filtri za varilne in sorodne tehnike – Zahteve prepustnosti in priporočena uporaba

EN 170: 2002, Osebno varovanje oči – Ultravijolični filtri – Zahteve za prepustnost in priporočena uporaba

EN 171: 2002, Osebno varovanje oči – Infrardeči filtri – Zahteve za prepustnost in priporočena uporaba

9.7.3 Varjenje

EN 175: 1997, Osebno varovanje – Oprema za varovanje oči in obraza pri varjenju in podobnih postopkih

EN 379: 2003, Osebno varovanje oči – Samozatemitveni filtri za varjenje

EN 1598: 1997, Zdravje in varnost pri varjenju in podobnih postopkih – Prozorne zavese, trakovi in zasloni za obločno varjenje

9.7.4 Laser

EN 207: 1998, Filtri in varovala za zaščito oči pred laserskimi žarki

EN 208: 1998, Varovala za zaščito oči pri nastavljanju laserjev in laserskih sistemov

9.7.5 Močni svetlobni viri

BS 8497-1: 2008, Očala za zaščito pred močnimi svetlobnimi viri, ki se uporabljajo na ljudeh in živalih v kozmetične in medicinske namene. 1. del: Specifikacija izdelkov

BS 8497-2: 2008, Očala za zaščito pred močnimi svetlobnimi viri, ki se uporabljajo na ljudeh in živalih v kozmetične in medicinske namene. 2. del: Navodila za uporabo

10. Obvladovanje neželenih učinkov

V okviru tega priročnika neželeni učinki vključujejo primere, ko je nekdo poškodovan ali zbolí (nesreče) oziroma pride do skorajšnje nesreče ali neželenih okoliščin (nezgode).

Kjer se uporabljajo kolimirani laserski žarki, je tveganje izpostavljenosti laserskemu žarku na splošno nizko, posledice pa so lahko velike. Nasprotno je pri nekoherentnih virih umetnega optičnega sevanja tveganje izpostavljenosti visoko, posledice pa so lahko blage.

Predlaga se, da se pripravijo načrti ukrepov ob nepredvidenih dogodkih za obravnavanje razumno predvidenih neželenih dogodkov, ki vključujejo umetno lasersko sevanje. Raven podrobnosti in zahtevnost sta odvisni od tveganja. Verjetno ima delodajalec splošne dogovore glede ukrepanja, zato se lahko pri optičnem sevanju uporabijo podobni pristopi.

Predlaga se, da se pripravijo podrobni načrti ukrepov ob nepredvidenih dogodkih za delovne prakse, kjer je verjeten dostop do optičnega sevanja zaradi:

laserjev razreda 3B

laserjev razreda 4

nekoherentnih virov iz skupine tveganja 3

Načrti ukrepov morajo obravnavati postopke in obveznosti v primeru:

dejanske izpostavljenosti delavca, ki presega mejne vrednosti izpostavljenosti;

suma izpostavljenosti delavca, ki presega mejne vrednosti izpostavljenosti.

11. Zdravstveni nadzor

Člen 8 Direktive opisuje zahteve za zdravstveni nadzor, pri čemer se sklicuje na splošne zahteve Direktive 89/391/EGS. Podrobnosti zdravstvenega nadzora bodo verjetno temeljile na nacionalnih zahtevah. Zato je predlog, predstavljen v tem poglavju, zelo splošen.

Zahteve tega člena je treba obravnavati v okviru več kot stotih let izpostavljenosti delavcev umetnemu optičnemu sevanju. Število poročenih škodljivih vplivov na zdravje je majhno in omejeno na majhno število podjetij, kjer so bili večinoma izvedeni nadzorni ukrepi za še dodatno zmanjšanje števila škodljivih vplivov.

Po izumu laserja so bila objavljena priporočila glede rutinskih pregledov oči za delavce, ki uporabljajo laser. Vendar je skoraj 50 let izkušenj pokazalo, da takšni pregledi kot del programa za zdravstveni nadzor nimajo nobene vrednosti in lahko predstavljajo še dodatno tveganje za delavca.

Delavec, ki je na delu izpostavljen umetnemu optičnemu sevanju, ne bi smel imeti pregleda oči pred zaposlitvijo, rutinskih pregledov in pregleda po zaposlitvi samo zato, ker opravlja takšno delo. Podobno so lahko pregledi kože koristni za delavce, vendar običajno niso upravičeni samo zaradi rutinske izpostavljenosti umetnemu optičnemu sevanju.

11.1 Kdo mora izvajati zdravstveni nadzor?

Zdravstveni nadzor mora izvajati:

- zdravnik;
- strokovnjak za medicino dela ali
- zdravstveni organ, pristojen za zdravstveni nadzor v skladu z nacionalno zakonodajo in prakso.

11.2 Dokumentacija

Države članice so odgovorne za sprejem ukrepov za zagotovitev izdelave in sprotnega dopolnjevanja zdravstvene dokumentacije. Zdravstvena dokumentacija mora vsebovati povzetek rezultatov opravljenega zdravstvenega nadzora.

Hraniti se mora v primerni obliki, ki omogoča kasnejši vpogled, ob upoštevanju zaupnosti.

Posamezni delavec mora imeti na lastno zahtevo pravico do dostopa do svoje osebne zdravstvene dokumentacije.

11.3 Zdravstveni pregled

Delavcu je treba omogočiti zdravstveni pregled, če se sumi ali ve, da je bil izpostavljen optičnemu sevanju, ki je preseгло mejne vrednosti izpostavljenosti.

Zdravstveni pregled je treba izvesti, kadar je pri delavcu ugotovljena določljiva bolezen ali škodljiv vpliv na zdravje, za katerega se meni, da je posledica izpostavljenosti umetnemu optičnemu sevanju.

Izziv pri izvajanju te zahteve je, da se lahko številni škodljivi vplivi na zdravje pojavijo zaradi naravnega optičnega sevanja. Zato je pomembno, da je oseba, ki izvaja zdravstveni pregled, seznanjena z morebitnimi škodljivimi vplivi na zdravje zaradi posebnih virov izpostavljenosti umetnemu optičnemu sevanju na delovnem mestu.

11.4 Ukrepi, če je presežena mejna vrednost izpostavljenosti

Če se meni, da so bile mejne vrednosti izpostavljenosti presežene ali da je škodljiv vpliv na zdravje oziroma določljiva bolezen posledica umetnega optičnega sevanja na delovnem mestu, je treba sprožiti naslednje ukrepe:

- delavec mora biti obveščen o izvidu;
- delavec mora prejeti informacije in nasvete v zvezi z nadaljnjim zdravstvenim nadzorom;
- delodajalec mora biti obveščen, ob upoštevanju zaupnosti zdravstvenih podatkov;
- delodajalec mora preveriti oceno tveganja;
- delodajalec mora preveriti obstoječe nadzorne ukrepe (ki lahko vključujejo iskanje nasveta strokovnjaka);
- delodajalec mora poskrbeti za kakršen koli potreben stalni zdravstveni nadzor.

Dodatek A. Narava optičnega sevanja

Svetloba je vsakdanji primer optičnega sevanja – umetnega optičnega sevanja, če jo oddaja svetilka. Izraz „optično sevanje“ se uporablja, ker je svetloba oblika elektromagnetnega sevanja in ker vpliva na oči – tj. vstopi v oko, kjer je osredotočeno in nato zaznано.

Svetloba je sestavljena iz spektra barv, vse od vijoličastih in modrih, zelenih in rumenih do oranžnih in rdečih. Barve, ki jih v svetlobi zaznavamo, so določene z valovnimi dolžinami, ki so prisotne v svetlobnem spektru. Krajše valovne dolžine zaznavamo kot ležeče v modrem delu spektra in daljše valovne dolžine v rdečem delu. Primerno je o svetlobi razmišljati na način, da je sestavljena iz toka brezmasnih delcev, ki se imenujejo fotoni, od katerih ima vsak značilno valovno dolžino.

Spekter elektromagnetnega sevanja se razteza daleč nad tiste valovne dolžine, ki jih lahko vidimo. Infrardeče sevanje, mikrovalovno sevanje in radijski valovi so primeri elektromagnetnega sevanja z vedno daljšimi valovnimi dolžinami. Ultravijolično sevanje, rentgenski žarki in gama žarki imajo vedno krajše valovne dolžine.

Valovna dolžina elektromagnetnega sevanja se lahko uporablja za določanje drugih koristnih informacij o sevanju.

Vsakič, ko elektromagnetno sevanje deluje na snov, je verjetno, da bo na mestu delovanja sprostito nekaj energije. To lahko učinkuje na snov – na primer, vidna svetloba, ki prihaja skozi mrežnico, sprosti dovolj energije, da sproži biokemične reakcije, ki proizvedejo signal in ga pošljejo preko optičnega živca v možgane. Količina energije, ki je na voljo za takšno delovanje, je odvisna od količine sevanja in njegove energije. Količina energije v elektromagnetnem sevanju je povezana z valovno dolžino. Krajša ko je valovna dolžina, več energije ima sevanje. Torej, modra

svetloba ima več energije kot zelena svetloba, ki pa ima več energije kot rdeča svetloba. Ultravijolično sevanje ima več energije kot katera koli vidna valovna dolžina.

Valovna dolžina sevanja določa tudi stopnjo, do katere prodre v telo in nanj deluje. Na primer, UVA se manj učinkovito prenese na mrežnico kot zelena svetloba.

Nekateri vidni deli elektromagnetnega spektra so vključeni v pojem „optično sevanje“. To sta ultravijolično in infrardeče spektralno območje. Čeprav ju ne moremo videti (mrežnica nima receptorjev za te valovne dolžine), lahko deli teh spektralnih območij, v manjši ali večji meri, prodrejo v oči. Zaradi lažjega razumevanja je spekter optičnega sevanja razdeljen na valovne dolžine, kot sledi:

Ultravijolično sevanje „C“ (UVC): 100–280 nm

UVB 280–315 nm

UVA 315–400 nm

Vidna svetloba 380–780 nm

Infrardeče sevanje „A“ (IRA) 780–1 400 nm

IRB 1 400–3 000 nm

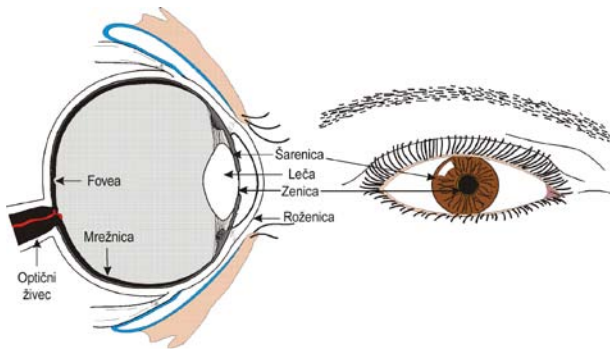
IRC 3 000–1 000 000 nm
(3 μ m–1 mm)

Direktiva vsebuje mejne vrednosti izpostavljenosti, ki pokrivajo spektralno območje 180–3 000 nm za nekoherentno optično sevanje in od 180 nm do 1 mm za lasersko sevanje.

Dodatek B. Biološki vplivi optičnega sevanja na oči in kožo

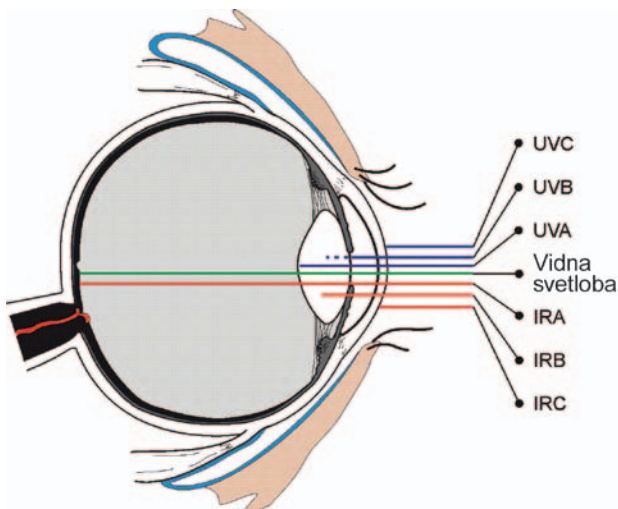
B.1 Oči

Slika B1.1 Zgradba očesa



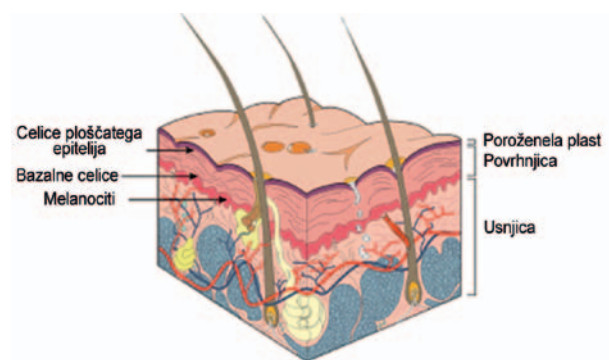
Svetloba, ki vstopi v oko, potuje skozi roženico, tekočino, nato skozi spremenljivo odprtino (zenico) ter skozi lečo in steklovino, nato pa se osredotoči na mrežnico. Optični živec prenaša signale od fotoreceptorjev mrežnice do možganov.

Slika B1.2 Prodiranje različnih valovnih dolžin skozi oko



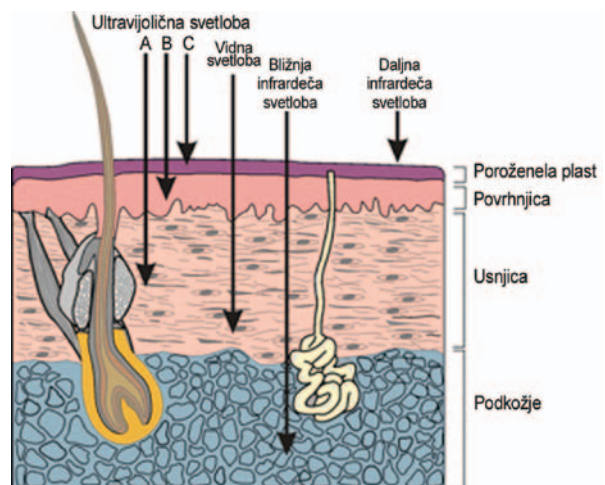
B.2 Koža

Slika B2.1 Zgradba kože



Zunanja plast kože, povrhnjica, vsebuje številne keratinocite (celice ploščatega epitelijskega), ki se proizvajajo v bazalni plasti in dvigajo proti površini, kjer se odluščijo. Usnjica je sestavljena predvsem iz kolagenskih vlaken ter vsebuje živčne končiče, žleze znojnice, lasne mešičke in krvne žile.

Slika B2.2 Prodiranje različnih valovnih dolžin skozi kožo



B.3 Biološki vplivi različnih valovnih dolžin na oči in kožo

B.3.1 Ultravijolično sevanje:
UVC (100–280 nm);
UVB (280–315 nm);
UVA (315–400 nm)

Vplivi na kožo

Večino ultravijoličnega sevanja (UVR), ki doseže kožo, absorbira povrhnjica, čeprav se prodiranje izrazito poveča za daljše valovne dolžine UVA.

Prekomerna kratkotrajna izpostavljenost ultravijoličnemu sevanju povzroča eritem – pordelost kože, in otekanje. Simptomi so lahko hudi, največji učinek pa se pokaže 8–24 ur po izpostavljenosti; umirijo se v 3–4 dneh, koža pa je suha in se lušči. Temu lahko sledi povečanje pigmentacije kože (zapoznela porjavitev). Izpostavljenost UVA sevanju lahko povzroči tudi takojšnjo, vendar začasno spremembo kožne pigmentacije (takojšnjo potemnitev pigmenta).

Pri nekaterih ljudeh se koža neobičajno odziva na izpostavljenost UVR (občutljivost na svetlobo) zaradi genetskih, metaboličnih ali drugih anomalij, ali pa zaradi zaužitja določenih zdravil ali kemikalij ali stika z njimi.

Najresnejši dolgotrajni učinek ultravijoličnega sevanja je povzročitev kožnega raka. Maligni epitelijski tumorji kože so bazocelularni in ploščatocelični karcinomi. Razmeroma pogosti so pri belcih, čeprav so redko usodni. Najpogostejše se pojavijo na delih kože, izpostavljenih soncu, kot so obraz in roke, verjetnost pojava pa se viša s starostjo. Ugotovitve epidemioloških raziskav kažejo, da je tveganje zaradi obeh oblik kožnega raka povezano s kumulativno izpostavljenostjo ultravijoličnemu sevanju, čeprav so dokazi močnejši za ploščatocelične karcinome. Maligni melanom je glavni vzrok smrti zaradi kožnega raka, čeprav je njegov pojav redkejši kot pojav malignih epitelijških tumorjev. Pogostejše se pojavlja pri ljudeh, ki imajo veliko število materinih znamenj (peg), ljudeh s svetlo kožo, rdečimi ali svetlimi lasmi in ljudeh, ki so pri izpostavljenosti soncu nagnjeni k pegam, dobijo opekline ali ne porjavijo. Tako akutne opekline zaradi izpostavljenosti soncu kot kronična poklicna in rekreacijska izpostavljenost lahko prispevata k tveganju za pojav malignega melanoma.

Kronična izpostavljenost ultravijoličnemu sevanju lahko prispeva k fotostaranju kože, za katerega sta značilna usnjat, naguban videz kože in izguba prožnosti: valovne dolžine UVA najbolj učinkujejo, saj lahko prodrejo v kolagenska in elastična vlakna usnjice. Obstajajo tudi dokazi, ki kažejo na to, da lahko izpostavljenost ultravijoličnemu sevanju vpliva na imunske odzive.

Glavni znani koristni učinek izpostavljenosti ultravijoličnemu sevanju je tvorba vitamina D; že vsakodnevna kratka izpostavljenost soncu proizvede dovolj vitamina D, če vnos s hrano ni zadosten.

Vplivi na oči

Ultravijolično sevanje, ki pade na oči, absorbirata roženica in leča. Roženica in očesna veznica močno absorbirata pri valovnih dolžinah, krajših od 300 nm. UVC sevanje absorbirajo površinske plasti roženice, UVB sevanje pa absorbirata roženica in leča. UVA sevanje potuje skozi roženico, nato ga absorbira leča.

Odzivi človeškega očesa na akutno prekomerno izpostavljenost ultravijoličnemu sevanju vključujejo vnetje roženice in vnetje očesne veznice, kar je bolj znano kot snežna slepota ali vnetje roženice. Simptomi, ki obsegajo vse od blage razdraženosti, občutljivosti na svetlobo in solzenja do močne bolečine, se pojavijo v roku 30 minut do enega dneva, odvisno od intenzivnosti izpostavljenosti, in se običajno umirijo v nekaj dneh.

Kronična izpostavljenost UVA in UVB sevanju lahko povzroči očesno mreno zaradi sprememb v leči očesa. Običajno zelo malo ultravijoličnega sevanja (manj kot 1 % UVA) prodre skozi očesno mrežnico, ker ga absorbirajo tkiva v sprednjem delu očesa. Vendar obstajajo ljudje, ki zaradi operacije očesne mrežnice nimajo naravnih leč, in če nimajo vsajene umetne leče, ki absorbira ultravijolično sevanje, lahko sevanje, ki vstopi v oko, poškoduje očesno mrežnico (pri valovnih dolžinah, krajših od 300 nm). Ta poškodba je rezultat fotokemično proizvedenih prostih radikalov, ki napadajo strukturo celic očesne mrežnice. Očesna mrežnica je običajno zaščitena pred akutnimi poškodbami z nenamernimi odzivi na gledanje v vidno svetlobo, ultravijolično sevanje pa teh odzivov ne sproži: Osebe brez leče, ki bi absorbirala ultravijolično sevanje, so zato v večji nevarnosti, da utrpijo poškodbo očesne mrežnice, če delajo z viri ultravijoličnega sevanja.

Kronična izpostavljenost ultravijoličnemu sevanju veliko prispeva k razvoju motenj roženice in očesne veznice, kot so klimatska kapljična keratopatija (nalaganje rumenih/rjavih skupkov na očesno veznico in roženico), pterigij (kožna guba, ki se lahko razširi čez roženico) in verjetno pingvekula (rumena pika na očesni veznici, ki se širi).

B.3.2 Vidno sevanje

Vplivi na kožo

Vidno sevanje (svetloba) prodira v kožo in lahko dvigne lokalno temperaturo do te mere, da povzroči opekline. Telo se na postopno povišanje temperature prilagodi s povečevanjem pretoka krvi (ki odpravlja vročino) in potenjem. Če obsevanje ne zadošča za povzročitev akutne opekline (v 10 s ali manj), izpostavljeno osebo zaščitijo naravni odzivi na vročino.

Pri daljših izpostavljenostih je glavni odziv toplotna obremenitev zaradi toplotnega stresa (povečane temperature telesa). Čeprav to v Direktivi ni izrecno zajeto, je treba upoštevati temperaturo okolja in obseg dela.

Vplivi na oči

Ker oči delujejo tako, da zbirajo in osredotočajo vidno sevanje, je očesna mrežnica v večji nevarnosti kot koža. Strmenje v močno svetlobo lahko povzroči poškodbo mrežnice. Če je rana v fovei, tj. če se gleda neposredno v laserski žarek, lahko pride do težke vidne prizadetosti. Naravni zaščitni ukrepi vključujejo odziv na močno svetlobo (do odziva na gledanje v svetlobo pride v približno 0,25 sekunde; zenica se zoži in lahko zmanjša obsevanje očesne mrežnice za približno 30-krat; glava pa se lahko nenamerno obrne proč).

Zvišanje temperature mrežnice za 10–20 °C lahko zaradi spremembe proteinov povzroči nepopravljivo škodo. Če vir sevanja pokriva velik del vidnega polja, tako da je slika na mrežnici velika, celice mrežnice v osrednjem delu slike težko hitro odbijejo toploto.

Vidno sevanje lahko povzroči enako vrsto fotokemično povzročene škode kot ultravijolično sevanje (čeprav lahko pri vidnih valovnih dolžinah deluje kot zaščitni mehanizem). Ta vpliv je najbolj poudarjen pri valovnih dolžinah okoli 435–440 nm, zato je včasih imenovan

„nevarnost modre svetlobe“. Kronična izpostavljenost visokim ravnom vidne svetlobe v okolju je lahko vzrok za fotokemično poškodbo celic mrežnice, zaradi česar pride do slabega barvnega in nočnega vida.

Če sevanje vstopi v oko v prvotno vzporednem žarku (tj. zelo nizka divergenca iz oddaljenega vira ali laserja), se lahko prenese na mrežnico na zelo majhno območje, s čimer se moč izredno osredotoči in povzroči veliko škodo. Ta postopek osredotočanja lahko obsevanje mrežnice v primerjavi s tistim, ki pade na oko, teoretično poveča do 500 000-krat. V takšnih primerih lahko svetlost preseže vse znane naravne in umetne vire svetlobe. Večina poškodb zaradi laserjev so opekline: impulzni laserji z zelo veliko močjo lahko povzročijo tako hiter dvig temperature, da celice dobesedno raznese.

B.3.3 IRA

Vplivi na kožo

Sevanje IRA prodre nekaj milimetrov v tkivo, torej precej globoko v usnjico. Lahko ima enak toplotni učinek kot vidno sevanje.

Vplivi na oči

Tako kot vidno sevanje se tudi sevanje IRA osredotoči na roženico in lečo ter prenese na mrežnico. Na njej lahko povzroči enako toplotno škodo kot vidno sevanje. Vendar mrežnica ne zaznava sevanja IRA, zato ni nobene zaščite zaradi naravnih odzivov na svetlobo. Spektralno območje od 380 do 1 400 nm (vidno sevanje in IRA) je včasih imenovano tudi „območje nevarnosti za mrežnico“.

Kronična izpostavljenost IRA sevanju lahko povzroči tudi očesne mreže.

Sevanje IRA nima fotonov z dovolj energije, da bi obstajala nevarnost fotokemično povzročene škode.

B.3.4 IRB

Vplivi na kožo

Sevanje IRB v kožo prodre manj kot 1 mm globoko. Lahko ima enak toplotni učinek kot vidno sevanje in sevanje IRA.

Vplivi na oči

Pri valovnih dolžinah okoli 1 400 nm je vodna tekočina zelo močan absorber; daljše valovne dolžine pa oslabi steklovina, tako da je mrežnica zaščitena. Segrevanje steklovine in šarenice lahko dvigne temperaturo sosednjih tkiv, vključno z lečo, ki je brez žil in ne more nadzorovati svoje temperature. To skupaj z neposredno absorpcijo sevanja IRB povzroča mrene, ki so pomembna poklicna nevarnost pri nekaterih skupinah, kot so pihalci stekla in izdelovalci verig.

B.3.5 IRC

Vplivi na kožo

Sevanje IRC prodre samo v najvišje plasti mrtvih kožnih celic (poroženela plast). Močni laserji, ki so sposobni

odstraniti poroženelo plast in poškodovati pod njo ležeča tkiva, so največja akutna nevarnost v območju sevanja IRC. Mehanizem poškodbe je večinoma toploten, laserji z zelo veliko močjo pa lahko povročijo mehanske/slušne poškodbe.

Pri valovnih dolžinah vidnega sevanja, sevanja IRA in IRB je treba upoštevati toplotno obremenitev in nelagodje zaradi toplotnega stresa.

Vplivi na oči

Sevanje IRC absorbira roženica in tako so glavna nevarnost opekline roženice. Temperatura v sosednjih delih oči se lahko poviša zaradi toplotne prevodnosti, vendar na ta proces vplivata izguba toplote (z izhlapevanjem in mežikanjem) in pridobivanje toplote (zaradi telesne temperature).

Dodatek C. Količine in enote umetnega optičnega sevanja

Kot je navedeno v delu o „Naravi optičnega sevanja“, so vplivi optičnega sevanja odvisni od energije sevanja in količine sevanja. Obstaja veliko načinov merjenja optičnega sevanja: tisti, uporabljeni v Direktivi, so na kratko opisani v nadaljevanju.

C.1 Temeljne količine

C.1.1 Valovna dolžina

To se nanaša na značilno valovno dolžino optičnega sevanja. Meri se v majhnih pododdelkih metra – običajno je merska enota nanometer (nm), ki je enak eni milijoninki milimetra. Pri daljših valovnih dolžinah je včasih bolj primerno uporabiti mikrometre (μm). En mikrometer je enak 1 000 nanometrom.

V številnih primerih zadevni vir optičnega sevanja oddaja fotone različnih valovnih dolžin.

Pri zapisovanju formule valovno dolžino označuje simbol λ (lambda).

C.1.2 Energija

Meri se v džulih (J). Lahko pomeni energijo vsakega fotona (ki je povezana z valovno dolžino fotona). Lahko pomeni tudi energijo, ki jo vsebuje določena količina fotonov, na primer, v laserskem impulzu.

Energijo označuje simbol Q .

C.1.3 Druge uporabne količine

Zorni kot

To je navidezna širina objekta (običajno vira laserskega sevanja), kot je videti z določene točke (običajno točke, s katere se opravljajo meritve). Izračuna se z deljenjem dejanske širine objekta z razdaljo do objekta. Pomembno

je, da sta obe vrednosti izraženi z enako enoto. Ne glede na enoto teh vrednosti je zorni kot izražen v radianih (r).

Če je objekt pod kotom glede na gledalca, je treba zorni kot pomnožiti s kosinusom kota.

Zorni kot v Direktivi označuje simbol α (alfa).

Prostorski zorni kot

To je tridimenzionalna ustreznica zornemu kotu. Območje objekta je deljeno s kvadratom razdalje. Kosinus vidnega kota se lahko uporabi za popravek pogleda izven osi. Enota je steradian (sr), simbol pa je ω (omega).

Divergenca žarka

To je kot, pri katerem se žarek optičnega sevanja razprši, ko se oddaljuje od vira. Lahko se izračuna tako, da se izmeri širino žarka na dveh točkah in spremembo v širini deli z razdaljo med točkama. Meri se v radianih.

C.1.4 Količine pri mejnih vrednostih izpostavljenosti

Sevalni tok

Tok je tukaj opredeljen kot hitrost, s katero energija prehaja skozi določeno točko v prostoru. Meri se v vatih (W), 1 vat pa je enak 1 džulu na sekundo. Označuje ga simbol Φ (fi).

Izraz „tok“ se lahko nanaša na tok v določenem žarku optičnega sevanja in v takem primeru se pogosto uporablja izraz CW-moč. Na primer, nemodulirani laser z močjo žarka 1 mW oddaja fotone s skupno energijo 1 mJ vsako sekundo.

Tok se lahko uporablja tudi za opis impulza optičnega sevanja. Na primer, če laser oddaja diskretni impulz, ki odda 1 mJ energije v 1 ms, je bila moč impulza 1 W. Če bi bil impulz oddan v krajšem času, na primer v 1 μs , bi bila moč 1 000 W.

Obsevanost

Obsevanost je hitrost, s katero energija pade na enoto površine na določeni točki. Kot takšna je odvisna od moči optičnega sevanja in območja žarka na površini. Izračuna se z deljenjem toka s površino in je izražena z enotami, ki so večkratnik vatov na kvadratni meter ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$). Označuje jo simbol E .

Izpostavljenost sevanju

Izpostavljenost sevanju je količina energije, ki pade na enoto površine na določeni točki. Izračuna se tako, da se obsevanost, v $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$, pomnoži s trajanjem izpostavljenosti, v sekundah. Enote so džuli na kvadratni meter ($\text{J}\cdot\text{m}^{-2}$). Označuje jo simbol H .

Energijska sevnost

Energijska sevnost je količina, ki opisuje osredotočenost žarka optičnega sevanja. Izračuna se tako, da se obsevanost na določeni točki deli s prostorskim kotom, kot je videti s tiste točke. Enote so vati na kvadratni meter na steradian ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$). Označuje jo simbol L .

C.1.5 Spektralne in širokopasovne količine

Ko vir optičnega sevanja, kot je laser, oddaja na samo eni valovni dolžini (na primer, 633 nm), navedene količine seveda veljajo za emisije na samo tisti valovni dolžini. Na primer, $\Phi = 5 \text{ mW}$.

Kjer je prisotna več kot ena valovna dolžina, ima vsaka diskretna valovna dolžina svoje količine. Na primer, laser lahko oddaja 3 mW pri 633 nm in 1 mW pri 1 523 nm. To je opis porazdelitve spektralne moči vira, pogosto zapisane kot Φ_λ . Enako pravilno bi bilo za ta laser zapisati, da je $\Phi = 4 \text{ mW}$, kar je skupni sevalni tok: ta vrednost je širokopasovna vrednost.

Širokopasovni podatki se izračunajo s seštevanjem vseh spektralnih podatkov v interesnem območju valovne dolžine.

C.1.6 Radiometrične količine in efektivne količine

Vse do zdaj obravnavane količine so radiometrične količine. Radiometrični podatki merijo in opisujejo nekatere

vidike območja sevanja. Ne kažejo nujno vplivov sevanja na biološko tarčo. Na primer, obsevanje $1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ s 270 nm je za roženico nevarnejše kot $1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ s 400 nm. Kjer so zahtevane informacije glede bioloških učinkov, je treba uporabiti efektivne količine. Številne mejne vrednosti izpostavljenosti so izražene v efektivnih količinah, saj so namenjene preprečevanju biološkega vpliva.

Efektivne količine obstajajo samo v primerih, ko znanstveniki vedo, kako se zmogljivost določenega vpliva spreminja z valovno dolžino. Na primer, učinkovitost sevanja pri povzročanju vnetja roženice se povečuje od 250 nm do najvišje vrednosti 270 nm, nato pa strmo pade na 400 nm. Kjer je znana relativna spektralna učinkovitost, ji je pogosto dodeljen simbol, kot so S_λ , B_λ , R . To so relativni spektralni izkoristki za povzročanje vnetja roženice/eritema, fotokemične poškodbe očesne mrežnice in toplotne poškodbe očesne mrežnice.

Vrednosti relativnega spektralnega izkoristka se lahko uporabljajo za pomnožitev sklopa spektralnih radiometričnih podatkov, pri čemer so rezultat efektivni spektralni podatki. Ti efektivni podatki se lahko nato seštejejo, rezultat pa je efektivna širokopasovna količina, pogosto označena s spodnjim indeksom, ki se nanaša na vrednosti uporabljenega spektralnega izkoristka. Na primer, L_b je simbol, ki označuje vrednost širokopasovne sevnosti (L), ki je bila spektralno ponderirana z vrednostmi spektralnega ponderiranja B_λ .

C.1.7 Svetlost

Primer biološko efektivne količine, ki do zdaj še ni bil omenjen, je svetlost. Čeprav se ne uporablja pri mejnih vrednostih izpostavljenosti, je zelo uporabna za predhodno oceno morebitnih virov širokopasovne bele svetlobe, ki povzročajo poškodbo mrežnice.

Svetlost ima simbol L_v , meri pa se v kandelah na kvadratni meter ($\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$). Biološki učinek, ki ga opisuje, je osvetljenost, kot jo vidi oko, prilagojeno na dnevno svetlobo, povezana pa je s količino osvetljenosti (E_v , merjeno v luksih), ki jo poznajo številni inženirji za razsvetljavo.

Razmerje se lahko opiše kot $L_v = E_v/\omega$. Svetlost se preprosto izračuna iz podatkov o intenzivnosti osvetlitve z vira na površino, razdalji do vira in dimenzijah vira.

Dodatek D. Izračunani zgledi

D.1 Pisarna

Naslednji zgledi obsegajo številne običajne vire optičnega sevanja, ki jih najverjetneje najdemo v večini, ali velikem številu, delovnih okolij.

Za ocenjevanje tveganja teh enostavnih virov je bil uporabljen skupni pristop. Pristop je podrobneje opisan v nadaljevanju, v okvirni obliki pa je bil uporabljen za vsakega od kasnejših zgledov.

D.1.1 Razlaga splošne metode

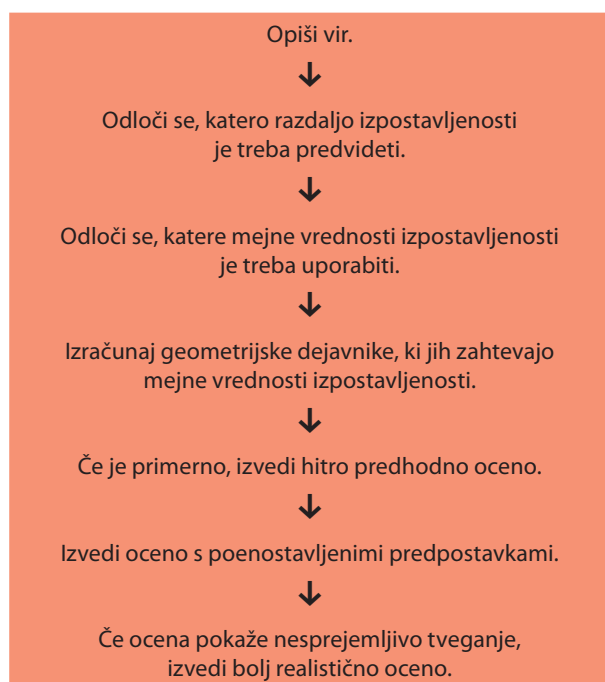
Ta splošna metoda temelji na EN 62471 (2008), vendar, kadar je mogoče, podaja poenostavljene predpostavke, ki pa so previdne, kar se tiče nevarnosti za mrežnico. Spodaj navedena razlaga je precej izčrpna, saj naj bi obsegala vse primere, navedene v nadaljevanju. Ocena tveganja se izvaja v številnih korakih:

Najprej se opiše vir in naštejejo njegove dimenzije. Te dimenzije bodo potrebne, če vir oddaja v vidnem ali IRA spektralnem območju.

Treba se je odločiti, za katero razdaljo se bo izvedla ocena tveganja: običajno se za razdaljo merjenja izbere realističen, morda rahlo pesimističen, najbližji pristop, ki ga imajo osebe do vira – to ni najbližji možni pristop.

Izbira mejnih vrednosti izpostavljenosti

Katere mejne vrednosti izpostavljenosti so primerne? Ob upoštevanju najhujše možne izpostavljenosti, torej, da nekdo gleda v vir 8 ur, s sklicevanjem na tabelo 1.1. Direktive:



Indeks	Valovna dolžina, nm	Enote	Del telesa	Nevarnost	Primernost
a	180–400 (UVA, UVB, UVC)	J·m ⁻²	Roženica Veznica Leča Koža	Vnetje roženice Vnetje očesne veznice Nastanek sive mreže Eritemi Elastoza Kožni rak	Da, če vir oddaja ultravijolično sevanje.
b	315–400 (UVA)	J·m ⁻²	Leča	Nastanek sive mreže	Da, če vir oddaja ultravijolično sevanje.
c	300–700 (modra svetloba) (kjer je α ≥ 11 mrad in t ≤ 10 000 s)	W·m ⁻² ·sr ⁻¹	Mrežnica	Vnetje očesne mrežnice	Ne, najslabši primer bi bil za daljši čas izpostavljenosti.
d	300–700 (modra svetloba) (kjer je α ≥ 11 mrad in t ≤ 10 000 s)	W·m ⁻² ·sr ⁻¹			Da, če vir oddaja v vidnem območju. Ta mejna vrednost velja za najslabšo možno izpostavljenost 8 ur.
e	300–700 (modra svetloba) (kjer je α ≥ 11 mrad in t ≤ 10 000 s)	W·m ⁻²			Ne pogosto, ker so običajni viri ponavadi precej veliki.
f	300–700 (modra svetloba) (kjer je α ≥ 11 mrad in t ≤ 10 000 s)	W·m ⁻²			
g	380–1 400 (vidno in IRA sevanje) (za t > 10 s)	W·m ⁻² ·sr ⁻¹	Mrežnica	Opekline mrežnice	Da, če vir oddaja v vidnem območju. Ta mejna vrednost velja za najslabšo možno izpostavljenost 8 ur.
h	380–1 400 (vidno in IRA sevanje) (za t 10 μs do 10 s)	W·m ⁻² ·sr ⁻¹			Ne, najslabši primer je za daljši čas izpostavljenosti.
i	380–1 400 (vidno in IRA sevanje) (za t < 10 μs)	W·m ⁻² ·sr ⁻¹			
j	780–1 400 (IRA) (za t > 10 s)	W·m ⁻² ·sr ⁻¹	Mrežnica	Opekline mrežnice	Ne pogosto, ker običajni viri ponavadi oddajajo vidno sevanje, zato so bolj primerne mejne vrednosti g, h in i.
k	780–1 400 (IRA) (za t 10 μs do 10 s)	W·m ⁻² ·sr ⁻¹			
l	780– 400 (IRA) (za t < 10 μs)	W·m ⁻² ·sr ⁻¹			
m	780–1 400 (IRA, IRB) (za t ≤ 1 000 s)	W·m ⁻²	Roženica Leča	Opekline roženice	
n	780–3 000 (IRA, IRB) (za t > 1 000 s)	W·m ⁻²			
o	380–3 000 (vidno, IRA in IRB sevanje)	J·m ⁻²	Koža	Opekline	Ne pogosto, ker je to pomembno samo za močne industrijske vire, ki proizvajajo toploto.

Zato se običajno uporabljajo mejne vrednosti izpostavljenosti **a** in **b** (če vir oddaja ultravijolično sevanje) in/ali mejne vrednosti **d** in **g** (če vir oddaja vidno sevanje in IRA sevanje).

V posebnih okoliščinah so lahko primerne druge mejne vrednosti izpostavljenosti, na primer mejna vrednost izpostavljenosti **c** se uporabi, če je verjetno, da bo presežena mejna vrednost **d**; mejna vrednost izpostavljenosti **h** se uporabi, če je verjetno, da bo presežena mejna vrednost **g**. Takšne okoliščine postanejo očitne šele med izvajanjem ocene tveganja.

Pri teh mejnih vrednostih se uporabljajo krivulje spektralnega ponderiranja $S(\lambda)$, $B(\lambda)$ in $R(\lambda)$. Ti faktorji so razloženi v oddelku 5.2. Njihova uporaba pomeni, da bodo potrebni spektralni podatki.

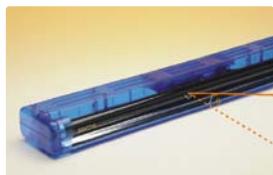
Geometrijski faktorji

Če vir oddaja vidno in/ali infrardeče sevanje, so ustrezne mejne vrednosti in radiometrične količine odvisne od geometrijskih faktorjev, ki jih je treba izračunati. Nekateri od teh faktorjev so opredeljeni v Direktivi, drugi pa so razloženi v EN 62471 (2008). Če vir oddaja samo ultravijolično sevanje, se vsi ti faktorji ne upoštevajo.

Geometrijski faktorji so:

- θ (kot med navpičnico na površino vira in smerjo opazovanja, uporabljeno za merjenje), (glej diagram, desno)
- Z (povprečna dimenzija vira)
- α (kot, v katerem je viden vir)
- C_a (faktor, odvisen od α),
- ω (prostorski kot, v katerem je viden vir)

Pred izračunom katerega od teh faktorjev je treba upoštevati, ali vir oddaja prostorsko razmeroma homogeno polje ali ne. Če je vir homogen, se vse te dimenzije (dolžina, širina itd.) nanašajo na celotno območje vira. Če je vir očitno nehomogen (kot npr. svetla luč pred šibkim reflektorjem), je treba te dimenzije obravnavati kot dimenzije najsvetlejšega območja. Če je vir sestavljen iz dveh ali več enakih oddajnikov, se lahko vsakega obravnava kot ločeni vir, ki prispeva k sorazmerni količini izmerjenih emisij.



Za izračun Z:

navidezna dolžina vira, $l = \text{dejanska dolžina} \times \cos\theta$

navidezna širina vira, $w = \text{dejanska širina} \times \cos\theta$

Z je povprečje l in w

Opomba:

- če se na vir gleda pravokotno na njegovo površino, $\cos\theta = 1$
- če je vir krožen in se nanj gleda pod kotom 90° , je Z enak premeru

Navidežno območje vira, A , je enako:

Dejanskemu območju $\times \cos\theta$ (za krožni vir) ali

$l \times w$ za druge vire

Če je razdalja do vira $= r$ in če so vse dimenzije izmerjene v enakih enotah, potem je:

$\alpha = Z / r$, v radianih (rad)

$\omega = A/r^2$ v steradianih (sr)

C_a temelji na α in se uporablja samo za izračun vrednosti mejnih vrednosti izpostavljenosti za toplotno nevarnost za mrežnico. Ker vse ocene temeljijo na poenostavljenih predpostavkah, razloženih v nadaljevanju, C_a ni izračunan.

Predhodna ocena

V skladu z organom, ki je razvil mejne vrednosti izpostavljenosti, ICNIRP, ni potrebe po izvedbi popolne spektralne ocene za nevarnosti za mrežnico zaradi splošnih svetlobnih virov „bele svetlobe“, ki imajo svetlost $< 10^4 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$. To obsega nefiltrirane žarnice z žarilno nitko, fluorescenčne sijalke in obločne žarnice.

Te okvirne mejne vrednosti *ne* služijo za oceno tveganja zaradi emisij ultravijoličnega sevanja. Lahko pa se uporabljajo pri odločanju, ali je treba v celoti oceniti tveganja zaradi emisij vidnega in infrardečega sevanja ali ne.

Za uporabo teh okvirnih mejnih vrednosti se lahko spektralno obsevanje od 380–760 nm ponderira s krivuljo fotopičnega spektralnega izkoristka Mednarodne komisije za osvetlitev (CIE) in nato sešteje za izračun fotopične efektivne obsevanosti, E_v . Ta je izražena v W m^{-2} in nato pomnožena s standardnim faktorjem svetlobnega izkoristka 683 lm W^{-1} , s čimer dobimo osvetljenost, v luksih. Svetloba je enaka osvetljenosti, deljeni z ω .

Treba pa je upoštevati, da spektralne meritve niso nujne za ugotavljanje osvetljenosti svetilke – to vrednost lahko določi vsak dobro zasnovan in kalibriran „merilec luksov“. Zato je izvedba predhodne ocene hitra in enostavna.

Zahtevani podatki

Na splošno rečeno je treba pridobiti podatke, ki pokrivajo celotno spektralno območje vseh mejnih vrednosti izpostavljenosti, ki bodo uporabljene. V najslabšem primeru bi bilo treba pridobiti podatke za območje od 180 do 1 400 nm.

Spektralno območje, za katero se zahtevajo podatki, je lahko zmanjšano. To je očitno v primerih, ko se določena mejna vrednost izpostavljenosti ne uporablja: če vir ne oddaja ultravijoličnega sevanja, so potrebni samo podatki iz območja od 400 do 1 400 nm.

Možno je tudi, da vir v določenem spektralnem območju nima emisij. Na primer:

- svetlobne diode pogosto oddajajo precej omejen obseg valovnih dolžin. Če bi bilo treba oceniti zeleno diodo, bi morda zadoščalo, da se izmeri samo območje od okoli 400 do okoli 600 nm, pri čemer se predvideva, da so podatki nad tem območjem enaki nič;
- viri, ki oddajajo pri manj kot 254 nm, so zelo redki in za večino delovnih mest obstaja majhna verjetnost, da so prisotni;
- številna svetila imajo steklene pokrove, ki preprečujejo emisije pod okoli 350 nm;
- razen žarečih virov ima večina običajnih virov zane-marljive emisije infrardečega sevanja.

V vsakem primeru je treba po določitvi spektralnega območja podatkov te podatke pridobiti (z merjenji ali drugimi načini). Najbolj uporaben podatek bo spektralno obsevanje. Te podatke se lahko ponderira s funkcijami ($S(\lambda)$, $B(\lambda)$, $R(\lambda)$ in morda še $V(\lambda)$), primernimi za mejne vrednosti izpostavljenosti, ki bodo uporabljene. Ponderirane podatke je nato treba sešteti.

Poenostavljene predpostavke

Te predpostavke se uporabljajo za poenostavitev postopka merjenja in ocenjevanja v spektralnem območju vidnega sevanja. Niso potrebne, če edina obravnavana nevarnost izhaja iz emisij ultravijoličnega sevanja.

Vse meritve spektralnega obsevanja je treba izvesti z ustreznim instrumentom: za mejne vrednosti izpostavljenosti za mrežnico mora imeti instrument vidno polje, ki je omejeno na posebne vrednosti γ , odvisno od pričakovanega trajanja izpostavljenosti. Za mejno vrednost izpostavljenosti d je to pričakovano trajanje 8 ur. Za mejno vrednost izpostavljenosti g je najdaljše trajanje izpostavljenosti, ki ga je treba upoštevati, 10 sekund, saj je nad tem trajanjem mejna vrednost konstantna.

V tabeli 2.5 Direktive so navedene ustrezne vrednosti γ :

- $\gamma = 110$ mrad za mejne vrednosti izpostavljenosti fotokemične nevarnosti za mrežnico (tj. mejna vrednost d za 10,000 s izpostavljenosti).
- $\gamma = 11$ mrad za mejne vrednosti izpostavljenosti toplotne nevarnosti za mrežnico (tj. mejna vrednost g za 10 s izpostavljenosti).

Za te zahteve glede vidnega polja se morda zdi, da je potrebnih več sklopov meritev. Vendar če dejanski vir objema kot, večji od γ , bo merjenje z neomejenim vidnim poljem zbralo več obsevanja in bo tako za namene ocene tveganja previdno. To omogoča, da se izračun izvede na podlagi enega samega sklopa podatkov meritev pri neomejenem vidnem polju.

Za izračun sevnosti iz podatkov obsevanja je treba obsevanje deliti s prostorskim kotom. Prostorski kot mora biti dejanska vrednost ω ali vrednost, ki temelji na γ , pri čemer se uporabi večja od obeh vrednosti.

- Za mejno vrednost izpostavljenosti d bi morale biti vidno polje $\gamma = 110$ mrad, kar ustreza prostorskemu kotu $= 0,01$ sr.
- Za mejno vrednost izpostavljenosti g bi morale biti vidno polje imeti $\gamma = 11$ mrad, kar ustreza prostorskemu kotu $= 0,0001$ sr.

V nadaljnjih primerih se bodo te vrednosti navajale kot:

$\omega =$ dejanski prostorski kot, v katerem je viden vir

$\omega_b = 0,01$ sr ali ω , pri čemer se uporabi večja od obeh vrednosti

$\omega_b = 0,0001$ sr ali ω , pri čemer se uporabi večja od obeh vrednosti

Te poenostavljene predpostavke lahko dajo umetno zvišane rezultate za nehomogene vire, ki so večji od γ . Če je tak vir v postopku ocenjevanja in se zdi, da je mejna vrednost izpostavljenosti presežena, je zaželeno, da se meritve ponovijo z vidnim poljem, dejansko omejenim na ustrezno vrednost γ .

Primerjava z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti

Mejna vrednost a
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$
Če je efektivno obsevanje, E_{eff} izraženo v $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$, je čas največje dovoljene izpostavljenosti (MPE), v sekundah, $= 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}/E_{\text{eff}}$.
Če je to > 8 ur, ni nevarnosti, da bo mejna vrednost izpostavljenosti presežena na razdalji r .
Mejna vrednost b
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$
Če je efektivno obsevanje, E_{eff} izraženo v $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$, je čas največje dovoljene izpostavljenosti (MPE), v sekundah, $= 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}/E_{\text{UVA}}$.
Če je to > 8 ur, ni nevarnosti, da bo mejna vrednost izpostavljenosti presežena na razdalji r .
Mejna vrednost d
Mejna vrednost izpostavljenosti je $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$
Če je efektivna sevnost, L_B , nižja od mejne vrednosti izpostavljenosti, ni nevarnosti, da bo mejna vrednost izpostavljenosti presežena. To velja za vse razdalje, dokler θ ostaja enak.
Mejna vrednost g
Mejna vrednost izpostavljenosti je $2,8 \times 10^7 / C_a$. V tem primeru je C_a odvisen od α . Mejna vrednost izpostavljenosti je najbolj omejena, ko je $\alpha \geq 100$ mrad. V tem primeru je $C_a = 100$ mrad, mejna vrednost izpostavljenosti pa $280\,000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$.
Če je efektivna sevnost, L_R , nižja od mejne vrednosti izpostavljenosti, ni nevarnosti, da bo mejna vrednost izpostavljenosti presežena. To velja za vse razdalje, dokler θ ostaja enak.

Če so mejne vrednosti izpostavljenosti presežene

Mejne vrednosti svetlosti ICNIRP
Če svetlost vira preseže $10^4 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$, je treba oceno ponoviti z zadostnimi podatki, da se lahko primerja z mejnimi vrednostmi d in g.
Mejna vrednost a
Če je čas MPE < 8 ur, je treba dokazati, da je dejanska zasedenost delovnega mesta na r krajša od časa MPE.
Mejna vrednost b
Če je čas MPE < 8 ur, je treba dokazati, da je dejanska zasedenost delovnega mesta na r krajša od časa MPE. V tem primeru lahko zasedenost izključuje čas, ko je obraz obrnjen proč od vira.
Če je vir zelo svetel, se lahko predvideva, da bo odziv na gledanje v svetlobo omejil epizode izpostavljenosti na 0,25 sekunde.
Mejna vrednost d
Če je L_B višji od mejne vrednosti izpostavljenosti, je treba izračunati čas MPE. Ta temelji na mejni vrednosti izpostavljenosti c.
Mejna vrednost izpostavljenosti je $L_B \leq 10^6/t$. Zato je čas MPE (v sekundah) $t_{\text{max}} \leq 10^6/L_B$. Nato je treba dokazati, da je dejanska osebna zasedenost delovnega mesta vzdolž vidnega polja θ nižja od t_{max} . V tem primeru lahko zasedenost izključuje čas, ko je obraz obrnjen proč od vira.
Če je vir zelo svetel, se lahko predvideva, da bo odziv na gledanje v svetlobo omejil epizode izpostavljenosti na 0,25 sekunde.
Lahko se uporabi tudi mejna vrednost izpostavljenosti e: za izračun razdalje, pri kateri je $\alpha = 11$ mrad, je treba uporabiti razmerji $\alpha = Z/r$ in $L_B = E_B/\omega$. Če je na tej ali večji razdalji $E_B \leq 10 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$, potem mejne vrednosti izpostavljenosti nad to točko niso presežene.
Mejna vrednost g
Če je L_R višji od mejne vrednosti izpostavljenosti, je morda mejna vrednost izpostavljenosti preveč omejevalna: če je vir dejansko viden pri $\alpha < 100$ mrad, ponovno izračunajte mejno vrednost izpostavljenosti.
Če je L_R višji od nove mejne vrednosti izpostavljenosti, je treba izračunati čas MPE. Ta temelji na mejni vrednosti izpostavljenosti h.
Mejna vrednost izpostavljenosti h je $L_R \leq 5 \times 10^7/c_a t^{0,25}$. Zato je čas MPE (v sekundah) $t_{\text{max}} \leq (5 \times 10^7 / c_a L_R)^4$. Nato je treba dokazati, da je dejanska osebna zasedenost delovnega mesta vzdolž vidnega polja θ nižja od t_{max} . V tem primeru lahko zasedenost izključuje čas, ko je obraz obrnjen proč od vira.
Če je vir zelo svetel, se lahko predvideva, da bo odziv na gledanje v svetlobo omejil epizode izpostavljenosti na 0,25 sekunde.

D.1.2 Oblika zgledov

Izračunani zgledi v nadaljevanju so navedeni v številnih korakih, podobnih tistim, uporabljenih zgoraj. V primerih, ko je bila izvedena poenostavljena predpostavka, je zgled še vedno izdelan v celoti, koraki, ki niso potrebni, če so predpostavke sprejete, pa so označeni s sivo in tako dovoljujejo prikaz uporabnosti prvotnih predpostavk.

Povzetek rezultatov teh zgledov je predstavljen na koncu te priloge.

D.1.3 Stropne fluorescenčne sijalke za difuzorjem



Serija 3 × 36 W fluorescenčnih sijalk za splošno razsvetljavo je vgrajena v stropno svetilko, ki meri 57,5 cm × 117,5 cm. Svetilka ima plastičen difuzor, ki v celoti prekriva sijalke. Zato je vir dokaj homogen.

Izbira mejnih vrednosti izpostavljenosti

Ta vrsta svetilke ne oddaja znatnih količin infrardečega sevanja. Nevarnost nastane zaradi izpostavljenosti vidnim ali ultravijoličnim valovnim dolžinam. Ultravijolične valovne dolžine so oslabiljene tudi zaradi plastičnega difuzorja. Uporablja se samo mejna vrednost **d**.

Geometrijski faktorji

Podatki o spektralnem obsevanju se merijo na razdalji 100 cm od svetilke, z gledanjem naravnost vanjo.

Primerjava z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti

Mejna vrednost a			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost b			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 17 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost d			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $100 \text{ W m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$	→	$L_{\text{B}} = 0,5 \text{ W m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena
Mejna vrednost g			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $280 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$	→	$L_{\text{R}} = 8 \text{ W m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena

Vir ima povprečno dimenzijo 87,5 cm.

Zato je $\alpha = 0,875 \text{ rad}$.

Vir ima površino $6\,756 \text{ cm}^2$.

Zato je $\omega = 0,68 \text{ sr}$.

Zato je $\omega_{\text{B}} = 0,68 \text{ sr}$ in $\omega_{\text{R}} = 0,68 \text{ sr}$.

Predhodna ocena

Izmerjena je bila fotopična efektivna obsevanost, ki je $1\,477 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}$. To je enako osvetljenosti $1\,009 \text{ luks}$.

Svetlost tega vira je torej $1\,009/0,68 = 1\,484 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$.

Nadaljnja ocena ni potrebna.

Radiometrični podatki

Izmerjene vrednosti efektivnega obsevanja so:

Efektivno obsevanje, $E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$

UVA obsevanje, $E_{\text{UVA}} = 17 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (modra svetloba), $E_{\text{B}} = 338 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (toplotna poškodba), $E_{\text{R}} = 5\,424 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}$

Poenostavljeni predpostavki

Efektivna sevnost (modra svetloba), $L_{\text{B}} = 338 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}/0,68 \text{ sr} = 0,5 \text{ W m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$

Efektivna sevnost (toplotna poškodba), $L_{\text{R}} = 5\,424 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}/0,68 \text{ sr} = 8 \text{ W m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$

D.1.4 Enojna stropna fluorescenčna sijalka brez difuzorja

Fluorescenčna sijalka za splošno razsvetljavo $153\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ 58 W je vgrajena v stropno svetilko, ki meri $153\text{ cm} \times 13\text{ cm}$, ima reflektorje za sijalko in je spredaj odprta. Vir ni homogen, sijalka pa je njegov najsvetlejši del.



Glej tudi zgled D1.5.

Izbira mejnih vrednosti izpostavljenosti

Ta vrsta svetilke ne oddaja znatnih količin infrardečega sevanja. Nevarnost nastopi zaradi izpostavljenosti vidnim ali ultravijoličnim valovnim dolžinam. Uporabljajo se mejne vrednosti **a**, **b** in **d**.

Geometrijski faktorji

Podatki o spektralnem obsevanju se merijo na razdalji 100 cm od svetilke, z gledanjem naravnost vanjo.

Sijalka ima povprečno dimenzijo 77,5 cm.

Zato je $\alpha = 0,775\text{ rad}$.

Vir ima površino 306 cm^2 .

Zato je $\omega = 0,03\text{ sr}$.

Zato je $\omega_b = 0,03\text{ sr}$ in $\omega_R = 0,03\text{ sr}$.

Predhodna ocena

Izmerjena je bila fotopična efektivna obsevanost, ki je $1\,640\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$. To je enako osvetljenosti $1\,120\text{ luks}$.

Svetlost tega vira je torej $1\,120/0,03 = 37\,333\text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$.

Zdi se, da je potrebna nadaljnja ocena nevarnosti za mrežnico. Treba je oceniti tudi ultravijolično sevanje.

Radiometrični podatki

Izmerjene vrednosti efektivnega obsevanja so:

Efektivno obsevanje, $E_{\text{eff}} = 600\text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

UVA obsevanje, $E_{\text{UVA}} = 120\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (modra svetloba), $E_b = 561\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (toplotna poškodba),
 $E_R = 7\,843\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Poenostavljeni predpostavki

Efektivna sevnost (modra svetloba),
 $L_b = 561\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,03\text{ sr} = 19\text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Efektivna sevnost (toplotna poškodba),
 $L_R = 7\,843\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,03\text{ sr} = 261\text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Primerjava z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti

Mejna vrednost a			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{eff}} = 30\text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 600\text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost b			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{UVA}} = 10^4\text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 120\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost d			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $100\text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 19\text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena
Mejna vrednost g			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $280\text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 261\text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena

D.1.5 Serija stropnih fluorescenčnih sijalk brez difuzorja



Štiri 57 cm × 2 cm 18 W fluorescenčne sijalke za splošno razsvetljavo so vgrajene v stropno svetilko, ki meri 57 cm × 57 cm, ima reflektor za vsako sijalko in je spredaj odprta. To je zelo podobno svetilki iz zgleda D1.4, pri čemer je razlika le v proizvajalcu. Vir ni homogen, štiri sijalke pa so najsve-tlejši deli, ki oddajajo emisije.

Izbira mejnih vrednosti izpostavljenosti

Ta vrsta svetilke ne oddaja znatnih količin infrarde-čega sevanja. Nevarnost nastane zaradi izpostavljenosti vidnim ali ultravijoličnim valovnim dolžinam. Uporabljajo se mejne vrednosti **a**, **b** in **d**.

Geometrijski faktorji

Podatki o spektralnem obsevanju se merijo na razdalji 100 cm od svetilke, z gledanjem naravnost vanjo.

Vsaka sijalka ima povprečno dimenzijo 29,5 cm.

Zato je $\alpha = 0,295$ rad.

Vsaka sijalka ima površino 114 cm².

Zato je $\omega = 0,011$ sr.

Zato je $\omega_b = 0,011$ sr in $\omega_r = 0,011$ sr.

Predhodna ocena

Izmerjena je bila fotopična efektivna obsevanost, ki je 1 788 mW·m⁻². Izmerjena je bila za 4 sijalke: ker je vsaka sijalka ločeni vidni vir, vsaka prispeva 447 mW·m⁻² k celoti. To je enako osvetljenosti 305 luksov na sijalko.

Svetlost vsake sijalke je torej $305/0,011 = 28\,000$ cd·m⁻².

Potrebna je nadaljnja ocena nevarnosti za mrežnico. Treba je oceniti tudi ultravijolično sevanje.

Radiometrični podatki

Izmerjene vrednosti efektivnega obsevanja so:

Efektivno obsevanje, $E_{\text{eff}} = 1,04$ mW·m⁻²

UVA obsevanje, $E_{\text{UVA}} = 115$ mW·m⁻²

Efektivno obsevanje (modra svetloba),
 $E_b = 555$ mW·m⁻² = 139 mW·m⁻² na sijalko.

Efektivno obsevanje (toplotna poškodba),
 $E_r = 8\,035$ mW·m⁻² = 2 009 mW·m⁻² na sijalko.

Poenostavljeni predpostavki

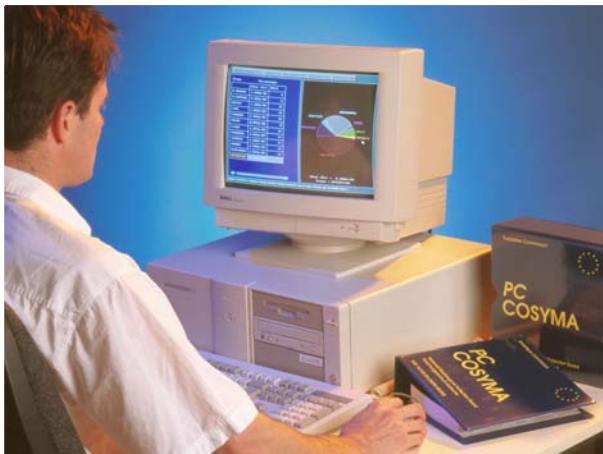
Efektivna sevnost (modra svetloba),
 $L_b = 139$ mW·m⁻²/0,011 sr = 13 W m⁻²·sr⁻¹

Efektivna sevnost (toplotna poškodba),
 $L_r = 2\,009$ mW·m⁻²/0,011 sr = 183 W m⁻²·sr⁻¹

Primerjava z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti

Mejna vrednost a			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{eff}} = 30$ J m ⁻²	→	$E_{\text{eff}} = 1,04$ mW·m ⁻²	→ Čas MPE je 8 ur. To skoraj presega mejno vrednost izpostavljenosti
Čeprav je v praksi stalna izpostavljenost na razdalji 100 cm malo verjetna, je treba to izpostavljenost upoštevati, če so v okolju prisotni drugi viri ultravijoličnega sevanja			
Mejna vrednost b			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{UVA}} = 10^4$ J m ⁻²	→	$E_{\text{UVA}} = 115$ mW·m ⁻²	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost d			
Mejna vrednost izpostavljenosti je 100 W m ⁻² ·sr ⁻¹	→	$L_b = 13$ W m ⁻² ·sr ⁻¹	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena
Mejna vrednost g			
Mejna vrednost izpostavljenosti je 280 kW·m ⁻² ·sr ⁻¹	→	$L_r = 183$ W m ⁻² ·sr ⁻¹	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena

D.1.6 Zaslon s katodno cevjo



Osební namizni računalnik ima zaslon s katodno cevjo. Izbira mejnih vrednosti izpostavljenosti

Izbira mejnih vrednosti izpostavljenosti

Katodne cevi ne oddajajo znatnih količin ultravijoličnega ali infrardečega sevanja. Nevarnost nastane zaradi izpostavljenosti vidnim valovnim dolžinam. Uporablja se mejna vrednost **d**.

Geometrijski faktorji

Zaslon meša tri osnovne barve za ustvarjanje barvnih slik. Najslabše je, če so prisotne vse tri osnovne barve – bela slika. Podatki o spektralnem obsevanju se merijo na razdalji 10 cm od homogenega belega pravokotnika, z gledanjem naravnost vanj.

Vir ima povprečno dimenzijo 17 cm.

Zato je $\alpha = 1,7$ rad.

Vir ima površino 250 cm^2 .

Zato je $\omega = 2,5$ sr.

Zato je $\omega_b = 2,5$ sr in $\omega_R = 2,5$ sr.

Predhodna ocena

Izmerjena je bila fotopična efektivna obsevanost, ki je $64 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$. To je enako osvetljenosti 43 luksov.

Svetlost tega vira je torej $43/2,5 = 17 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$.

Nadaljnja ocena ni potrebna.

Radiometrični podatki

Izmerjene vrednosti efektivnega obsevanja so:

Efektivno obsevanje, $E_{\text{eff}} = 130 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

UVA obsevanje, $E_{\text{UVA}} = 8 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (modra svetloba), $E_b = 61 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (toplotna poškodba), $E_R = 716 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Poenostavljeni predpostavki

Efektivna sevnost (modra svetloba),
 $L_b = 61 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/2,5 \text{ sr} = 24 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Efektivna sevnost (toplotna poškodba),
 $L_R = 716 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/2,5 \text{ sr} = 286 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Primerjava z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti

Mejna vrednost a			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 130 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost b			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 8 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost d			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $100 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 24 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena
Mejna vrednost g			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 286 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena

D.1.7 Zaslon prenosnega računalnika



Osebni prenosni računalnik ima zaslon s tekočimi kristali (LCD).

Vir ima povprečno dimenzijo 13 cm.

Zato je $\alpha = 1,3$ rad.

Vir ima površino 173 cm^2 .

Zato je $\omega = 1,7$ sr.

Zato je $\omega_b = 1,7$ sr in $\omega_r = 1,7$ sr.

Predhodna ocena

Izmerjena je bila fotopična efektivna obsevanost, ki je $134 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$. To je enako osvetljenosti 92 luksov.

Svetlost tega vira je torej $92/1,7 = 54 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$.

Nadaljnja ocena ni potrebna.

Izbira mejnih vrednosti izpostavljenosti

LCD zasloni ne oddajajo znatnih količin ultravijoličnega ali infrardečega sevanja. Nevarnost nastane zaradi izpostavljenosti vidnim valovnim dolžinam. Uporablja se mejna vrednost **d**.

Geometrijski faktorji

LCD zaslon meša tri osnovne barve za proizvodnjo barvnih slik. Najslabše je, če so prisotne vse tri osnovne barve – bela slika. Podatki o spektralnem obsevanju se merijo na razdalji 10 cm od homogenega belega pravokotnika, z gledanjem naravnost vanj.

Radiometrični podatki

Izmerjene vrednosti efektivnega obsevanja so:

Efektivno obsevanje, $E_{\text{eff}} = 70 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

UVA obsevanje, $E_{\text{UVA}} = 4 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (modra svetloba), $E_b = 62 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (toplotna poškodba), $E_r = 794 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Poenostavljeni predpostavki

Efektivna sevnost (modra svetloba),
 $L_b = 62 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/1,7 \text{ sr} = 36 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Efektivna sevnost (toplotna poškodba),
 $L_r = 794 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/1,7 \text{ sr} = 467 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Primerjava z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti

Mejna vrednost a			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 70 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost b			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 4 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost d			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $100 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 36 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena
Mejna vrednost g			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_r = 467 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena

D.1.8 Žaromet za osvetljevanje zunanjih površin z metalhalogeno sijalko



70 W metalhalogena sijalka je vgrajena v svetilko, ki ima zadaj tudi reflektor v velikosti 18×18 cm in prozorni pokrov. Namenjena je za namestitev na ograjo stavbe in osvetljevanje območja pod njo. Vir ni homogen – najsvetlejše območje je sama obločnica, ki je po ocenah kroglaste oblike, s premerom približno 5 mm.

Izbira mejnih vrednosti izpostavljenosti

Nevarnost nastane zaradi izpostavljenosti vidnim ali morda ultravijoličnim valovnim dolžinam. Metalhalogene sijalke proizvajajo obilo ultravijoličnega sevanja: ta zgled ima zunanji ovoj, ki lahko zmanjša emisije, in svetilka ima pokrov, ki zmanjša emisije, vendar lahko še vedno oddaja dovolj UVA sevanja, da povzroča zaskrbljenost. Uporabljajo se mejne vrednosti **b**, **d** in **g**.

Geometrijski faktorji

Podatki o spektralnem obsevanju se merijo na razdalji 100 cm od svetilke, z gledanjem naravnost vanjo.

Obločnica ima povprečno dimenzijo 0,5 cm. Zato je $\alpha = 0,005$ rad. To je < 11 mrad, zato se lahko mejna vrednost **d** nadomesti z mejno vrednostjo **f**, če je predvideno nenehno upiranje pogleda v vir. V tem primeru to ni predvideno, zato bo za oceno uporabljena mejna vrednost **d**. Glej opombo 2 k tabeli 1.1 Direktive.

Vir ima površino $0,2 \text{ cm}^2$.

Zato je $\omega = 0,00002$ sr.

Zato je $\omega_B = 0,01$ sr in $\omega_R = 0,0001$ sr.

Predhodna ocena

Izmerjena je bila fotopična efektivna obsevanost, ki je $4\,369 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$. To je enako osvetljenosti 2 984 luksov.

Svetlost tega vira je torej

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

Potrebna je nadaljnja ocena nevarnosti za mrežnico, oceniti pa je treba še morebitno nevarnost ultravijoličnega sevanja.

Radiometrični podatki

Izmerjene vrednosti efektivnega obsevanja so:

Efektivno obsevanje, $E_{\text{eff}} = 110 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

UVA obsevanje, $E_{\text{UVA}} = 915 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (modra svetloba), $E_B = 2\,329 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (toplotna poškodba),
 $E_R = 30\,172 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Poenostavljeni predpostavki

Efektivna sevnost (modra svetloba),
 $L_B = 2\,329 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 233 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Efektivna sevnost (toplotna poškodba),
 $L_R = 30\,172 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,0001 \text{ sr} = 302 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Primerjava z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti

Mejna vrednost a			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 110 \text{ } \mu\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost b			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 915 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je 3 ure
Vendar bo močna svetloba sijalke vsako epizodo izpostavljenosti verjetno omejila na okoli 0,25 sekunde.			
Mejna vrednost d			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $100 \text{ W m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$	→	$L_B = 233 \text{ W m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti je presežena
Zato bi bilo treba za izračun časa MPE uporabiti mejno vrednost c.			
Mejna vrednost c			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $L_B < 10^6 / t \text{ W m}^{-2}$	→	$t_{\text{max}} = 10^6 / L_B$	→ Čas MPE za ta vir je okoli 70 minut
Vendar bo močna svetloba sijalke vsako epizodo izpostavljenosti verjetno omejila na okoli 0,25 sekunde.			
Opomba: če je predvideno upiranje pogleda v vir, t_{max} temelji na mejni vrednosti $e = 100 / E_B$, oziroma okoli 40 sekund.			
Mejna vrednost g			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $280 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 302 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti je presežena na podlagi poenostavljene predpostavke, da je $\alpha > 0,1 \text{ rad}$
Če ponovno izračunamo mejno vrednost izpostavljenosti na podlagi dejanskega α ($= 5 \text{ mrad}$), je realnejša mejna vrednost izpostavljenosti $5600 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$. V tem primeru mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena.			

D.1.9 Žaromet za osvetljevanje zunanjih površin s kompaktno fluorescenčno sijalko



26 W kompaktna fluorescenčna sijalka, ki meri 3×13 cm, je vgrajena v svetilko, ki ima zadaj enostaven reflektor in prozoren pokrov. Namenjena je za namestitev na ograjo stavbe in osvetljevanje območja pod njo. Sijalka je najmočnejši del, ki oddaja emisije v tem nehomogenem viru.

Izbira mejnih vrednosti izpostavljenosti

Ta vrsta svetilke ne oddaja znatnih količin infrardečega sevanja. Nevarnost nastane zaradi izpostavljenosti vidnim ali ultravijoličnim valovnim dolžinam. Ultravijolične valovne dolžine so oslabiljene tudi zaradi plastičnega difuzorja. Uporablja se mejna vrednost **d**.

Geometrijski faktorji

Podatki o spektralnem obsevanju se merijo na razdalji 100 cm od svetilke, z gledanjem naravnost vanjo.

Primerjava z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti

Mejna vrednost a			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost b			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 2 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost d			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $100 \text{ W m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$	→	$L_B = 15 \text{ W m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena
Mejna vrednost g			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $280 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 503 \text{ W m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena

Vir ima povprečno dimenzijo 8 cm.
Zato je $\alpha = 0,08 \text{ rad}$.
Vir ima površino 39 cm^2 .
Zato je $\omega = 0,0039 \text{ sr}$.
Zato je $\omega_b = 0,01 \text{ sr}$ in $\omega_R = 0,0039 \text{ sr}$.

Predhodna ocena

Izmerjena je bila fotopična efektivna obsevanost, ki je $366 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}$. To je enako osvetljenosti 250 luksov.

Svetlost tega vira je torej $250/0,0039 = 64\,000 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$.

Potrebna je nadaljnja ocena nevarnosti za mrežnico.

Radiometrični podatki

Izmerjene vrednosti efektivnega obsevanja so:

Efektivno obsevanje, $E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$

UVA obsevanje, $E_{\text{UVA}} = 2 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (modra svetloba), $E_B = 149 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (toplotna poškodba),
 $E_R = 1\,962 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}$

Poenostavljeni predpostavki

Efektivna sevnost (modra svetloba),
 $L_B = 149 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2} / 0,01 \text{ sr} = 15 \text{ W m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$

Efektivna sevnost (toplotna poškodba),
 $L_R = 1\,962 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2} / 0,0039 \text{ sr} = 503 \text{ W m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$

D.1.10 Elektronski uničevalec mrčesa



Elektronski uničevalci mrčesa pogosto uporabljajo nizkotlačne živosrebrne sijalke, ki oddajajo v delu spektra UVA in modre svetlobe, da bi zvalili mrčes na mrežo pod visoko napetostjo. Ta zgled porabi 25 W in ima dve sijalki dimenzije 26×1 cm, ki sta nameščeni na vodoravni ploskvi in sta med seboj oddaljeni 10 cm.

Izbira mejnih vrednosti izpostavljenosti

Elektronski uničevalci mrčesa morajo biti v skladu s standardom za izdelke EN 60335-2-59, ki določa, da mora biti obsevanje UVR_{eff} na $1 \text{ m} \leq 1 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}$. Zato ni treba upoštevati mejne vrednosti **a**. Še vedno pa se uporablja mejna vrednost **b**. Ker to ni vir bele svetlobe, uporaba svetlosti kot kontrolnega ukrepa ni ustrezna. Vendar pa elektronski uničevalci mrčesa običajno proizvajajo malo vidnih dražljajev, zato ni treba upoštevati nevarnosti za mrežnico.

Geometrijski faktorji

Podatki o spektralnem obsevanju se merijo na razdalji 100 cm od elektronskega uničevalca mrčesa. Ker je elektronski uničevalec mrčesa pritrjen na steno, se podatki merijo približno v višini glave. Zato bo detektor glede na vodoravno ploskev obrnjen navzgor proti elektronskemu uničevalcu mrčesa pod kotom približno 30° . Ker so sijalke v elektronskem uničevalcu mrčesa v prerezu okrogle, se še vedno lahko domneva, da se jih glede na njihovo površino gleda pod kotom 90° .

Vsaka sijalka ima povprečno dimenzijo 13,5 cm.

Zato je $\alpha = 0,135 \text{ rad}$.

Vsaka sijalka ima navidezno površino 26 cm^2 .

Zato je $\omega = 0,0026 \text{ sr}$.

Zato je $\omega_B = 0,01 \text{ sr}$ in $\omega_R = 0,0026 \text{ sr}$.

Radiometrični podatki

Izmerjene vrednosti efektivnega obsevanja so:

Efektivno obsevanje, $E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$

UVA obsevanje, $E_{\text{UVA}} = 34 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (modra svetloba),
 $E_B = 17 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2} = 8,5 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}$ na sijalko

Efektivno obsevanje (toplotna poškodba),
 $E_R = 172 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2} = 86 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}$ na sijalko

Poenostavljeni predpostavki

Efektivna sevnost (modra svetloba),
 $L_B = 8,5 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2} / 0,01 \text{ sr} = 0,85 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$

Efektivna sevnost (toplotna poškodba),
 $L_R = 86 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2} / 0,0026 \text{ sr} = 33 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$

Primerjava z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti

Mejna vrednost a			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost b			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 34 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost d			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $100 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$	→	$L_B = 0,85 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena
Mejna vrednost g			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $280 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 33 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena

D.1.11 Stropni reflektor



Stropni reflektor ima 50 W volframovo halogensko sijalko v zaprti svetilki z dikroičnim reflektorjem in steklenim prednjim pokrovom. Zaprta svetilka ima premer 4 cm. Ko je prižgana, vir deluje homogeno.

Izbira mejnih vrednosti izpostavljenosti

Zaradi izpostavljenosti vidnim valovnim dolžinam lahko nastane katera koli nevarnost (volframove halogenske sijalke proizvajajo nekaj ultravijoličnega sevanja, vendar ima ta zgled prednji pokrov, ki zmanjša emisije). Uporabljata se mejni vrednosti **d** in **g**.

Geometrijski faktorji

Podatki o spektralnem obsevanju se merijo na razdalji 100 cm od svetilke, z gledanjem naravnost vanjo.

Vir ima povprečno dimenzijo 4 cm.

Zato je $\alpha = 0,04$ rad.

Vir ima površino 13 cm^2 .

Zato je $\omega = 0,001$ sr.

Zato je $\omega_b = 0,01$ sr in $\omega_R = 0,001$ sr.

Predhodna ocena

Izmerjena je bila fotopična efektivna obsevanost, ki je $484 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$. To je enako osvetljenosti 331 luksov.

Svetlost tega vira je torej $331/0,001 = 331\,000 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$.

Potrebna je nadaljnja ocena nevarnosti za mrežnico.

Radiometrični podatki

Izmerjene vrednosti efektivnega obsevanja so:

Efektivno obsevanje, $E_{\text{eff}} = 30 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

UVA obsevanje, $E_{\text{UVA}} = 12 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (modra svetloba), $E_b = 129 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (toplotna poškodba),
 $E_R = 2\,998 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Poenostavljeni predpostavki

Efektivna sevnost (modra svetloba),
 $L_b = 129 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 12,9 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Efektivna sevnost (toplotna poškodba),
 $L_R = 2\,998 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,001 \text{ sr} = 2\,998 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Primerjava z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti

Mejna vrednost a			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost b			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 12 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost d			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $100 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 12,9 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena
Mejna vrednost g			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 2\,998 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena

D.1.12 Namizna svetilka



Namizna svetilka ima standardno volframovo sijalko v spredaj odprti svetilki. Svetilka ima premer 17 cm. 60 W difuzno prevlečena sijalka ima premer 5,5 cm. Vir ni homogen, sijalka oddaja več emisij kot reflektor.

Vir ima površino 24 cm^2 .

Zato je $\omega = 0,0096 \text{ sr}$.

Zato je $\omega_B = 0,01 \text{ sr}$ in $\omega_R = 0,0096 \text{ sr}$.

Predhodna ocena

Izmerjena je bila fotopična efektivna obsevanost, ki je $522 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$. To je enako osvetljenosti 357 luksov.

Svetlost tega vira je torej $357/0,006 = 37\,188 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$. Potrebna je nadaljnja ocena nevarnosti za mrežnico.

Radiometrični podatki

Izmerjene vrednosti efektivnega obsevanja so:

Efektivno obsevanje, $E_{\text{eff}} = 50 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

UVA obsevanje, $E_{\text{UVA}} = 18 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (modra svetloba), $E_B = 92 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (toplotna poškodba),
 $E_R = 4\,815 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Poenostavljeni predpostavki

Efektivna sevnost (modra svetloba),
 $L_B = 92 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,1 \text{ sr} = 0,92 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Efektivna sevnost (toplotna poškodba),
 $L_R = 4\,815 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,0096 \text{ sr} = 501 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Izbira mejnih vrednosti izpostavljenosti

Zaradi izpostavljenosti vidnim valovnim dolžinam lahko nastane katera koli nevarnost (volframove žarilne nitke proizvajajo nekaj emisij ultravijoličnega sevanja, vendar stekleni ovoj deluje kot filter). Uporabljata se mejni vrednosti **d** in **g**.

Geometrijski faktorji

Podatki o spektralnem obsevanju se merijo na razdalji 50 cm od svetilke, z gledanjem naravnost vanjo.

Vir ima povprečno dimenzijo 5,5 cm.
Zato je $\alpha = 0,11 \text{ rad}$.

Primerjava z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti

Mejna vrednost a			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 50 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost b			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 18 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost d			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $100 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_B = 0,92 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena
Mejna vrednost g			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 501 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena

D.1.13 Namizna svetilka s spektrom dnevne svetlobe



Namizna svetilka ima 60 W volframovo sijalko v spredaj odprti svetilki. Sijalka je obarvana, da posnema barvne lastnosti naravne dnevne svetlobe, vendar nima prevleke za difuzno prepuščanje svetlobe. Svetilka ima premer 14 cm. Vir ni homogen. Ko je sijalka prižgana, je žarilna nitka

jasno vidna. Dimenzije žarilne nitke je težko opisati, vendar je dolga približno 3 cm in ima premer približno 0,5 mm.

Izbira mejnih vrednosti izpostavljenosti

Zaradi izpostavljenosti vidnim valovnim dolžinam lahko nastane katera koli nevarnost (volframove žarilne nitke proizvajajo nekaj emisij ultravijoličnega sevanja, vendar stekleni ovoj deluje kot filter). Uporabljata se mejni vrednosti **d** in **g**.

Geometrijski faktorji

Podatki o spektralnem obsevanju se merijo na razdalji 50 cm od svetilke, z gledanjem naravnost vanjo.

Žarilna nitka ima povprečno dimenzijo 1,5 cm.

Zato je $\alpha = 0,03$ rad.

Žarilna nitka ima površino 0,15 cm².

Zato je $\omega = 0,00006$ sr.

Zato je $\omega_b = 0,01$ sr in $\omega_R = 0,0001$ sr.

Predhodna ocena

Izmerjena je bila fotopična efektivna obsevanost, ki je 559 mW·m⁻². To je enako osvetljenosti 383 luksov.

Svetlost tega vira je torej $382/0,00006 = 6\,000\,000$ cd·m⁻².

Potrebna je nadaljnja ocena nevarnosti za mrežnico.

Radiometrični podatki

Izmerjene vrednosti efektivnega obsevanja so:

Efektivno obsevanje, $E_{\text{eff}} = 110 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

UVA obsevanje, $E_{\text{UVA}} = 26 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (modra svetloba), $E_b = 138 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (toplotna poškodba),

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

Poenostavljeni predpostavki

Efektivna sevnost (modra svetloba),

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

Efektivna sevnost (toplotna poškodba),

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

Primerjava z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti

Mejna vrednost a			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 110 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost b			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 26 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost d			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 14 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena
Mejna vrednost g			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 52 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena

D.1.14 Fotokopirni stroj



Fotokopirni stroj vsebuje čitalni svetlobni vir v obliki dveh osvetljenih trakov. Trakova sta dolga 21 cm in med seboj oddaljena 1,5 cm: vidna sta na levi strani steklenega pokrova fotokopirnega stroja na sliki desno. Vsak osvetljeni trak je širok približno 3 mm.

Izbira mejnih vrednosti izpostavljenosti

Zaradi izpostavljenosti vidnim valovnim dolžinam lahko nastane katera koli nevarnost (stekleni pokrov naj bi zmanjšal morebitne emisije ultravijoličnega sevanja). Uporabljata se mejni vrednosti **d** in **g**.

Geometrijski faktorji

Podatki o spektralnem obsevanju se merijo na razdalji 30 cm od steklenega pokrova. Razdalja med steklenim pokrovom in virom optičnega sevanja je zanemarljiva. Meritve se opravijo z neposrednim gledanjem v vir: to je

pesimističen pristop, saj je verjetneje, da je človek sevanju izpostavljen pod kotom.

Vsak vir ima povprečno dimenzijo 10,7 cm.

Zato je $\alpha = 0,36$ rad.

Vsak vir ima površino 6,3 cm².

Zato je $\omega = 0,007$ sr.

Zato je $\omega_B = 0,01$ sr in $\omega_R = 0,007$ sr.

Predhodna ocena

Izmerjena je bila fotopična efektivna obsevanost, ki je 197 mW·m⁻². Izmerjena je bila za 2 trakova: ker je vsak trak ločeni vidni vir, vsak prispeva 98,5 mW·m⁻² k celoti. To je enako osvetljenosti 67 luksov na sijalko.

Svetlost tega vira je torej $67/0,007 = 9\,643$ cd·m⁻².

Nadaljnja ocena ni potrebna.

Radiometrični podatki

Izmerjene vrednosti efektivnega obsevanja so:

Efektivno obsevanje, $E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

UVA obsevanje, $E_{\text{UVA}} = 22 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (modra svetloba),
 $E_B = 124 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} = 62 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ na trak

Efektivno obsevanje (toplotna poškodba),
 $E_R = 1\,606 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} = 803 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ na trak

Poenostavljeni predpostavki

Efektivna sevnost (modra svetloba),

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

Efektivna sevnost (toplotna poškodba),

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

Primerjava z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti

Mejna vrednost a			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost b			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 22 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost d			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $100 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_B = 6,2 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena
Mejna vrednost g			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 115 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena

D.1.15 Namizni digitalni projektor



150 W projektor ima sprednjo projekcijsko lečo s premerom 4,7 cm.

Glej tudi zgled D 1.16.

Projektor ustvari sliko z mešanjem treh osnovnih barv. Najslabše je, če so prisotne vse tri osnovne barve – tj. ko je projicirana bela slika. Za ustvarjanje bele slike se lahko uporablja paket grafične programske opreme. Podatki o spektralnem obsevanju se merijo na razdalji 200 cm od projektorja, pri čemer je projektor fokusiran tako, da na tej razdalji ustvari najmanjšo možno ostro sliko. Projekcijska leča ima navidezni premer 4,7 cm. Vendar pa se med uporabo zdi, da leča ni homogeno osvetljena. Glavno območje osvetlitve meri po širini približno 3 cm.

Izbira mejnih vrednosti izpostavljenosti

Ta vrsta vira ne oddaja merljivih količin ultravijoličnega ali infrardečega sevanja, zato nevarnost nastane zaradi izpostavljenosti vidnim valovnim dolžinam. Uporabljata se mejni vrednosti izpostavljenosti **d** in **g**.

Geometrijski faktorji

Z mešanjem treh osnovnih barv nastajajo barvne slike. Najslabše je, če so prisotne vse tri osnovne barve – bela slika. Podatki o spektralnem obsevanju se merijo na razdalji 200 cm od svetilke, z gledanjem naravnost vanjo.

Vir ima povprečno dimenzijo 3 cm.

Zato je $\alpha = 0,02$ rad.

Vir ima površino 7 cm².

Zato je $\omega = 0,0001$ sr.

Zato je $\omega_B = 0,01$ sr in $\omega_R = 0,0001$ sr.

Predhodna ocena

Izmerjena je bila fotopična efektivna obsevanost, ki je 2 984 mW·m⁻². To je enako osvetljenosti 2 038 luks. Svetlost tega vira je torej 2 038/0,0001 = 20 000 000 cd·m⁻².

Potrebna je nadaljnja ocena nevarnosti za mrežnico.

Radiometrični podatki

Izmerjene vrednosti efektivnega obsevanja so:

Efektivno obsevanje, $E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

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

Efektivno obsevanje (modra svetloba), $E_B = 2 237 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (toplotna poškodba),
 $E_R = 24 988 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Poenostavljeni predpostavki

Efektivna sevnost (modra svetloba),
 $L_B = 2 237 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,01 \text{ msr} = 224 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Efektivna sevnost (toplotna poškodba),
 $L_R = 24 988 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,0001 \text{ msr} = 250 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Primerjava z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti

Mejna vrednost a			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \text{ } \mu\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost b			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 1 \text{ mW} \cdot \text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost d			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $100 \text{ W m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$	→	$L_B = 224 \text{ W m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti je presežena
Zato bi bilo treba za izračun časa MPE uporabiti mejno vrednost c			
Mejna vrednost c			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $L_B < 10^6 / t \text{ W m}^{-2}$	→	$t_{\text{max}} = 10^6 / L_B$	→ Čas MPE za ta vir je okoli 70 minut
Vendar bo močna svetloba tega vira vsako epizodo izpostavljenosti verjetno omejila na okoli 0,25 sekunde.			
Mejna vrednost g			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $280 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 250 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena

D.1.16 Prenosni digitalni projektor



180 W projektor ima sprednjo projekcijsko lečo s premerom 3,5 cm. Glej tudi zgled D1.15

Projektor ustvari sliko z mešanjem treh osnovnih barv. Najslabše je, če so prisotne vse tri barve – tj. ko je projicirana bela slika. Za ustvarjanje bele slike se lahko uporablja paket grafične programske opreme. Podatki o spektralnem obsevanju se merijo na razdalji 200 cm od projektorja, pri čemer je projektor fokusiran tako, da na tej razdalji ustvari najmanjšo možno ostro sliko. Projekcijska leča ima premer 3,5 cm in med uporabo deluje homogeno.

Izbira mejnih vrednosti izpostavljenosti

Ta vrsta vira ne oddaja merljivih količin ultravijoličnega ali infrardečega sevanja, zato nevarnost nastane zaradi izpostavljenosti vidnim valovnim dolžinam. Uporabljata se mejni vrednosti izpostavljenosti **d** in **g**.

Geometrijski faktorji

Z mešanjem treh osnovnih barv nastajajo barvne slike. Najslabše je, če so prisotne vse tri osnovne barve – bela

slika. Podatki o spektralnem obsevanju se merijo na razdalji 200 cm od svetilke, z gledanjem naravnost vanjo.

Vir ima povprečno dimenzijo 3,5 cm.

Zato je $\alpha = 0,02$ rad.

Vir ima površino 9,6 cm².

Zato je $\omega = 0,0002$ sr.

Zato je $\omega_b = 0,01$ sr in $\omega_R = 0,0002$ sr.

Predhodna ocena

Izmerjena je bila fotopična efektivna obsevanost, ki je 681 mW·m⁻². To je enako osvetljenosti 465 luksov.

Svetlost tega vira je torej $465/0,0002 = 2\,325\,000$ cd·m⁻².

Potrebna je nadaljnja ocena nevarnosti za mrežnico.

Radiometrični podatki

Izmerjene vrednosti efektivnega obsevanja so:

Efektivno obsevanje, $E_{\text{eff}} = >10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

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

Efektivno obsevanje (modra svetloba), $E_b = 440 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (toplotna poškodba),
 $E_R = 5\,333 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Poenostavljeni predpostavki

Efektivna sevnost (modra svetloba),

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

Efektivna sevnost (toplotna poškodba),

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

Primerjava z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti

Mejna vrednost a			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost b			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 1 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost d			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 44 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena
Mejna vrednost g			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 27 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena

D.1.17 Digitalna interaktivna tabla

Stenska digitalna interaktivna tabla ima dimenzije 113×65 cm.

Izbira mejnih vrednosti izpostavljenosti

Ta vrsta vira ne oddaja merljivih količin ultravijoličnega ali infrardečega sevanja, zato nevarnost nastane zaradi izpostavljenosti vidnim valovnim dolžinam. Uporablja se mejna vrednost **d**.

Geometrijski faktorji

Interaktivna tabla meša tri osnovne barve za proizvodnjo barvnih slik. Najslabše je, če so prisotne vse tri osnovne barve – bela slika. Podatki o spektralnem obsevanju se merijo na razdalji 200 cm od vira, z gledanjem naravnost vanj.

Vir ima povprečno dimenzijo 89 cm.

Zato je $\alpha = 0,45$ rad.

Vir ima površino $7\,345\text{ cm}^2$.

Zato je $\omega = 0,18$ sr.

Zato je $\omega_B = 0,18$ sr in $\omega_R = 0,18$ sr.

Predhodna ocena

Izmerjena je bila fotopična efektivna obsevanost, ki je $11\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$. To je enako osvetlitveni 8 luksov.

Svetlost tega vira je torej $8/0,18 = 44\text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$.

Nadaljnja ocena ni potrebna.

Radiometrični podatki

Izmerjene vrednosti efektivnega obsevanja so:

Efektivno obsevanje, $E_{\text{eff}} < 10\text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

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

Efektivno obsevanje (modra svetloba), $E_B = 10\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (toplotna poškodba), $E_R = 112\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Poenostavljeni predpostavki

Efektivna sevnost (modra svetloba),
 $L_B = 10\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,18\text{ sr} = 56\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Efektivna sevnost (toplotna poškodba),
 $L_R = 112\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,18\text{ sr} = 0,6\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Primerjava z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti

Mejna vrednost a			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{eff}} = 30\text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} < 10\text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost b			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{UVA}} = 10^4\text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 250\text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost d			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $100\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_B = 56\text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena
Mejna vrednost g			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $280\text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 0,6\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena

D.1.18 Stropna ugreznjena kompaktna fluorescenčna sijalka



Dve 2 cm × 13 cm 26 W kompaktni fluo- rescenčni sijalki sta vgrajeni v spredaj odprto svetilko, ugre- znjeno v strop. Svetilka ima zadaj reflektor in premer 17 cm. Reflektor

je visoke kakovosti, vir pa deluje skoraj homogen. Ocenjena bo, kot da ni homogena, zato bo ocena previdna.

Izbira mejnih vrednosti izpostavljenosti

Ta vrsta svetilke ne oddaja znatnih količin infrarde- čega sevanja. Nevarnost nastane zaradi izpostavljenosti vidnim ali ultravijoličnim valovnim dolžinam. Uporabljajo se mejne vrednosti **a**, **b** in **d**.

Geometrijski faktorji

Podatki o spektralnem obsevanju se merijo na razdalji 100 cm od svetilke, z gledanjem neposredno vanjo.

Vsaka sijalka ima povprečno dimenzijo 7,5 cm.

Zato je $\alpha = 0,075$ rad.

Vsaka sijalka ima površino 26 cm².

Zato je $\omega = 0,0026$ sr.

Zato je $\omega_b = 0,01$ sr in $\omega_r = 0,0026$ sr.

Predhodna ocena

Izmerjena je bila fotopična efektivna obsevanost, ki je 1 558 mW·m⁻². Izmerjena je bila za 2 sijalki: Ker je vsaka sijalka ločeni vidni vir, vsaka prispeva 779 mW·m⁻² k celoti. To je enako osvetljenosti 532 luksov na sijalko.

Svetlost vsake sijalke je torej $532/0,0026 = 204\,615$ cd·m⁻².

Potrebna je nadaljnja ocena nevarnosti za mrežnico. Treba je še vedno oceniti ultravijolično sevanje.

Radiometrični podatki

Izmerjene vrednosti efektivnega obsevanja so:

Efektivno obsevanje, $E_{\text{eff}} = 40 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

UVA obsevanje, $E_{\text{UVA}} = 55 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (modra svetloba),
 $E_b = 321 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} = 161 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ na sijalko.

Efektivno obsevanje (toplotna poškodba),
 $E_R = 5\,580 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} = 2\,790 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ na sijalko.

Poenostavljeni predpostavki

Efektivna sevnost (modra svetloba),
 $L_b = 161 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 16 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Efektivna sevnost (toplotna poškodba),
 $L_R = 2\,790 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,0026 \text{ sr} = 1\,073 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Primerjava z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti

Mejna vrednost a			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 40 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost b			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 55 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost d			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $100 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 16 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena
Mejna vrednost g			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 1073 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena

D.1.19 Indikacijska LED dioda

Zelene LED diode se uporabljajo kot indikatorji na računalniški tipkovnici. Vsaka LED dioda je ločeni vir, ki meri 1×4 mm.



Izbira mejnih vrednosti izpostavljenosti

LED diode oddajajo samo v ozkem pasu valovnih dolžin: ker je ta dioda zelena, ni nobenih emisij v ultravijoličnem ali infrardečem območju. Uporablja se samo mejna vrednost **d**.

Geometrijski faktorji

Podatki o spektralnem obsevanju se merijo na razdalji 5 mm od LED diode, z gledanjem naravnost vanjo.

Svetilka ima povprečno dimenzijo 2,5 mm.

Zato je $\alpha = 0,5$ rad.

Svetilka ima površino 4 mm^2 .

Zato je $\omega = 0,16$ sr.

Zato je $\omega_b = 0,16$ sr in $\omega_r = 0,16$ sr.

Predhodna ocena

Izmerjena je bila fotopična efektivna obsevanost, ki je $30 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$. To je enako osvetljenosti 20 luksov.

Svetlost tega vira je torej $20/0,16 = 125 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$.

Nadaljnja ocena ni potrebna.

Zahtevani podatki

Izmerjene vrednosti efektivnega obsevanja so:

Efektivno obsevanje, $E_{\text{eff}} < 10 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

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

Efektivno obsevanje (modra svetloba), $E_b = 190 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (toplotna poškodba), $E_R = 35 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Poenostavljeni predpostavki

Efektivna sevnost (modra svetloba),
 $L_b = 190 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}/0,16 \text{ sr} = 1,2 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Efektivna sevnost (toplotna poškodba),
 $L_R = 35 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,16 \text{ sr} = 0,22 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Primerjava z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti

Mejna vrednost a			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} < 10 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost b			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 40 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost d			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $100 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 1,2 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena
Mejna vrednost g			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 0,22 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena

D.1.20 Dlančnik

Dlančnik (PDA – osebni digitalni pomočnik) ima zaslon, ki meri 5 cm × 3,5 cm.



Izbira mejnih vrednosti izpostavljenosti

Zaslon dlančnika ne oddaja znatnih količin ultravijoličnega ali infrardečega sevanja. Nevarnost nastane zaradi izpostavljenosti vidnim valovnim dolžinam. Uporablja se mejna vrednost **d**.

Geometrijski faktorji

Zaslon meša tri osnovne barve za proizvodnjo barvnih slik. Najslabše je, če so prisotne vse tri osnovne barve – bela slika. Podatki o spektralnem obsevanju se merijo na

razdalji 2 cm od zaslona, ki je čim bolj bel, z gledanjem naravnost vanj.

Vir ima povprečno dimenzijo 4,25 cm.

Zato je $\alpha = 2,1$ rad.

Vir ima površino 17,5 cm².

Zato je $\omega = 4,4$ sr.

Zato je $\omega_b = 4,4$ sr in $\omega_R = 4,4$ sr.

Predhodna ocena

Izmerjena je bila fotopična efektivna obsevanost, ki je 47 mW·m⁻². To je enako osvetljenosti 32 luksov.

Svetlost tega vira je torej $32/4,4 = 7,3$ cd·m⁻².

Nadaljnja ocena ni potrebna.

Zahtevani podatki

Izmerjene vrednosti efektivnega obsevanja so:

Efektivno obsevanje, $E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

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

Efektivno obsevanje (modra svetloba), $E_b = 27 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (toplotna poškodba), $E_R = 330 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Poenostavljeni predpostavki

Efektivna sevnost (modra svetloba),

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

Efektivna sevnost (toplotna poškodba),

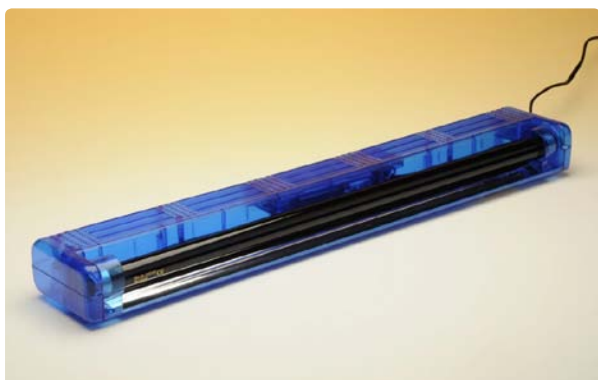
$L_R = 330 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/4,4 \text{ sr} = 75 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Primerjava z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti

Mejna vrednost a			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost b			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 30 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost d			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 6 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena
Mejna vrednost g			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 75 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena

D.1.21 Črna UVA sijalka

Črne UVA sijalke so pogosto nizkotlačne živosrebrne sijalke, ki oddajajo v območju UVA z zelo malo vidnimi emisijami. Uporabljajo se za spodbujanje fluorescence za različne namene (neporušitveno preskušanje, odkrivanje ponaredkov, označevanje premoženja, zabavni učinki). Ta zgled obsega eno 20 W sijalko, ki meri $55 \times 2,5$ cm. Sijalka je nameščena na odprti letvi (tj. brez steklenega/plastičnega pokrova čez sijalko).



Izbira mejnih vrednosti izpostavljenosti

Ta vir je podoben fluorescenčni sijalki, vendar je oddajanje vidne svetlobe zadušeno v prid UVA svetlobi. Zato ni treba upoštevati nevarnosti za mrežnico, uporabljata pa se mejni vrednosti **a** and **b**. Ocena svetlosti ni ustrezna, saj to ni vir bele svetlobe.

Geometrijski faktorji

Podatki o spektralnem obsevanju se merijo na razdalji 50 cm od sijalke.

Sijalka ima povprečno dimenzijo 29 cm.

Zato je $\alpha = 0,575$ rad.

Vsaka sijalka ima navidezno površino 138 cm^2 .

Zato je $\omega = 0,055$ sr.

Zato je $\omega_B = 0,055$ sr in $\omega_R = 0,055$ sr.

Radiometrični podatki

Izmerjene vrednosti efektivnega obsevanja so:

Efektivno obsevanje, $E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

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

Efektivno obsevanje (modra svetloba), $E_B = 3 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$.

Efektivno obsevanje (toplotna poškodba), $E_R = 14 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Poenostavljeni predpostavki

Efektivna sevnost (modra svetloba),
 $L_B = 3 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,055 \text{ sr} = 55 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Efektivna sevnost (toplotna poškodba),
 $L_R = 14 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,055 \text{ sr} = 255 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Primerjava z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti

Mejna vrednost a			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost b			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 176 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost d			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $100 \text{ W m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_B = 55 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena
Mejna vrednost g			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 255 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena

D.1.22 Cestna svetilka z metalhalogeno sijalko



Cestna svetilka ima 150 W metalhalogeno sijalko, vgrajeno v ohišje, obdano s srebrno kovinsko rešetko. Rešetke so usmerjene navzdol in so med sabo oddaljene 2,5 cm. Sama sijalka meri približno 1×2 cm in je vgrajena

v drugi ovoj, ki meri 8×5 cm. Celotna svetilka je zaprta v cilindrično plastično ohišje, zaščiteno pred vremenskimi vplivi. Vir ni homogen – najsvetlejšo območje je notranja sijalka. Mogoče je gledati neposredno v sijalko, z gledanjem navzgor med rešetkami pod ustreznim kotom.

okoli 7 m. Vendar se bodo podatki spektralnega obsevanja merili na razdalji 100 cm od sijalke, z gledanjem navzgor skozi rešetko.

Obločnica ima povprečno dimenzijo 1,5 cm.

Zato je $\alpha = 0,015$ rad.

Vir ima površino 2 cm^2 .

Zato je $\omega = 0,0002$ sr.

Zato je $\omega_B = 0,01$ sr in $\omega_R = 0,0002$ sr.

Predhodna ocena

Izmerjena je bila fotopična efektivna obsevanost, ki je $327 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$. To je enako osvetljenosti 223 luksov.

Svetlost tega vira je torej $223/0,0002 = 1\,115\,000 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$.

Potrebna je nadaljnja ocena nevarnosti za mrežnico, oceniti pa je treba še morebitno nevarnost ultravijoličnega sevanja.

Izbira mejnih vrednosti izpostavljenosti

Nevarnost nastane zaradi izpostavljenosti vidnim ali morda ultravijoličnim valovnim dolžinam. Metalhalogene sijalke proizvajajo obilo ultravijoličnega sevanja: ta zgled ima zunanji ovoj, ki lahko zmanjša emisije, in svetilka ima pokrov, ki zmanjša emisije, vendar lahko še vedno oddaja dovolj UVA sevanja, da povzroča zaskrbljenost. Uporabljajo se mejne vrednosti **b**, **d** in **g**.

Geometrijski faktorji

Ker je ohišje sijalke namenjeno namestitvi na vrh droga svetilke, je najslabši možni scenarij izpostavljenosti (tj. gledanje neposredno skozi rešetko) mogoč le na razdalji

Radiometrični podatki

Izmerjene vrednosti efektivnega obsevanja so:

Efektivno obsevanje, $E_{\text{eff}} = 7 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

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

Efektivno obsevanje (modra svetloba), $E_B = 86 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Efektivno obsevanje (toplotna poškodba),
 $E_R = 1\,323 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Poenostavljeni predpostavki

Efektivna sevnost (modra svetloba),
 $L_B = 86 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 8,6 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Efektivna sevnost (toplotna poškodba),
 $L_R = 1\,323 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,0002 \text{ sr} = 6,7 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Primerjava z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti

Mejna vrednost a			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 7 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost b			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 29 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Čas MPE je > 8 ur
Mejna vrednost d			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_B = 8,6 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena
Mejna vrednost g			
Mejna vrednost izpostavljenosti je $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 6,7 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena

D.1.23 Povzetek podatkov iz zgledov

Podatke, predstavljene v zgornjih 18 zgledih, se lahko primerja z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti z deljenjem efektivne sevnosti ali 8-urne izpostavljenosti

sevanju z ustrezno mejno vrednostjo izpostavljenosti. Te vrednosti so navedene spodaj: vrednosti, ki so bile $< 1\%$ mejnih vrednosti izpostavljenosti, niso nadalje obravnavane. Vrednosti > 1 so prikazane v rdeči barvi.

Vir	Razdalja	Vrednost nevarnosti (razmerje emisije glede na mejno vrednost izpostavljenosti)				
		Svetlost	Efektivno ultravijolično sevanje (mejna vrednost a)	UVA sevanje (mejna vrednost b)	Nevarnost modre svetlobe (mejna vrednost d)	Toplotna nevarnost za mrežnico (mejna vrednost g)
Fluorescenčne sijalke za osvetljevanje območja (za difuzorjem)	100 cm	0,15	$< 0,01$	0,05	0,01	$< 0,01$
Fluorescenčne sijalke za osvetljevanje območja (brez difuzorja)	100 cm	3,7	0,58	0,35	0,19	$< 0,01$
Štiri fluorescenčne sijalke za osvetljevanje območja (brez difuzorja)	100 cm	2,8	1,0	0,33	0,13	$< 0,01$
Zaslon s katodno cevjo	10 cm	$< 0,01$	0,12	0,02	$< 0,01$	$< 0,1$
Zaslon prenosnega računalnika	10 cm	$< 0,01$	0,07	0,01	$< 0,01$	$< 0,01$
Žaromet z metalhalogeno sijalko	100 cm	15 000	0,1	2,6	2,3	1,08
Kompaktni fluorescenčni žarometi	100 cm	6,4	0,01	$< 0,01$	0,15	$< 0,01$
Uničevalec mrčesa	100 cm	Se ne uporablja	0,01	0,10	$< 0,01$	$< 0,1$
Volframov halogenski reflektor	100 cm	33,1	0,03	0,04	0,13	0,01
Namenska svetloba	50 cm	3,7	0,05	0,05	$< 0,01$	$< 0,01$
Namenska svetloba (dnevna svetloba)	50 cm	600	0,11	0,08	0,14	0,19
Fotokopirni stroj	30 cm	0,96	0,01	0,06	0,06	$< 0,01$
Namizni projektor	200 cm	2 000	0,03	$< 0,01$	2,2	0,89
Prenosni projektor	200 cm	233	$< 0,01$	$< 0,01$	0,44	0,10
Interaktivna tabla	200 cm	$< 0,01$	$< 0,01$	$< 0,01$	$< 0,01$	$< 0,01$
Kompaktne fluorescenčne sijalke za osvetljevanje območja	100 cm	20	0,04	0,16	0,16	$< 0,01$
Indikacijske LED diode	0,5 cm	$< 0,01$	$< 0,01$	$< 0,01$	$< 0,01$	$< 0,01$
Dlančnik	2 cm	$< 0,01$	$< 0,01$	$< 0,01$	$< 0,01$	$< 0,01$
Črna UVA sijalka	50 cm	Se ne uporablja	0,03	0,51	$< 0,01$	$< 0,01$
Cestna razsvetljava	100 cm	112	$< 0,01$	0,08	0,09	0,02

Tabela kaže, da v nobenem primeru, kjer je bila svetlost vira $< 10^4 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$, ne bi bila presežena nobena od mejnih vrednosti izpostavljenosti za mrežnico (**d** in **g**). Tudi ko je svetlost vira presegla $10^4 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$, se je pri večini virov posledično pokazalo, da ne predstavljajo nevarnosti za mrežnico.

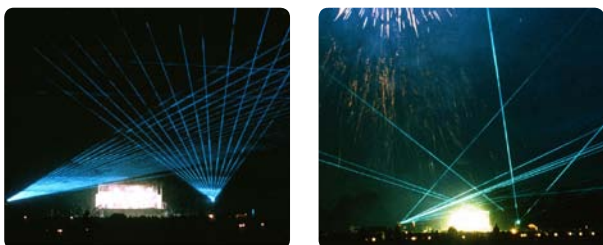
Od virov, preučenih v priročniku, je samo za žaromet z metalhalogeno sijalko in namizni projektor obstajala verjetnost preseganja mejnih vrednosti izpostavljenosti. V večini primerov so bile določene mejne vrednosti izpostavljenosti za zaščito mrežnice naslednje: naknadni izračuni (glej posamezne zgleda) kažejo, da mejne vrednosti

izpostavljenost dejansko verjetno ne bodo presežene zaradi odziva na gledanje v svetlobo in preveč konservativnih pogojev prvotne ocene. To ne pomeni, da s temi viri ni treba ravnati previdno, saj je mogoče, da ne bo odziva na svetlobo. Če je vir v obrobem vidnem polju, odzivi na svetlobo morda ne bodo spodbujeni. Zato bi lahko bile mejne vrednosti izpostavljenosti presežene.

V priročniku sta bili preučeni dve zelo podobni, spredaj odprti stropni svetilki s fluorescenčnimi sijalkami. Pomembno je, da se je pri svetilnih ravneh okoli 1 100–1 200 luksov ena svetilka približala efektivni mejni vrednosti ultravijoličnega sevanja, druga pa ne. Ta razlika je posledica tega, da fluorescenčne sijalke od različnih proizvajalcev in kaže na to, da imajo lahko na videz podobne sijalke zelo različne ravni nenamernih emisij.

Različne ravni emisij podobnih virov se kažejo tudi pri primerjavi preučениh projektorjev. Čeprav je namizni projektor manj močan, se je izkazal (ob predpostavki glede območja vira) kot bolj nevaren od prenosnega projektorja.

D.2 Laserska predstava



Laserji se v zabavni industriji kot podpora izvajanju glasbe v živo in posneti glasbi uporabljajo že od 70-ih let prejšnjega stoletja. Glavna skrb je izpostavljenost gledalcev laserskemu sevanju, ki presega mejne vrednosti izpostavljenosti. Vendar Direktiva zahteva samo upoštevanje izpostavljenosti delavcev. Ta primer preučuje namestitev in izvajanje laserske predstave na začasnem dogodku. Načeloma pa lahko velja za vsako lasersko predstavo.

D.2.1 Nevarnosti in ogroženi ljudje

Edina nevarnost, ki je tukaj upoštevana, je laserski žarek. Druge nevarnosti lahko predstavljajo večje tveganje poškodbe ali celo smrti.

Številne laserske predstave uporabljajo laserje razreda 4. Po definiciji bo moč sevanja preseгла 500 mW. Ob

predpostavki, da pride do enkratne nenamerne izpostavljenosti oči laserskemu žarku, je lahko mejna vrednost izpostavljenosti določena s pomočjo tabele 2.2 Priloge II k Direktivi.

Mejna vrednost izpostavljenosti je $18 \text{ t}^{0,75} \text{ J m}^{-2}$ za valovne dolžine med 400 in 700 nm. Z nadomestitvijo za $t = 0,25 \text{ s}$ je mejna vrednost izpostavljenosti $6,36 \text{ J m}^{-2}$. Ker je laserski žarek najverjetneje neprekinjen, je koristno to izpostavljenost sevanju pretvoriti v obsevanje tako, da se jo deli s trajanjem izpostavljenosti (0,25 s). Tako je dobljena mejna vrednost izpostavljenosti za obsevanje $25,4 \text{ W m}^{-2}$.

Mejna odprtina za izpostavljenost oči pri vidnih laserskih žarkih je 7 mm. Zato je mogoče določiti največjo moč, dovoljeno pri tej 7 mm veliki odprtini, za zagotovitev, da mejna vrednost izpostavljenosti ni presežena. To se izračuna z množenjem mejne vrednosti izpostavljenosti z območjem 7 mm odprtine. Predvideva se, da je odprtina okrogla, tako da je območje $3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$. Zmnožek $25,4 \text{ W m}^{-2}$ in $3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ da rezultat okoli 0,001 W oziroma 1 mW.



Mejna vrednost izpostavljenosti bo presežena za faktor najmanj 500, tj. število mW nad 1 mW, če ima laserski žarek premer 7 mm ali manj.

Ta ocena kaže, da žarek ne sme biti usmerjen v oči delavca, razen, če se je žarek dovolj razpršil, da je obsevanje manjše od vrednosti $25,4 \text{ W m}^{-2}$.

V nadaljevanju je predlagan seznam delavcev, ki so lahko v nevarnosti med fazami življenjskega cikla nameščenega laserja. Upoštevanje so samo tiste faze življenjskega cikla, ko se laserski žarek oddaja.

Uravnavanje žarka
Inženir za namestitev laserja
Upravljaec laserja
Drugi inženirji za namestitev
Varnostno osebje
Osebje na kraju dogodka
Laserska predstava
Upravljaec laserja
Inženirji za razsvetljavo in mešalno mizo
Izvajalci
Varnostno osebje
Osebje na kraju dogodka
Prodajalci

Laserske predstave redko vključujejo statične laserske žarke. Vzorci skeniranja nastanejo s premikanjem laserskega žarka, večinoma z računalniško nadzorovanimi pravokotnimi galvanometri z zrcali. Številni vzorci skeniranja pa zahtevajo, da je določeno mesto večkrat skenirano, zato lahko oko osebe prejme izbruh laserskih impulzov, ko vzorec potuje čez njen obraz.

Če se uporablja impulzni laser, mora ocena upoštevati, ali je lahko mejna vrednost izpostavljenosti presežena pri izpostavljenosti enemu samemu impulzu laserskega sevanja na dostopnem mestu, kot tudi zaporedju impulzov.

D.2.2 Ocena in prednostno razvrščanje tveganj

Ocena morebitne izpostavljenosti glede na mejno vrednost izpostavljenosti kaže, da bo mejna vrednost izpostavljenosti verjetno presežena. Za laser z močjo 500 mW se lahko določi tudi čas, potreben za učinkovitost kontrolnega ukrepa. IEC TR 60825-3 predlaga, da je treba upoštevati čas od nastanka napake do učinkovitosti kontrolnega ukrepa.

Ob predpostavki, da žarek vsebuje 500 mW, je obsevanje $0,5 \text{ W}/3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$, oziroma okoli $13\,000 \text{ W m}^{-2}$. Ker so mejne vrednosti izpostavljenosti izražene v izpostavljenosti sevanju (J m^{-2}) za trajanje izpostavljenosti, krajše od 10 s, se lahko obsevanje pretvori v izpostavljenost sevanju tako, da se pomnoži s trajanjem izpostavljenosti: $13\,000 \times t \text{ J m}^{-2}$.

Vrednost t je določena z izračunom za vsako mejno vrednost izpostavljenosti kot funkcijo časa, dokler ni t v območju veljavnosti za mejno vrednost izpostavljenosti. To je določeno kot $3,8 \times 10^{-7} \text{ s}$ z uporabo mejne vrednosti izpostavljenosti $5 \times 10^{-3} \text{ J m}^{-2}$ v časovnem okviru 10^{-9} do $1,8 \times 10^{-5} \text{ s}$.



Za laser z nemoduliranim valom z močjo 500 mW bi moral biti kontrolni ukrep, ki bi zagotovil, da mejna vrednost izpostavljenosti za oči ni presežena, učinkovit v $0,38 \mu\text{s}$.

To kaže na to, da bi moralo biti izogibanje laserskemu žarku zelo pomembno.

D.2.3 Odločanje o preprečevalnih ukrepih in ukrepanje.

Ker laserski žarek predstavlja veliko nevarnost poškodbe, je pomembno, da je tveganje zaradi izpostavljenosti oči čim manjše. Vendar pa mora biti laserski žarek za doseganje nameranih zabavnih učinkov viden bodisi v zraku ali kot odsev od zaslona. Zato je treba tveganje obvladovati tako, da delavci niso na poti žarka. V nadaljevanju so predlagani načini obvladovanja tveganja.

Upravljalci laserjev in pomožno osebje bi morali biti ustrezno usposobljeni.

Med uravnavanjem je lahko prisotno najmanjše možno število ljudi.

Vse žarke je treba usmeriti v nezasedena območja.

Laserji in ostala oprema, vključno z odbojnimi zrcali, morajo biti ustrezno pritrjeni, da med predstavo ne pride do neustreznih premikov opreme.

Poti žarka je treba zagraditi s fizično zaporo in zagotoviti, da žarek ni usmerjen v zasedena območja. Računalniške zapore se lahko uporabi samo, če ustrezajo ustreznim varnostnim standardom.

Upravljalci morajo biti sposobni spremljati vse poti žarka in po potrebi ustaviti emisije.

Pri izvajanju predstave na prostem je treba upoštevati varnost zračnega prometa. Veljajo lahko nacionalne zahteve.

D.2.4 Spremljanje in pregledovanje

Osebje mora med uravnavanjem in predstavo neprenehoma spremljati poti žarka in biti pripravljeno na pravočasne korektivne ukrepe, če je to potrebno. Če je laser trajno nameščen, je treba periodično pregledovati oceno in imeti kontrolne sezname pred predstavo.

D.2.5 Zaključek

Snovanje predstave tako, da delavci niso izpostavljeni laserskemu žarku, pomeni, da podrobne ter običajno zahtevne in časovno obsežne ocene zaradi mejnih vrednosti izpostavljenosti niso potrebne. Kombinirana uporaba usposabljanja upravljalcev in neposredni kontrolni ukrepi bi morali zagotoviti, da za delavce mejne vrednosti izpostavljenosti niso presežene.

D.3 Uporaba optičnega sevanja v medicini

Viri umetnega optičnega sevanja se v medicinskem okolju uporabljajo za različne namene. Nekateri viri, kot na primer tisti, ki se uporabljajo za osvetljevanje območja, oprema za vizualno prikazovanje (glej fotografijo), indikatorji delovanja, fotografiranje, laboratorijska analiza in luči na vozilih, so pogosti tudi v drugih okoljih in so obravnavani drugje v tem priročniku. Pri teh virih, pod pogojem, da viri niso bili spremenjeni in se ne uporabljajo na bistveno drugačen način, ni razloga, da bi bile izpostavljenosti bistveno drugačne od tistih v bolj splošnih okoljih.



Uporaba zaslonov v radiografiji

Vendar pa obstaja veliko posebnih virov, ki so bili razviti posebej za uporabo v medicini. Ti vključujejo:

Namenska razsvetljava	Terapevtski viri
Razsvetljava v operacijski sobi	Ultravijolični fototerapevtski viri
Luči v porodni sobi	Fototerapevtski viri modre svetlobe
Reflektorji	Fotodinamični terapevtski viri
Negatoskopi za opazovanje rentgenskih posnetkov	Fizioterapevtski laserji
Diagnostične luči	Kirurški laserji
Presvetljevalnik zarodka	Očesni laserji
Oftalmoskopi in drugi očesni instrumenti	Viri intenzivne pulzirajoče svetlobe
Laserske diagnostične naprave, kot so skenerji mrežnice	Posebni viri za testiranje
Woodove svetilke	Solarni simulatorji

D.3.1 Namenska razsvetljava

Najmočnejše luči, ki sodijo v kategorijo namenske razsvetljave, so običajno luči v operacijski sobi. V tabeli D3.1 so navedeni primeri ocen različnih luči v operacijski sobi, ki kažejo, da lahko ena od ocenjenih enot pri neposrednem gledanju v vir pomeni nevarnost modre svetlobe.



Primeri luči v operacijski sobi

TABELA D3.1 Ocena razsvetljave v operacijski sobi
ob predpostavki neposrednega gledanja v vir (*)

Vir	Nevarnost aktiničnega ultravijoličnega sevanja	Nevarnost UVA sevanja	Nevarnost modre svetlobe	Druge nevarnosti optičnega sevanja
Hanalux 3210	Je ni	Je ni	Lahko je presežena v ~ 30 minutah pri neposrednem gledanju	Jih ni
Hanalux Oslo	Je ni	Pod mejnimi vrednostmi izpostavljenosti za 8-urno izpostavljenost	Lahko je presežena v ~ 30 minutah pri neposrednem gledanju	Jih ni
Hanalux 3004	Je ni	Je ni	< 20 % mejne vrednosti izpostavljenosti	Jih ni
Martin ML702HX	Je ni	Je ni	< 20 % mejne vrednosti izpostavljenosti	Jih ni
Martin ML502HX	Je ni	Je ni	< 20 % mejne vrednosti izpostavljenosti	Jih ni
Martin ML 1001	Je ni	Je ni	< 20 % mejne vrednosti izpostavljenosti	Jih ni
(*) Podatki o ocenah, objavljeni z dovoljenjem Oddelka za medicinsko fiziko, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, London				

Treba je upoštevati, da so luči namenjene osvetljevanju od zgoraj in je zato malo verjetno, da bi kdo na majhni razdalji pogledal neposredno v vir. Poleg tega so luči svetle in bi bilo neprijetno dalj časa neposredno gledati vanje. Zato so v praksi izpostavljenosti precej nižje, kot je ocenjeno v tabeli D3.1, in ni verjetno, da bi bile nevarne.

Druga namenska razsvetljava, ki je značilna za medicinski sektor, vključuje reflektorje, ki zagotavljajo lokalno osvetljenost med pregledi, in luči v porodni sobi. Pri obeh vrstah luči se glede verjetnih scenarijev izpostavljenosti pojavljajo podobna vprašanja kot pri lučeh v operacijski sobi. Obe vrsti luči sta usmerjevalna vira, ki zagotavljata lokalno osvetljenost in malo je verjetno, da bi kdo v vir strmел dlje časa. Na splošno je verjetno, da imajo reflektorji in luči v porodni sobi nižje emisije kot luči v operacijski sobi in na podlagi tega na splošno ni pričakovati, da bi predstavljali nevarnost.



Primeri luči v porodni sobi

Lupe z osvetlitvijo se v medicini splošno uporabljajo in v glavnem zagotavljajo vir lokalne osvetljave v kombinaciji z veliko povečevalno lečo, kot prikazuje spodnja slika.



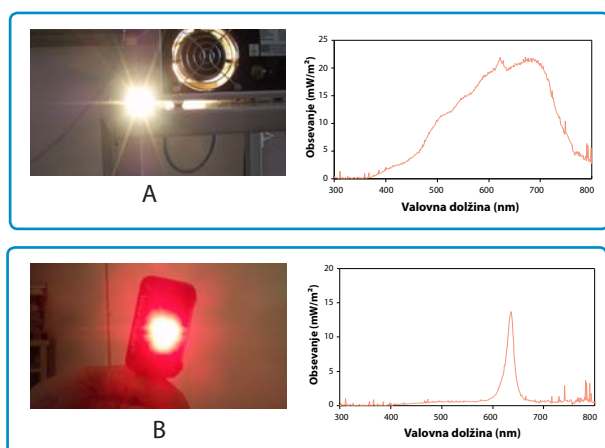
Primer lupe z osvetlitvijo, v tem primeru osvetljevalca Luxo Wave Plus

Ocena Oddelka za medicinsko fiziko na Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust kaže, da je osvetljevalec Luxo Wave Plus oddajal emisije v ultravijoličnem in vidnem območju spektra. Vendar neprekinjena izpostavljenost od blizu ne bi presegla mejne vrednosti izpostavljenosti za aktinično ultravijolično sevanje. Čeprav so bile emisije modre svetlobe znatne, ne bi presegle 1% ustrezne mejne vrednosti izpostavljenosti. Ugotovljenih ni bilo nobenih znatnih nevarnosti UVA sevanja ali toplotnih nevarnosti. Verjetno je, da druge podobne naprave predstavljajo podobno nizko tveganje.

Negatoskopi zagotavljajo difuzno osvetljenost razmeroma nizke intenzivnosti. Ocene Oddelka za medicinsko fiziko na Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust kažejo, da bi bila posledica neposrednega gledanja v vir z majhne razdalje, kar je način, na katerega se ta vir uporablja, izpostavljenost modri svetlobi, ki predstavlja manj kot 5 % mejne vrednosti izpostavljenosti. Ugotovljene ni nobene znatne nevarnosti aktiničnega ultravijoličnega ali UVA sevanja oziroma toplotnih mehanizmov.

D.3.2 Diagnostična razsvetljava

Presvetljevalniki zarodka se splošno uporabljajo v enotah za prenatalno varstvo in se lahko uporabljajo za vizualiziranje notranjih struktur kot pripomoček za diagnozo ali prepoznavanje krvnih žil. Zato morajo ti viri običajno osvetljevati majhne količine, vendar morajo biti dovolj močni, da prodrejo skozi tkivo in so vidni na izhodni strani.



Slike presvetljevalnikov zarodkov skupaj z izmerjenim izhodnim spektrom. (A) Neonate 100. (B) Wee Sight™

Izhodni spekter osvetljevalnika Neonate 100 kaže obsežno emisijo v celotnem spektru vidne svetlobe z nekaj emisije v območjih sevanja UVA in IRA. Ocena kaže, da emisije ultravijoličnega sevanja tudi pri izpostavljenosti od blizu ne predstavljajo nevarnosti (tabela D3.2). Obstaja pa znatna emisija modre svetlobe, ki predstavlja nevarnost pri izpostavljenosti, daljši od 10 minut. Kot je razvidno iz zgornje fotografije, je vir izredno svetel in lahko se pričakuje, da bo običajni odziv na svetlobo omejil posamezne izpostavljenosti na 0,25 sekund. Te bi se skozi delovni dan seštevale, vendar je skupni čas uporabe naprave razmeroma kratek, tako da se celo ob pesimističnih predpostavkah pričakuje, da bo kumulativna izpostavljenost nižja od 5 % mejne vrednosti izpostavljenosti. Zaradi močnih emisij v vidnem spektru in bližnjem infrardečem je treba oceniti tudi toplotno nevarnost za mrežnico. Vendar bo ta omejena z odzivom na svetlobo in ne bi preseгла 2 % mejne vrednosti izpostavljenosti tudi ob daljšem strmenju v vir, kar bi bilo zelo neprijetno. Naprava Wee Sight™ ima razmeroma nizko emisijo, kar je značilno za LED vire, in po pričakovanjih ne predstavlja optične nevarnosti.

TABELA D3.2 Ocena presvetljevalnikov zarodkov (*)

Vir	Nevarnost aktiničnega ultravijoličnega sevanja	Nevarnost UVA sevanja	Nevarnost modre svetlobe	Toplotne nevarnosti
Neonate 100	Je ni	Je ni	< 5 % mejne vrednosti izpostavljenosti	< 2 % mejne vrednosti izpostavljenosti
Wee Sight™	Je ni	Je ni	Je ni	Jih ni

(*) Ocene, objavljene z dovoljenjem Oddelka za zaščito pred sevanjem, Royal Berkshire NHS Foundation Trust, Reading

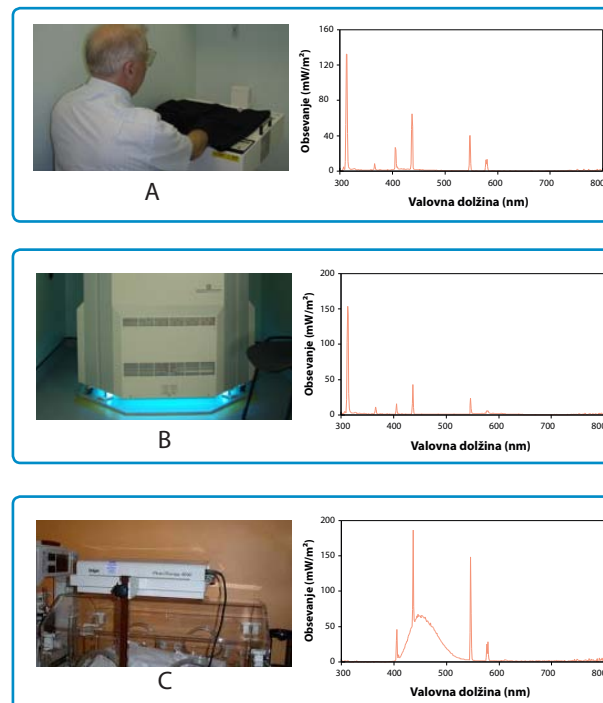
Oftalmoskopi in drugi očesni instrumenti vsebujejo svetila, vendar so namenjeni za uporabo pri očesnih pregledih in zato lahko predstavljajo le minimalno nevarnost. Poleg tega so močno usmerjevalni in zato je malo verjetno, da bi prišlo do znatne nenamerne poklicne izpostavljenosti. Podobno lahko sodobni diagnostični očesni instrumenti, kot so skenerji mrežnice, vključujejo laserske naprave, vendar so bili ocenjeni za namerno izpostavljenost in so na splošno naprave razreda 1. Zato je tveganje nevarne izpostavljenosti osebja minimalno.

Woodove svetilke se uporabljajo za diagnostične namene in so v bistvu živosrebrne sijalke, ki imajo Woodov stekleni filter za odstranjevanje emisij kratkovalovnega ultravijoličnega sevanja in vidnega sevanja. Zato se pričakuje, da predstavljajo nevarnost UVA sevanja in, odvisno od učinkovitosti filtriranja, morda tudi nevarnost aktiničnega ultravijoličnega sevanja. Ocena, ki jo je izvedel Oddelek za medicinsko fiziko na Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, kaže, da bi bile z neposredno izpostavljenostjo emisijam Woodove svetilke za več kot 50 minut presežene mejne vrednosti za sevanje UVA. Ista ocena je pokazala, da bi bilo za preseganje mejnih vrednosti izpostavljenosti za aktinično ultravijolično sevanje potrebnih več kot 7 ur in pol, medtem ko so bile druge nevarnosti optičnega sevanja zanemarljive. Woodove svetilke se uporabljajo za preglede, kombinacija usposabljanja upravljavca in osebnih zaščitnih očal pa bi morala omejiti tako neposredno izpostavljenost viru kot izpostavljenost razpršenemu UVA sevanju. Glede na to, da bi bile mejne vrednosti izpostavljenosti za aktinično ultravijolično sevanje presežene šele po daljši izpostavljenosti neposrednim emisijam, je malo verjetno, da bi aktinično ultravijolično sevanje predstavljalo znatno nevarnost.

D.3.3 Terapevtski viri

Za fototerapevtska zdravljenja se uporabljajo številni viri. Ultravijolični fototerapevtski viri se uporabljajo

zlasti pri zdravljenju stanj kože, medtem ko se fototerapija z modro svetlobo običajno uporablja pri zdravljenju hiperbilirubinemije pri novorojenčkih, od katerih jih lahko do 60 % trpi zaradi tega stanja.



Slike fototerapevtskih naprav skupaj z izmerjenim izhodnim spektrom. (A) Waldmann UV 7001 UVB. (B) Waldmann UV 181 BL. (C) Dräger PhotoTherapy 4000

Zgoraj predstavljeni spektri kažejo, da imajo ultravijolični fototerapevtski viri (primera A in B) na splošno močne emisije v ultravijoličnem območju spektra in lahko oddajajo emisije tudi v vidnem območju, zlasti proti modremu koncu spektra. Kot je bilo pričakovano, ocena nevarnosti (tabela D3.3) kaže, da so glavne nevarnosti teh enot povezane z aktiničnim ultravijoličnim sevanjem ali UVA sevanjem. Primer C kaže spekter fototerapevskega vira z modro svetlobo in, kot je pričakovano, močno oddaja v modrem območju vidnega spektra, vendar ima malo, če sploh, emisij v ultravijoličnem ali bližnjem infrardečem območju.

TABELA D3.3 Ocena fototerapevtskih virov

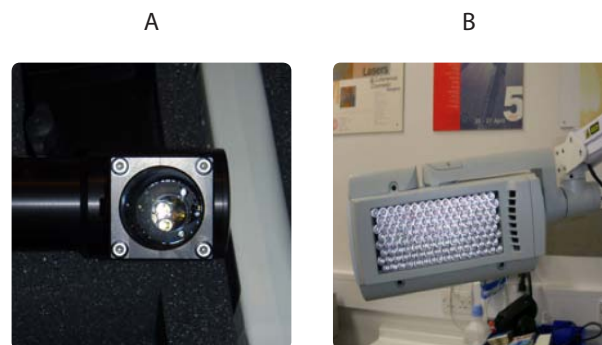
Vir	Nevarnost aktiničnega ultravijoličnega sevanja	Nevarnost UVA sevanja	Nevarnost modre svetlobe	Druge nevarnosti optičnega sevanja
Waldmann UV 7001 UVB (*)	Lahko je presežena v ~ 5 h	Pod mejno vrednostjo izpostavljenosti	Pod mejno vrednostjo izpostavljenosti	Jih ni
Waldmann TL01 UV5000†	Lahko je presežena v ~ 7,5 h	Pod mejno vrednostjo izpostavljenosti	Je ni	Jih ni
Waldmann UV6 UV5001BL (†)	Lahko je presežena v ~ 4 h	Pod mejno vrednostjo izpostavljenosti	Je ni	Jih ni
Waldmann UV 181 BL (*)	Pod mejno vrednostjo izpostavljenosti	Pod mejno vrednostjo izpostavljenosti	Pod mejno vrednostjo izpostavljenosti	Jih ni
Waldmann UV 7001 UVA (†)	Je ni	Lahko je presežena v ~ 5 h	Pod mejno vrednostjo izpostavljenosti	Jih ni
Sellamed UVA1 24000 (†)	Je ni	Lahko je presežena v ~ 45 min	Pod mejno vrednostjo izpostavljenosti	Jih ni
Draeger 4000 (*) (†)	Je ni	Pod mejno vrednostjo izpostavljenosti	Pod mejno vrednostjo izpostavljenosti	Jih ni
(*) Ocene, objavljene z dovoljenjem Oddelka za zaščito pred sevanjem, Royal Berkshire NHS Foundation Trust, Reading (†) Podatki o ocenah, objavljeni z dovoljenjem Oddelka za medicinsko fiziko, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, London				

Najbolj uporabljeni kabineti za ultravijolično fototerapijo ne dovoljujejo dostopa do neposrednih emisij, medtem ko je oprema v delovanju. Vendar lahko prihaja do uhajanj (glej primer A zgoraj), kar je lahko razlog za zaskrbljenost osebja. Zlasti zaradi potrebe po pretoku zraka in za zmanjšanje občutka klavstrofobije za bolnika je vrh kabineta pogosto odprt. Zato lahko pride do znatnega razprševanja ultravijoličnega sevanja od stropa. Na splošno je nevarnost razmeroma nizka, saj ni verjetno, da bi osebje stalo blizu kabineta ves čas njegovega delovanja. Kljub temu obstaja nevarnost dolgoročnih vplivov zaradi kumulativne izpostavljenosti ultravijoličnemu sevanju, ki se jo lahko zmanjša z uporabo neposrednega tehnično-tehnološkega nadzora, vključno z: določenimi terapevtskimi prostori, zavesami okoli kabineta in oddaljenim nadzorom delovanja delovnih postaj. Pri zgornjem primeru (A) je uporaba zaves okoli kabineta zvišala čas, potreben za doseganje mejne vrednosti izpostavljenosti za aktinično ultravijolično sevanja s 5 ur na skoraj 13 ur. Nekatere druge fototerapevtske naprave, kot je enota za izpostavljenost roke ali noge, prikazana v primeru (B),

zahtevajo za zmanjšanje izpostavljenosti osebja visoko stopnjo nadzora postopka. V tem primeru osebje preko enote, ko je ta v uporabi, položi črne brisače, da se zmanjša razpršenost ultravijoličnega sevanja v okolju. Ta ukrep se lahko preprosto nadomesti s postavitvijo enote v kocko z zavesami. Občasno mora osebje bolnišnice dostopati do operacijske opreme zaradi pregledov zagotavljanja kakovosti. V sklopu kontrolnih ukrepov bo moralo osebje morda nositi ščitnik za obraz, ki ščiti pred ultravijoličnim sevanjem, ustrezne rokavice in oblačila. Kjer obstaja velika odvisnost od kontrol postopka, je treba slednje jasno dokumentirati.

Enote za fototerapijo z modro svetlobo so nameščene nad posteljicami novorojenčkov, običajno na višini okoli 0,3 m. Na splošno to preprečuje osebju, da bi gledalo neposredno v vir, vsekakor pa osebje preverja dojenčke v rednih razmakih približno 10 minut vsako uro, tako da je izpostavljenost še bolj omejena. Tudi pri 12-urnih delovnikih v nekaterih enotah bo izpostavljenost dosegla manj kot 1 % mejne vrednosti izpostavljenosti.

Pri fotodinamičnih terapijah se optično sevanje uporablja za proizvodnjo fotokemičnih reakcij in pogosto vključuje predhodno zdravljenje s kemičnim fotosenzoričnim sredstvom. Na splošno so ultravijolične valovne dolžine zelo učinkovite pri spodbujanju fotosenzoričnih sredstev, vendar se zaradi slabega prodiranja skozi tkivo ne uporabljajo pogosto. Pričakuje se, da bi imela izpostavljenost precej manjši vpliv na osebe, ki ne bi smelo biti izpostavljeno fotosenzoričnim sredstvom, vendar pa bi bilo treba vzpostaviti ustrezne kontrolne ukrepe, da se to dejansko zagotovi.



Slike fotodinamičnih terapevtskih virov. (A) UV-X. (B) Aktelite CL128

TABELA D3.4 Ocena fotodinamičnih terapevtskih virov

Vir	Nevarnost aktiničnega ultravijoličnega sevanja	Nevarnost UVA sevanja	Nevarnost modre svetlobe	Toplotne nevarnosti
UV-X	Pod mejno vrednostjo izpostavljenosti	Pod mejno vrednostjo izpostavljenosti	Je ni	Jih ni
Sijalka Aktelite CL128 (*)	Je ni	Je ni	< 3 % mejne vrednosti izpostavljenosti	Jih ni
(*) Podatki o ocenah, objavljeni z dovoljenjem Oddelka za medicinsko fiziko, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, London				

Ocene iz tabele D3.4 kažejo, da fotodinamični terapevtski viri, kot je bilo pričakovano, ne predstavljajo velike nevarnosti, če ni prisotno fotosenzorično sredstvo.

Laserji razreda 3B se v fizioterapiji uporabljajo za prenos energije neposredno na poškodovano tkivo. Takšni laserji predstavljajo nevarnost za oči (običajno toplotno za mrežnico), vendar so običajno zelo divergentni in zato nevarni na razmeroma kratkih razdaljah. Tveganje se običajno obvladuje s postopkovnimi sredstvi (kabina z zavesami, oznake in usposabljanje osebja) in uporabo zaščitnih očal za laserje.

Kirurški laserji se pogosto uporabljajo za številne postopke in so običajno naprave razreda 4, ki predstavljajo znatno nevarnost za oči in kožo. Tudi tukaj se tveganja običajno obvladuje s pomočjo kontrol postopka in uporabo osebne varovalne opreme. V nekaterih primerih se žarek lahko prenese skozi vlakno, ki je s pomočjo endoskopa vstavljeno v telo. V takih primerih je tveganje močno zmanjšano, pod pogojem, da se vlakno ne raztrga. Laserji se široko uporabljajo tudi v oftalmologiji in so običajno razreda 3B ali 4. Kot pri drugih uporabah laserja v medicini se tveganja za oči in, kjer je primerno, kožo, obvladujejo s pomočjo kontrol postopka in z uporabo osebne varovalne opreme.

Zaradi možnosti odboja nazaj v vlakno endoskopa, je treba zagotoviti ustrezne filtre in/ali gledati v endoskop skozi kamero.

Viri intenzivne pulzirajoče svetlobe se široko uporabljajo pri zdravljenju kože. Te naprave na splošno temeljijo na ksenonski bliskavici z dodanim filtrom, ki odstrani kratke valovne dolžine v ultravijoličnem območju spektra. Zaradi zelo velike moči lahko te naprave predstavljajo toplotno nevarnost za oči in kožo. Tveganje je običajno obvladovano z uporabo kontrol postopka, da se prepreči izpostavljenost osebja neposrednemu oddajanju, in z uporabo osebnih zaščitnih očal. Odvisno od kakovosti filtriranja lahko pri teh napravah obstaja tudi nevarnost modre svetlobe.

D.3.4 Posebni viri za testiranje



Slika solarnega simulatorja

V nekaterih medicinskih strokah se lahko za postavljanje diagnoz in preiskave uporabljajo številni posebni viri. Na splošno jih bo verjetno treba oceniti na podlagi vsakega posameznega primera. Primer iz tabele D3.5 kaže, da je pri širokopasovnih virih, kot je solarni simulator, treba izvesti oceno za številne možne nevarnosti optičnega sevanja.

TABELA D3.5 Ocena solarnega simulatorja (*)

Vir	Nevarnost aktiničnega ultravijoličnega sevanja	Nevarnost UVA sevanja	Nevarnost modre svetlobe	Druge nevarnosti optičnega sevanja
Oriel 81292 Solar Simulator: neposredna izpostavljenost	Lahko je presežena v ~ 6 min	Lahko je presežena v ~ 3 min	Pod mejno vrednostjo izpostavljenosti	Jih ni
Oriel 81292 Solar Simulator: odbito od telesa	Pod mejno vrednostjo izpostavljenosti	Pod mejno vrednostjo izpostavljenosti	Pod mejno vrednostjo izpostavljenosti	Jih ni
(*) Podatki o ocenah, objavljeni z dovoljenjem Oddelka za medicinsko fiziko, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, London				

Na splošno se za namensko in diagnostično razsvetljavo v medicinski praksi ne pričakuje, da bo pri normalni uporabi predstavljala znatno nevarnost.

Terapevtski viri so v določenih okoliščinah lahko nevarni. Številni od teh virov lahko vplivajo na izpostavljenost v območjih nevarnosti ultravijoličnega sevanja in modre svetlobe v primerih, ko se izpostavljenosti seštevajo skozi delovni dan in lahko pomenijo tveganje dolgoročnih škodljivih vplivov na zdravje. Zato je pri ocenjevanju izpostavljenosti pomembno oceniti realne scenarije izpostavljenosti in jih za oceno skupne izpostavljenosti združiti z upoštevanjem delovnih vzorcev. Če so ugotovljena znatna tveganja, jih je treba nadzorovati z omejevanjem dostopa do emisij, kjer je to mogoče. Treba je uveljaviti kontrole postopka, ki morajo biti zanesljive in pisno zabeležene.

D.4 Vožnja na delo

Ljudje so na delu lahko izpostavljeni optičnemu sevanju zaradi avtomobilov, če:

- vozijo;
- delajo ob cesti, na primer prometni policisti in cestni delavci;
- servisirajo in popravljajo avtomobile v delavnicah.



Kot bo prikazano v nadaljevanju, prva dva primera predstavljata običajno raven izpostavljenosti: da bi zmanjšali izpostavljenost, ni nujno ogrožati vidljivost in varnost na cesti. Morebitno izpostavljenost optičnemu sevanju nad mejnimi vrednostmi izpostavljenosti med servisiranjem in popraviljem avtomobilov je mogoče omejiti z ustreznimi delovnimi postopki in lokalnimi pravili.

Za določitev ravni izpostavljenosti optičnemu sevanju so bili ocenjeni štirje avtomobili:



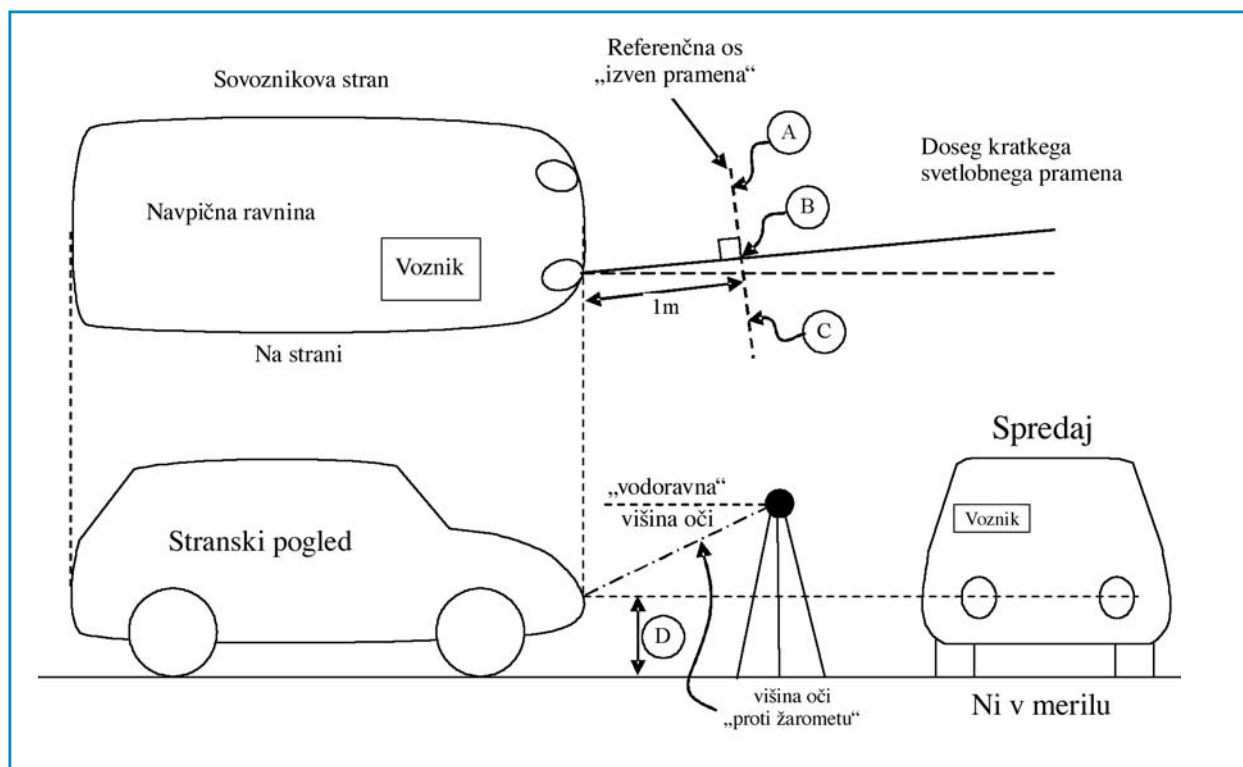
- visokozmogljiva Mazda RX8 s ksenonskimi žarometi,
- družinski avtomobil srednjega razreda Mercedes A180,
- kompaktni Fiat 500,
- minibus LDV.

Pogoji ocenjevanja so bili izbrani tako, da predstavljajo najslabši možni primer poklicne izpostavljenosti, ki jo je mogoče predvideti: glej tabelo D4.6 in sliko D4.1.

Tabela D4.6 Pogoji ocenjevanja za osvetlitev pri avtomobilih

	Položaj glede na luč		Razdalja	Kdaj so lahko ljudje izpostavljeni
Prednji žaromet: kratki in dolgi svetlobni pramen	Višina luči: gledanje neposredno v pramen		0,5 m, 1 m, 2 m in 3 m	Servisiranje in popravilo: avtomobil na dvignjeni ploščadi Vožnja
	Višina oči	Gledanje v luč	1 m	Servisiranje in popravilo: avtomobil na ravni tal Cestni delavci, prometna policija
		Gledanje vodoravno		
Pozicijske, zavorne in vzvratne luči ter meglenke	Višina luči: gledanje neposredno v pramen		0,5 m	Vožnja Servisiranje in popravilo Cestni delavci, prometna policija

Slika D4.1. Shematski diagram meritev luči avtomobila



Meritve spektralnega obsevanja in posebnih konfiguracij avtomobilskih luči so bile uporabljene za oceno nevarnosti optičnega sevanja in primerjavo z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti.

Tabela D4.7 Povzetek nevarnosti optičnega sevanja zaradi osvetlitve pri avtomobilih

Nevarnost	RX8	A180	F500	LDV
Aktinčno ultravijolično sevanje	Jih ni	Jih ni	Jih ni	Jih ni
UVA sevanje	Jih ni	Jih ni	Jih ni	Jih ni
Modra svetloba	Lahko je presežena: za podrobnosti glej tabelo D4.8	Lahko je presežena: za podrobnosti glej tabelo D4.8 in D4.9	Lahko je presežena: za podrobnosti glej tabelo D4.8	Lahko je presežena: za podrobnosti glej tabelo D4.8
Opekline mrežnice	< 30 % mejne vrednosti izpostavljenosti	< 10 % mejne vrednosti izpostavljenosti	< 3 % mejne vrednosti izpostavljenosti	< 2 % mejne vrednosti izpostavljenosti

Tabela D4.8 Nevarnost modre svetlobe zaradi avtomobilskih žarometov

Čas, potreben za preseganje mejnih vrednosti izpostavljenosti za modro svetlobo	RX8	A180	F500	LDV
Višina luči: gledanje neposredno v pramen	~ 3 min	~ 5 min	~ 30 min	~ 1 h
Višina oči: gledanje v pramen	~ 2 h	~ 8 h	> 8 h	> 8 h
Višina oči: gledanje vodoravno	> 8 h	> 8 h	> 8 h	> 8 h

Tabela D4.9 Ravni nevarnosti zaradi modre svetlobe pri lučeh avtomobila Mercedes A180

Avtomobilske luči	Čas, potreben za preseganje mejnih vrednosti izpostavljenosti za modro svetlobo		Nevarnost prekomerne izpostavljenosti
Žaromet, višina luči na 1 m, gledanje neposredno v pramen – položaj B na sliki D4.1	Kratki	~ 45 min	Malo verjetno, neposredno gledanje v pramen bi moral preprečiti odziv na gledanje v zelo močno svetlobo. Treba je sprejeti delovne postopke za zmanjšanje nepotrebne izpostavljenosti.
	Dolgi svetlobni pramen	~ 15 min	
Žaromet, višina luči na 1 m, gledanje neposredno v pramen – položaja A in C = 0,5 m na sliki D4.1	Kratki	> 8 h	Je ni
	Dolgi svetlobni pramen	> 8 h	
Žaromet, v višini oči 1 m, gledanje v luč	Kratki	> 8 h	Je ni
	Dolgi svetlobni pramen	> 8 h	
Žaromet, v višini oči 1 m, gledanje vodoravno	Kratki	> 8 h	Je ni
	Dolgi svetlobni pramen	> 8 h	
Meglenka	> 8 h		Je ni
Zavorna luč	> 8 h		Je ni
Pozicijska luč	> 8 h		Je ni
Vzratna luč	> 8 h		Je ni

Gledanje neposredno v pramen v višini žarometa lahko predstavlja nevarnost modre svetlobe in tveganje zaradi prekomerne izpostavljenosti. Vendar je prekomerna izpostavljenost malo verjetna, ker:

- bi moral dalj časa trajajoče neposredno gledanje v pramen preprečiti odziv na gledanje v zelo močno svetlobo;
- se raven nevarnosti hitro zmanjšuje z odmikanjem od središča pramena;
- se raven nevarnosti znatno zmanjša v višini oči.

Pomembno

Ne pričakuje se, da osvetlitev pri avtomobilih predstavlja nevarnost zaradi ultravijoličnega sevanja, če so sprednje steklo luči ali filtri nepoškodovani. Vendar lahko delo z osvetlitvijo pri avtomobilih brez sprednjega stekla ali s poškodovanim sprednjim steklom poveča tveganje zaradi izpostavljenosti ultravijoličnemu sevanju. Treba je sprejeti delovne postopke in tako preprečiti izpostavljenost zaradi osvetlitve pri avtomobilih s poškodovanim sprednjim steklom ali filtri.

Sprememba žarometa in optike žarometa lahko spremeni ravni nevarnosti.

Čeprav je tveganje prekomerne izpostavljenosti zaradi neposrednega gledanja v pramen žarometov avtomobila nizko, je treba, kjer je mogoče, sprejeti delovne postopke za zmanjšanje nepotrebne izpostavljenosti.

Za osvetlitev avtomobila se ne pričakuje, da bi za uporabnike cest, vključno z vozniki, prometno policijo in cestnimi delavci, predstavljala tveganje prekomerne izpostavljenosti zaradi optičnega sevanja. Vendar se lahko zaradi posebnih del, ki zahtevajo dalj časa trajajoče neposredno gledanje v žaromete v višini luči, pojavi nizko tveganje nevarnosti zaradi modre svetlobe.

D.5 Vojska

Viri umetnega optičnega sevanja se široko uporabljajo v vojski. Med bojnimi operacijami morajo poveljniki sprejeti odločitve o stroških in koristih poteka operacije ter pretehtati majhno tveganje dejanske poškodbe, če so mejne vrednosti izpostavljenosti presežene, glede na tveganje resne poškodbe ali smrti zaradi drugih nevarnosti. Zato se ta oddelek osredotoča samo na nebojne smernice, vključno z usposabljanjem.

Vojaška uporaba umetnega optičnega sevanja lahko vključuje:

reflektorje,
razsvetljavo vojaških letališč,
infrardeče komunikacijske sisteme,
infrardeče osvetljevalce tarč,
laserske označevalnike tarč,
simulirane orožne sisteme,
protiukrepe z uporabo infrardečega laserja,
magnezijske bakle,
optično sevanje zaradi eksplozij.



Večina teh uporab zahteva, da je umetno optično sevanje v odprtem okolju in običajno na prostem. To pomeni, da običajna hierarhija za ograjevanje optičnega sevanja kot prvotnega kontrolnega ukrepa ni primerna. Pri usposabljanju je precejšen poudarek na zanesljivosti: vojaško osebje je izurjeno, da upošteva navodila in ukaze.

Pri izvajanju ocene tveganja, kakor zahteva člen 4 Direktive, je treba upoštevati delavce v vojski in drugod. Vedno ni mogoče zagotoviti, da so ravni morebitne izpostavljenosti pod mejnimi vrednostmi izpostavljenosti. Zato je eden izmed pristopov, ki se uporabljajo na tem področju, verjetnostna ocena tveganja. Z njo se lahko poda ocena „verjetno“, kakor zahteva člen 4. Kot del verjetnostne ocene tveganja se lahko sprejme različne vrednosti. Vendar se dogodek z verjetnostjo 10^{-8} šteje za sprejemljivega, tudi v primeru škodljivega dogodka, ki bi imel, če bi do njega prišlo, katastrofalne posledice.

Dogodek z verjetnostjo manj kot 10^{-8} se ne šteje za „verjetnega“.

Uporaba verjetnostne ocene tveganja je zapletena in zahteva strokovno znanje. Vendar pa je za vojsko koristna, saj lahko dovoli uporabo umetnega optičnega sevanja v primerih, ki se z manj strogo oceno morda ne bi šteli za sprejemljive.

D.6 Stropna plinska sevala

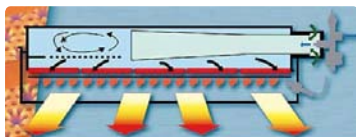
Te ocene so objavljene z dovoljenjem evropskega združenja ELVHIS.



Ljudje so lahko izpostavljeni optičnemu sevanju zaradi stropnih plinskih seval, ki se uporabljajo v različnih okoljih za ogrevanje:

- industrijskih poslopij,
- javnih poslopij,
- logističnih poslopij,
- gasilskih postaj,
- razstavnih salonov,
- zaprtih športnih objektov,
- teras v restavracijah in barih ter v številnih drugih okoljih.

Glede na specifikacije proizvajalca so takšna sevala vgrajena na minimalni višini nad delavci, tako da niso neposredno v višini pogleda.



Stropno plinsko sevalo (z zgorevanjem na površini)

Razpon temperature površine stropnih plinskih seval z zgorevanjem na površini je med 700 in 1000 °C, kar ustreza valovni dolžini $\lambda_{\max}$ med 2 275 nm in 2 980 nm, ob uporabi Wienovega zakona:

$$\lambda_{\max} = \frac{hc}{4,965 \cdot kT} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{T} \text{ [m} \cdot \text{°K]}$$

Kot priporočila AICVF, je rezultat emisija

$$E_{\text{IR}} [\text{W} \cdot \text{m}^{-2}] = 0,71 \times \alpha_k \times f_p \times \eta_r \times P_u / d^2$$

kjer je:

α_k – faktor človeške absorpcije

f_p – dejavnik smeri

η_r – dejavnik sevalne učinkovitosti

P_u – zmogljivost sevala

d – razdalja med človeškim telesom in sevalom

Najvišje vrednosti (najslabši možni scenarij za proizvajalca SBM):

$$\alpha_k = 0,97$$

$$f_p = 0,10$$

$$\eta_r = 0,65$$

$$P_u = 27\,000 \text{ W}$$

Najslabši možni primer za razdaljo d med človeškim telesom in sevalom, za zmogljivost sevala P in največji kot nagiba I 35°, je bil izračunan z

$$d = h_i - 1, \text{ pri čemer je } h_i = \left[\left(\sqrt{\frac{P_u}{540}} - 0,5 \right) \times \cos I \right] + 2$$

in je enak $d = 6,4 \text{ m}$

Najslabši možni primer izpostavljenosti v tem primeru ustreza $E_{\text{IR max}} = 29,1 \approx 30 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

Mejna vrednost izpostavljenosti v območju valovne dolžine 780–3 000 nm za trajanje izpostavljenosti $t > 1\,000 \text{ s}$ je:

$$E_{\text{IR}} = 100 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

Za stropna plinska sevala se ne pričakuje, da bi predstavljala tveganje zaradi prekomerne izpostavljenosti optičnemu sevanju in se jih lahko šteje za običajne vire: v najslabšem možnem primeru je predvidena izpostavljenost takšnim sevalom znatno nižja od ustreznih mejnih vrednosti izpostavljenosti.

Dodatne informacije

AICVF : Association des Ingénieurs en Climatique, Ventilation et Froid – Francija

ELVHIS: Association Européenne Principale des Fabricants de Panneaux Radiants Lumineux à Gaz

Priporočilo 01-2006, „Chauffage: déperditions de base“, ki temelji na EN 12831 – marec 2004, Ogrevalni sistemi stavb; Metode izračuna projektne toplotne obremenitve SBM International – 3 Cottages de la Norge – 21490 Clenay – Francija

D.7 Laserji za predelavo materialov

Laserji se uporabljajo v različne namene, generično imenovane predelava materialov. Zgled v tem priročniku obravnava laser za rezanje kovine, vendar so načela enaka za lasersko varjenje, vrtanje in označevanje.

Predvideva se, da je sevalni tok ali energija na impulz laserja takšna, da je laser sistem razreda 4. Zato obstaja pri vsaki nenamerni izpostavljenosti laserskemu žarku – oči ali kože – verjetnost resne poškodbe.



Več tisoč takih laserjev se rutinsko uporablja po vsej Evropi. Ta ocena upošteva samo laserski žarek. Druge nevarnosti lahko predstavljajo večje tveganje poškodbe ali smrti.

D.7.1 Opredelitev nevarnosti in oseb, ki jim grozi nevarnost

Obstajajo številne faze življenjskega cikla laserjev za predelavo materialov, v katerih so delavci lahko izpostavljeni laserskemu sevanju:

Začetek obratovanja
Normalno delovanje
Vzdrževanje
Servisiranje

Postopke v nekaterih fazah življenjskega cikla lahko izvajajo delavci organizacij drugih delodajalcev, kot sta na primer dobavitelj ali servisno podjetje. Treba pa je določiti tveganja zaradi teh postopkov za delavce na delovišču.

Zaradi narave laserskih žarkov, ki se uporabljajo, bo neposredni žarek vedno presegel mejne vrednosti izpostavljenosti v neposredni bližini. Vendar pa je treba oceniti razpršeni žarek.

Če je obdelovanec velik, na primer v ladjedelniški industriji, je nominalna nevarna razdalja za oči lahko manjša od velikosti obdelovanca.

D.7.2 Ocenjevanje in prednostno razvrščanje tveganj

Najpreprostejša ocena je predvidevanje, da bo laserski žarek vedno presegel mejne vrednosti izpostavljenosti in je zato treba omejiti dostop do žarka. Tudi druge nevarnosti, povezane s postopkom, lahko kažejo na to, da je treba postopek obvladovati. Nekatere od teh nevarnosti lahko za delavce pomenijo večje tveganje kot laserski žarek.

Morda bo za določitev varnostnih ukrepov potrebna ocena obsevanja ali izpostavljenosti sevanju laserskega žarka. V najslabšem primeru se lahko predvideva, da kolimiran žarek laserja vpada na interesni točki.

D.7.3 Odločanje o preprečevalnih ukrepih

Odločitve o preprečevalnih ukrepih bi morale upoštevati stopnjo potrebne zaščite in zahteve delavcev glede izvajanja njihove posebne delovne aktivnosti. Zaščitni ukrepi, ki ovirajo delovno aktivnost, ne bodo uspešni.

Treba je tudi omeniti, da ne bo nujno zahtevana postavitve ograde okrog celotnega objekta za predelavo materialov. Ograda bo morda potrebna samo okrog obsega proizvodnje.

Cilj mora biti zmožnost izvajanja vseh delovnih aktivnosti, vključno z vzdrževanjem in servisiranjem, brez uporabe osebne varovalne opreme. Če je treba postopek opazovati, se lahko zagotovi pregledovalna okna z ustreznim filtrom, ali pa se uporabi pripomočke za gledanje na daljavo, kot so kamere.

Pri odločanju o zaščitnih ukrepih je morda potrebno oceniti optično sevanje, proizvedeno v okviru postopka. To je lahko v drugem delu optičnega spektra kot vpadni laserski žarek in je lahko nekoherentno.

D.8 Vroče industrije

Pomoč g. M. Broseja iz Fachbereich Elektrotechnik, Referat Optische Strahlung, Berufsgenossenschaft Elektro Textil Feinmechanik, Nemčija, pri teh ocenah je zelo cenjena.

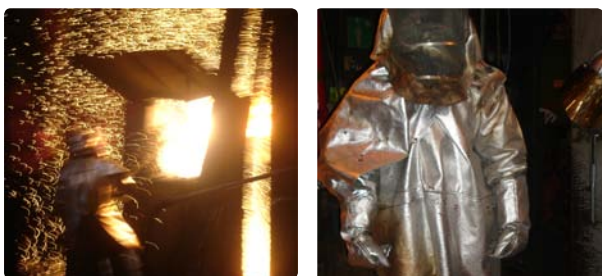
D.8.1 Predelava jekla



Saarstahl AG, Völklingen, Nemčija

Saarstahl AG je specializiran za proizvodnjo jekla za žice, jeklenih palic in polizdelkov različnih stopenj. Objekt v Völklingenu vključuje tovarne za proizvodnjo jekla, valjarne in kovanje iz ingotov s težo do 200 ton.

Zaščita pred optičnim sevanjem je bistveni del varnega upravljanja podjetja.



Čeprav so za proizvodnjo in predelavo jekla značilne emisije zelo nevarnih ravni optičnega sevanja (večinoma infrardečega), uvedeni kontrolni ukrepi zmanjšujejo človeški dostop do nevarnega optičnega sevanja in zagotavljajo varne delovne pogoje. Ti ukrepi vključujejo:

- oddaljeno nadzorovanje in spremljanje proizvodnega postopka za zmanjšanje izpostavljenosti ljudi nevarnim ravnem optičnega sevanja;
- delovne postopke, ki omejujejo delo v vročih pogojih na 15 minut, z obvezno spremembo dejavnosti;
- načrtovanje oddaljenega spremljanja telesne temperature delavca, da se prepreči pregretje;
- obsežno strokovno in varnostno usposabljanje osebja;
- osebno varnostno opremo za celotno telo, če proizvodni postopek zahteva človeški dostop;
- vložek zdravstvenega nadzora v oceno tveganja;
- vključenost predstavnikov zaposlenih v upravljanje zdravja in varnosti.

D.8.2 Steklarska dela

Predelava in oblikovanje stekla vključujeta nevarne ravni emisij optičnega sevanja, večinoma v ultravijoličnem in infrardečem spektralnem območju. Ročno upravljanje zahteva človeški dostop v bližini vira nevarnih emisij, na primer gorilnikov.



Ker se pričakuje, da bodo dostopne ravni emisij za delavce presegle mejne vrednosti izpostavljenosti, je potrebna ocena tveganja, da se zagotovi ustrezen nadzor nevarnosti optičnega sevanja. V tem primeru so lahko mejne vrednosti izpostavljenosti presežene za več kot eno nevarnost optičnega sevanja in treba je uporabiti najbolj omejevalne ukrepe.

Ocena tveganja mora upoštevati:

- emisije opreme, vključno z dodatnimi gorilniki, na mestu delavca, na primer rok in obraza;
- predvideno trajanje izpostavljenosti med delovno izmeno – mejne vrednosti ultravijoličnega sevanja se v 8 urah seštevajo;
- oslabitev emisij, ki jo zagotavljajo ščitniki in osebna varovalna oprema.

Mejne vrednosti izpostavljenosti ultravijoličnemu sevanju se seštevajo. Če bi lahko bile presežene, je treba omejiti človeški dostop: z znižanjem ravni emisij (ščitniki, zaščitna očala, zaščita rok) ali zmanjšanjem trajanja izpostavljenosti (najdaljši dovoljeni čas).

Če je zaščita za oči dobavljena z opremo, je treba ponovno oceniti njeno ustreznost, če se uporabljajo dodatni gorilniki ali so uvedeni novi delovni postopki.

Če oprema oddaja optično sevanje v območju nevarnosti aktiničnega ultravijoličnega sevanja (180–400 nm), je treba v primerih, ko mejne vrednosti veljajo za kožo in oči, oceniti tudi izpostavljenost rok. Če zaščitne rokavice niso praktične ali lahko vzbujajo sekundarno skrb zaradi varnosti, je treba izpostavljenost časovno omejiti.

D.8.3 Dodatne informacije

BGFE • Informationen für die Glasbearbeitung mit Brennern – SD 53

D.9 Fotografiranje z bliskavico

Viri umetnega optičnega sevanja so bistveni del profesionalne studijske fotografije. Uporabljajo se za osvetljevanje območja in določenega mesta, kot ozadje ali bliskavica.

V tem primeru se lahko upoštevata dve kategoriji poklicne izpostavljenosti:

- fotograf/fotografinja;
- oseba, ki je fotografirana (npr. model).



Profesionalni fotografski studio lahko vključuje:

- vir razpršene osvetlitve,
- projektor bliska,
- blisk iz profesionalnega fotoaparata,
- blisk iz fotoaparata za domačo uporabo.

Tabela D9.1 Najslabši možni scenarij
izpostavljenosti za sočasno
neposredno izpostavljenost žarku

	Vir razpršene osvetlitve	Projektor bliska	Blisk iz profesionalnega fotoaparata	Blisk iz fotoaparata za domačo uporabo
Fotograf	√	√	–	–
Model	√	√	√	√

Za oceno najslabše možne ravni izpostavljenosti in njeno primerjavo z mejnimi vrednostmi izpostavljenosti so bile za vsak vir na različnih razdaljah uporabljene spektralna obsevanost in časovne karakteristike (trajanje bliska).

V najslabšem primeru se izpostavljenosti ultravijoličnemu sevanju in modri svetlobi v 8-urnem obdobju izpostavljenosti seštevajo in se lahko pripišejo številnim virom: izražene so v številu fotografskih posnetkov (blisk ali osvetljenost), ki presežejo ustrezno mejno vrednost izpostavljenosti.

Toplotna nevarnost za mrežnico se ne spreminja s časom trajanja izpostavljenosti, daljšim od 10 sekund, in je omejena z vidnim poljem 100 mrad: za oceno te nevarnosti je upoštevan samo en posnetek iz enega vira.

Ravni nevarnosti mejnih vrednosti ultravijoličnega, UVA in infrardečega sevanja za vse vire so bile neznatne

Tabela D9.2 Ravni nevarnosti v najslabšem možnem primeru
zaradi fotografskih virov z bliskavico

	Vir razpršene osvetlitve	Projektor bliska	Blisk iz profesionalnega fotoaparata	Blisk iz fotoaparata za domačo uporabo
Število posnetkov, potrebnih za preseganje mejnih vrednosti izpostavljenosti za modro svetlobo	$> 10^7$	$> 10^6$	$> 20\,000$	$> 13\,000$
% mejne vrednosti izpostavljenosti za toplotno nevarnost za mrežnico v enem posnetku	$< 0,03\%$	$< 1\%$	$< 1\%$	$< 1\%$

Pri fotografiji se ne pričakuje, da predstavlja dejansko nevarnost prekomerne izpostavljenosti optičnemu sevanju za fotografa ali osebo, ki je fotografirana: število bliskov, potrebnih za preseganje mejnih vrednosti izpostavljenosti za modro svetlobo, je več kot nekaj tisoč za najslabši možni scenarij izpostavljenosti žarku iz več virov.

Dodatek E.

Zahteve drugih evropskih direktiv

Evropska direktiva je rezultat obojestransko zavezujoče skupne odločitve s strani držav članic, ki delujejo prek ministrov nacionalnih vlad (v Svetu Evropske unije) in poslancev (v Parlamentu). Oba organa morata odobriti besedilo Direktive pod enakimi pogoji. Direktiva določa dogovorjene cilje, za katere si morajo prizadevati države članice, vendar dovoljuje prožnost glede sredstev za njihovo doseganje. Kako vsaka država članica izvaja direktivo, je odvisno od njene pravne sestave, in načini so lahko različni. V praksi Unija naslovi direktive na vse države članice in določi datum, do katerega morajo države članice izvesti direktivo.

Leta 1989 je bila objavljena Direktiva Sveta 89/391/EGS „o uvajanju ukrepov za spodbujanje izboljšav varnosti in zdravja delavcev pri delu“. Ta direktiva je obravnavala upravljanje zdravja in varnosti pri delu, njene obveznosti pa so imele obliko načel, ki veljajo za takšno upravljanje. Glede na široko področje uporabe te direktive, je ni mogoče ustrezno povzeti na kratko: ni nadomestila za branje celotne Direktive ali ustreznih predpisov, ki jo prenašajo v zakone države članice, v kateri določeni delodajalec posluje. Na splošno je Direktiva določila obveznost izvajanja ocen tveganja v skladu s sklopom splošnih načel.

Direktiva 89/391/EGS se pogosto imenuje „Okvirna direktiva“. To je zato, ker eden izmed njenih členov vzpostavlja številne posamezne direktive, ki obsežneje

obravnavajo upravljanje zdravja in varnosti za določena področja ali nevarnosti: te posamezne direktive je treba upoštevati na način, skladen z načeli Okvirne direktive.

Direktiva 2006/25/ES, „Direktiva o umetnem optičnem sevanju“, je ena izmed direktiv, objavljenih v okviru Direktive 89/391/EGS. Druge ustrezne direktive so Direktiva 89/654/EGS o minimalnih zahtevah za varnost in zdravje na delovnem mestu („Direktiva o delovnem mestu“) in Direktiva 89/655/EGS o minimalnih varnostnih in zdravstvenih zahtevah za uporabo delovne opreme delavcev pri delu („Direktiva o uporabi delovne opreme“).

Direktiva o uporabi delovne opreme je bila spremenjena z Direktivo 95/63/ES (tudi „o minimalnih varnostnih in zdravstvenih zahtevah za uporabo delovne opreme delavcev pri delu“).

Da bi izpolnili svoje pravne obveznosti glede umetnega optičnega sevanja, morajo delodajalci izpolniti vsaj zahteve štirih zgoraj navedenih direktiv. Vendar so lahko v kateri koli državi članici z lokalnimi predpisi uvedene dodatne zahteve, ki presegajo tiste iz direktiv.

Delodajalec pri izpolnjevanju zahtev Direktive o umetnem optičnem sevanju ne sme pozabiti, da obstajajo še druge obveznosti glede upravljanja zdravja in varnosti pri optičnem sevanju.

Okvirna direktiva	Direktiva o delovnem mestu	Direktiva o delovni opremi (kakor je bila spremenjena)
Kjer je mogoče, se je treba tveganjem izogniti. Treba je ovrednotiti tveganja, ki se jim ni mogoče izogniti. Tveganja je treba obvladovati pri viru. Delovne prakse je treba prilagajati posamezniku. Delovne prakse je treba prilagajati tehničnemu napredku. Kar je nevarno, je treba zamenjati z nenevarnimi ali manj nevarnimi nadomestki. Treba je razviti skladno celovito politiko preprečevanja, ki zajema tehnologijo, organizacijo dela, delovne razmere in socialne odnose. Kolektivni zaščitni ukrepi imajo prednost pred individualnimi. Delavci morajo dobiti ustrezna navodila.	Izvajati je treba tehnično vzdrževanje opreme in kar najhitreje odpraviti pomanjkljivosti. Varnostno opremo je treba redno vzdrževati in pregledovati. Delavce (ali njihove predstavnike) se obvešča o ukrepih, ki morajo biti sprejeti v zvezi z varnostjo in zdravjem na delovnem mestu. Delovno mesto, na prostem ali v zaprtih prostorih, mora biti ustrezno osvetljeno, da zagotavlja zdravje in varnost delavcev. Če naravna osvetlitev ni zadostna, je treba uporabiti umetno razsvetljavo.	Uporaba delovne opreme, ki vključuje posebno tveganje za zdravje, mora biti omejena samo na tiste osebe, ki imajo nalogo, da jo uporabljajo. Popravila, spremembe ali servisiranje izvajajo tiste osebe, ki so za to določene. Delavci so ustrezno usposobljeni za uporabo opreme. Krmilne naprave, kritične za varnost, morajo biti jasno vidne. Krmilne naprave morajo biti zunaj območij nevarnosti. Upravljavec mora jasno videti, da v nevarnem območju ni navzoča nobena oseba, ali pa se mora sprožiti varnostni signal, preden oprema postane nevarna. Okvara krmilnega sistema ne sme povzročiti nevarnega položaja. Oprema se lahko zažene samo z namernim upravljanjem krmilne naprave. Oprema se lahko ponovno zažene samo z namernim upravljanjem krmilne naprave. Delovna oprema mora imeti krmilno napravo, da se lahko popolnoma in varno ustavi. Območja za delo na opremi morajo biti ustrezno osvetljena. Opozorila morajo biti nedvoumna in zlahka razumljiva. Omogočeno mora biti varno opravljanje vzdrževanja. Oprema mora imeti opozorila in oznake, potrebne za zagotovitev varnosti delavcev. Če je varna uporaba odvisna od pogojev namestitve, je treba opraviti pregled opreme po namestitvi in pred prvim zagonom. Opremo, izpostavljeno pogojem, ki povzročajo okvare, je treba redno pregledovati, rezultate pa zabeležiti.

Obstaja še pet drugih direktiv, ki se nanašajo na varno delo z umetnim optičnim sevanjem. Vse se nanašajo na dobavo opreme, ki lahko proizvaja optično sevanje ali je namenjena ublažitvi vplivov optičnega sevanja. Zato zadevajo predvsem proizvajalce in dobavitelje opreme, ne pa delodajalce.

Vendar bi se moral delodajalec zavedati, da te direktive obstajajo in da mora biti vsaka delovna tovarniška ali proizvodna oprema oziroma varnostna oprema na evropskem trgu v skladu s temi direktivami. Dve od teh direktiv tudi nalagata, da mora dobavitelj uporabniku zagotoviti podrobne informacije o naravi sevanja, sredstvih za

zavarovanje uporabnika ter načinov za preprečevanje napačne uporabe in odpravo tveganj med namestitvijo.

Direktive za dobavitelje so:

- Direktiva 2006/42/ES o strojih („Direktiva o strojih“);
- Direktiva 2006/95/ES o uskladih zakonodaje držav članic v zvezi z električno opremo, konstruirano za uporabo znotraj določenih napetostnih mej („Direktiva o nizki napetosti“);

- Direktiva 89/686/EGS o približevanju zakonodaj držav članic v zvezi z osebno zaščitno opremo („Direktiva o osebni zaščitni opremi“);
- Direktiva 93/42/EGS o medicinskih pripomočkih („Direktiva o medicinskih pripomočkih“);
- Direktiva 98/79/ES o in vitro diagnostičnih medicinskih pripomočkih („Direktiva o in vitro diagnostičnih medicinskih pripomočkih“).

Nekatere od pomembnih določb teh direktiv so povzete spodaj.

Direktiva o strojih	Direktiva o nizki napetosti	Direktiva o osebni zaščitni opremi	Direktiva o medicinskih pripomočkih in Direktiva o in vitro diagnostičnih medicinskih pripomočkih
Stroji morajo biti dobavljeni z ustrezno vgrajeno osvetlitvijo, da je njihova uporaba varna. Nezaželene emisije morajo biti odpravljene ali znižane na ravni, ki nimajo škodljivih vplivov na osebe. Funkcionalne emisije med nastavljanjem, obratovanjem in čiščenjem morajo biti omejene na ravni, ki nimajo škodljivih vplivov na osebe. Če so v stroj vgrajeni laserji, ne sme biti nenamernih emisij. Laserji morajo biti vgrajeni tako, da emisije z odbojem ali razpršitvijo in sekundarno sevanje ne škodujejo zdravju. Optična oprema za opazovanje ali nastavev laserskega žarka mora biti zasnovana tako, da ne povzroča tveganja za zdravje. Če so bili vgrajeni kakršni koli posebni sestavni deli, ki so v skladu z zgoraj navedenim, morajo biti ustrezni standardi označeni.	Direktiva o nizki napetosti velja za vsako delovno opremo, namenjeno za obratovanje pri 50–1 000 V ac ali 75–1 500 V dc. Zahteva se, da nobena takšna oprema ne sme oddajati sevanja, ki bi predstavljalo nevarnost.	Osebna varovalna oprema mora ščititi uporabnika brez poseganje v zdravje ali varstvo drugih posameznikov. Večina sevanja, za katero obstaja verjetnost, da je škodljivo, mora biti absorbirana ali odbita, ne da bi pri tem neprimerno vplivala na uporabnikov vid. Osebna varovalna oprema mora biti izbrana tako, da oči uporabnika v nobenih okoliščinah niso izpostavljene sevanju nad največjo dopustno vrednostjo izpostavljenosti. Lastnosti očal osebne varovalne opreme se v predvidenih okoliščinah uporabe ne smejo poslabšati zaradi izpostavljenosti sevanju, pred katerim naj bi ščitila.	Pripomočki morajo biti načrtovani tako, da zmanjšajo izpostavljenost bolnikov, uporabnikov in drugih oseb. Uporabniku mora biti omogočeno, da nadzoruje raven emisij. Pripomočki morajo biti opremljeni z vidnimi/zvočnimi opozorili o emisijah. Delovna navodila morajo vsebovati podrobne informacije o naravi sevanja, o sredstvih za zavarovanje bolnika, o načinih preprečevanja napačne uporabe in odpravljanja nevarnosti, ki so lastne nameščenemu pripomočku.

Dodatek F.

Nacionalni predpisi držav članic EU, ki prenašajo Direktivo 2006/25/ES (do 10. decembra 2010), in navodila

Država	Veljavna zakonodaja	Veljavna navodila
Avstrija	Oö. Landes- und Gemeinde-Dienstrechtsänderungsgesetz 2007 [Landesgesetzblatt (LGBl.), 25/07/2007, 56/2007]. Verordnung der Landesregierung über den Schutz der Landes- und Gemeindebediensteten vor der Gefährdung durch künstliche optische Strahlung [Landesgesetzblatt (LGBl.), 18/02/2010, 4/2010]. Oö. Gemeinde- und Landes-Dienstrechtsänderungsgesetz 2008 [Landesgesetzblatt (LGBl.), 29/08/2008, 73/2008]. Verordnung der Wiener Landesregierung über den Schutz der in Dienststellen der Gemeinde Wien beschäftigten Bediensteten vor der Einwirkung durch optische Strahlung erlassen und die Verordnung der Wiener Landesregierung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz in Dienststellen der Gemeinde Wien geändert wird [Landesgesetzblatt (LGBl.), 51/2010, 24/09/2010] Verordnung der Oö. Landesregierung, mit der die Verordnung über den Schutz der Dienstnehmerinnen und Dienstnehmer in der Land- und Forstwirtschaft vor der Einwirkung durch künstliche optische Strahlung (Oö. VOPST-LF) erlassen wird und mit der die Verordnung über die Gesundheitsüberwachung in der Land- und Forstwirtschaft und die Verordnung über Beschäftigungsverbote und -beschränkungen für Jugendliche in land- und forstwirtschaftlichen Betrieben geändert werden [Landesgesetzblatt (LGBl.), 65/2010, 30/09/2010] Gesetz, mit dem die Dienstordnung 1994 (28. Novelle zur Dienstordnung 1994), die Besoldungsordnung 1994 (36. Novelle zur Besoldungsordnung 1994), die Vertragsbedienstetenordnung 1995 (32. Novelle zur Vertragsbedienstetenordnung 1995), die Pensionsordnung 1995 (20. Novelle zur Pensionsordnung 1995), das Ruhe- und Versorgungsgesetz 1995 (9. Novelle zum Ruhe- und Versorgungsgesetz 1995), das Wiener Bedienstetenschutzgesetz 1998 (5. Novelle zum Wiener Bedienstetenschutzgesetz 1998), das Wiener Personalvertretungsgesetz (16. Novelle zum Wiener Personalvertretungsgesetz), das Wiener Bezügegesetz 1995 (10. Novelle zum Wiener Bezügegesetz 1995), das Wiener Verwaltungssenat-Dienstrechtsgesetz 1995 (11. Novelle zum Wiener Verwaltungssenat-Dienstrechtsgesetz 1995) und das Gesetz über den Unabhängigen Verwaltungssenat Wien (8. Novelle zum Gesetz über den Unabhängigen Verwaltungssenat Wien) geändert werden und das Wiener Eltern-Karenzgeldzuschussgesetz aufgehoben wird [Landesgesetzblatt (LGBl.), 42/2010, 17/09/2010] Verordnung der Salzburger Landesregierung vom 1. Juli 2010 über Schutzvorschriften vor Gefährdung durch künstliche optische Strahlung (S.koS-V) [Landesgesetzblatt (LGBl.), 55/2010, 06/08/2010] Verordnung des Bundesministers für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz, mit der die Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmer/innen vor der Einwirkung durch optische Strahlung (Verordnung optische Strahlung – VOPST) erlassen wird und mit der die Verordnung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz und die Verordnung über Beschäftigungsverbote und -beschränkungen für Jugendliche geändert werden [Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich (BGBl.), II Nr. 221/2010, 08/07/2010]	Sicherheitsinformation der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt: Sicherheit Kompakt: M 014 UV-Strahlenbelastung am Arbeitsplatz M 080 Grundlagen der Lasersicherheit
Belgija	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, S. 25349-25386].	

Država	Veljavna zakonodaja	Veljavna navodila
Bolgarija	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]	
Ciper	Ο Περὶ Ασφάλειας καὶ Υγείας στὴν Εργασία (Τεχνική Οπτική Ακτινοβολία) Kanonioidi tou 2010 [Cyprus Gazette, 4433, 11/06/2010, 01473-01493]	
Česka	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 zdraví lidu [Sbírka zákonů CR, 30/03/1966]. Zákon č. 111/2007 Sb., kterým se mění zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, ve znění pozdějších předpisů a některé další zákony [Sbírka zákonů CR, 15/05/2007]. Zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci) [Sbírka zákonů CR, 22/06/2006]. Nařízení vlády č. 106/2010 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 1/2008 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením [Sbírka zákonů CR, 19/04/2010]. Zákon č. 14/1997 Sb., kterým se mění a doplňuje zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, ve znění pozdějších předpisů, a zákon České národní rady č. 36/1975 Sb., o pokutách za porušování právních předpisů o vytváření a ochraně zdravých životních podmínek, ve znění zákona České národní rady č. 137/1982 Sb. [Sbírka zákonů CR, 24/02/1997]. Zákon České národní rady č. 548/1991 Sb., kterým se mění a doplňuje zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, ve znění zákona České národní rady č. 210/1990 Sb. a zákona České národní rady č. 425/1990 Sb. [Sbírka zákonů CR, 30/12/1991]. Nařízení vlády č. 1/2008 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením [Sbírka zákonů CR, 09/01/2008]. Zákon č. 392/2005 Sb., kterým se mění zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a některé další zákony [Sbírka zákonů CR, 27/09/2005]. Zákon č. 274/2003 Sb., kterým se mění některé zákony na úseku ochrany veřejného zdraví [Sbírka zákonů CR, 27/08/2003]. Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů [Sbírka zákonů CR, 11/08/2000]. Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce [Sbírka zákonů CR, 07/06/2006]. Zákon č. 48/1997 Sb., o veřejném zdravotním pojištění a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů [Sbírka zákonů CR, 07/03/1997]. Zákon č. 362/2007, kterým se mění zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony [Sbírka zákonů CR, 28/12/2007].	Navodila za delo z laserji št. 61 UV Zareni poster (opozorila glede nevarnosti ultravijoličnega sevanja) Smernice ICNIRP
Danska	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].	Danski zakon o delovnem okolju zagotavlja „varno in zdravo delovno okolje“. Pri njegovem upravljanju se uporabljajo priporočila ICNIRP o optičnem sevanju skupaj z ustreznimi evropskimi normami (npr. EN 60825 in EN 207/2008).

Država	Veljavna zakonodaja	Veljavna navodila
Estonija	TÖÖTERVISHOIGU JA TÖÖOHUTUSE SEADUSE MUUTMISE SEADUS [Elektrooniline Riigi Teataja, RTI, 16.01.2007, 3, 11]. Töötervishoigu ja tööohutuse nõuded tehnikalist kiirgusest mõjutatud töökeskkonnas, tehnikalist kiirguse piirmormid ja kiirguse mõõtmise kord [Elektrooniline Riigi Teataja, RTI, 22.04.2010, 16, 84].	
Finska	Valtioneuvoston asetus työntekijöiden suojelemiseksi optiselle säteilyle altistumisesta aiheutuvilta vaaroilta / Statsrådets förordning om skydd av arbetstagare mot risker som uppstår vid exponering för optisk strålning [Suomen Saadoskokoelma (SK), 05/03/2010, 00703-00720, 146/2010]	
Francija	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]	
Nemčija	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]	Informacije BGI 5006: „Mejne vrednosti izpostavljenosti za umetno optično sevanje“ Smernica o neionizirajočem sevanju: „Lasersko sevanje“ Smernica o neionizirajočem sevanju: „Ultravijolično sevanje umetnih virov“ Smernica o neionizirajočem sevanju: „Vidno in infrardeče sevanje“ Metode za oceno tveganja za optično sevanje zaradi umetnih virov so opisane v naslednjih dokumentih: Uredba o preprečevanju nezdod BGV B2: „Lasersko sevanje“ DIN EN 60825-1: 2008: „Varnost laserskih proizvodov – 1. del: Klasifikacija opreme, zahteve in navodila za uporabo“ DIN EN 14255-1: 2005: „Merjenje in ocenjevanje izpostavljenosti oseb inkoherentnemu optičnemu sevanju – 1. del: Ultravijolično sevanje, ki ga oddajajo umetni viri na delovnem mestu“ IEC 62471: 2006: „Fotobiološka varnost sijalk in sistemov sijalk“ DIN EN 12198-1: 2000: „Varnost strojev – Ocenjevanje in zmanjševanje nevarnosti sevanj, ki jih oddajajo stroji – 1. del: Splošna načela“ Smernica o neionizirajočem sevanju: „Ultravijolično sevanje umetnih virov“ BGR 107: Varnostni predpisi za sušilnike tiskarskih strojev in strojev za obdelavo papirja Metode za zmanjšanje tveganja za optično sevanje zaradi umetnih virov so opisane v naslednjih dokumentih: Uredba o preprečevanju nezdod BGV B2: „Lasersko sevanje“ Informacije BGI 5006: „Mejne vrednosti izpostavljenosti za umetno optično sevanje“ Informacije BGI 5007: „Laserske naprave za predstave in projekcije“ DIN EN 12198-3: 2002: „Varnost strojev – Ocenjevanje in zmanjševanje nevarnosti sevanj, ki jih oddajajo stroji – 3. del: Zmanjševanje sevanja s filtriranjem ali zaslanjanjem“ Smernica o neionizirajočem sevanju: „Lasersko sevanje“ Smernica o neionizirajočem sevanju: „Ultravijolično sevanje umetnih virov“ Metode za zmanjševanje tveganja na ravni podružnic so opisane tudi v naslednjih dokumentih: Uredba o preprečevanju nezdod BGV D1: „Varjenje, rezanje in podobne metode“ „Sušenje z ultravijoličnim sevanjem“, Stokovno združenje za tiskanje in obdelavo Merkblatt über Betrachtungsplätze für die fluoreszierende Prüfung mit dem Magnetpulver- und Eindringverfahren – Ausrüstung und Schutzmaßnahmen bei Arbeiten mit UV-Strahlung Information BGI 5092 Auswahl von Laser-Schutzbrillen und Laser-Justierbrillen Information BGI 5031 Umgang mit Lichtwellenleiter-Kommunikations-Systemen (LWKS) Letaki: Letak Zveznega inštituta za varstvo pri delu in zdravje: „Damit nichts ins Auge geht... – Schutz vor Laserstrahlung“ Letak Zveznega inštituta za varstvo pri delu in zdravje: „Zaslepitev: Slep za trenutek. Zaščita pred optičnim sevanjem“ Letak Zveznega inštituta za varstvo pri delu in zdravje: „Ročni laserji za obdelavo materialov“
Grčija	Ελάχιστες προδιαγραφές υγείας και ασφάλειας όσον αφορά στην έκθεση των εργαζόμενων σε κινδύνους/προερχόμενους από φυσικούς παράγοντες (τεχνητή οπτική ακτινοβολία), σε συμμόρφωση με την οδηγία 2006/25/ΕΚ [Εφημερίδα της Κυβερνήσεως (ΦΕΚ) (τεύχος Α), 145, 01/09/2010, 03075-03094]	

Država	Veljavna zakonodaja	Veljavna navodila
Madžarska	1991. évi XI. törvény az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálatról [Magyar Közlöny, 00753-00759]. 2/1998. (I. 16.) MüM rendelet a munkahelyen alkalmazandó biztonsági és egészségvédelmi jelzésekről [Magyar Közlöny, 16/01/1998, 174-192, 2]. A Kormány 218/1999. (XII. 28.) Korm. rendelethez az egyes szabálysértésekről [Magyar Közlöny, 28/12/1999, 08942-08968, 1999/125]. Az egészségügyi miniszter 22/2010. (V. 7.) EüM rendelete a munkavállalókat érő mesterséges optikai sugárzás expozícióra vonatkozó minimális egészségügyi és biztonsági követelményekről [Magyar Közlöny, 14597-14614]. 1997. évi XLVII. Törvény az egészségügyi és a hozzájuk kapcsolódó személyes adatok kezeléséről és védelméről [Magyar Közlöny, 05/06/1997, 03518-03528, 1997/49]. 2009. évi CLIV. Törvény az egyes egészségügyi tárgyú törvények módosításáról [Magyar Közlöny, 47035-47090]. 1993. évi XCIII. tv. a munkavédelemről [Magyar Közlöny, 03/11/1993, 9942-9953, 160]. 33/1998. (VI. 24.) NM rendelet a munkaköri, szakmai, illetve személyi higiénés alkalmasság orvosi vizsgálatáról és véleményezéséről [Magyar Közlöny, 24/06/1998, 4489-4516, 54].	Veljavna navodila Evropski standardi veljajo tudi na Madžarskem, tj. IEC 60825 -1, -2, -4, -12 IEC 60335-2-27 IEC 60601-2-22 EN 12198-1 EN 14255-1, -2, -4
Irski	S.I. No. 176 of 2010 SAFETY, HEALTH AND WELFARE AT WORK (GENERAL APPLICATION) (AMENDMENT) REGULATIONS 2010 [Iris Oifigiúil, 04/05/2010, 00628-00629, 176 of 2010].	Smernice ICNIRP
Italija	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].	
Latvija	Ministru kabineta 2009.gada 30.jūnija noteikumi Nr.731 „Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret mākslīgā optiskā starojuma radīto risku darba vidē” [Latvijas Vestnesis, 07/07/2009, 105].	Latviski standard: Merjenje in ocena osebnih izpostavljenosti nekoherentnemu optičnemu sevanju – 2. del: Vidno in infrardeče sevanje, ki ga oddajajo umetni viri na delovnem mestu
Litva	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'État, 30/06/2006, 73]. Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2007 m. spalio 5 d. įsakymas Nr. A1-277/V-785 „Dėl 2007 m. birželio 20 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 2007/30/EB, iš dalies keičiančios Tarybos direktyvą 89/391/EEB, jos atskiras direktyvas ir Tarybos direktyvas 83/477/EEB, 91/383/EEB, 92/29/EEB bei 94/33/EB, siekiant supaprastinti ir racionalizuoti praktinio įgyvendinimo a-taskaitas, įgyvendinimo“ 2007 m. spalio 5 d. Nr. A1-277/V-785 [Nouvelles de l'État, 11/10/2007, 105]. Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2007 m. gruodžio 14 d. įsakymas Nr. A1-366/V-1025 „Dėl darbuotojų apsaugos nuo dirbtinės optinės spinduliuotės ke- liamos rizikos nuostatų patvirtinimo“ [Nouvelles de l'État, 22/12/2007, 136]. Lietuvos Respublikos administracinių teisės pažeidimų kodekso pakeitimo ir papildymo įstatymas Nr. VIII-1543 [Nouvelles de l'État, 15/03/2000, 22].	

Država	Veljavna zakonodaja	Veljavna navodila
Luksemburg	Règlement grand-ducal du 26 juillet 2010 relatif aux prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des salariés aux risques dus aux agents physiques (rayonnements optiques artificiels et rayonnement solaire) 2, portant modification du règlement grand-ducal modifié du 17 juin 1997 concernant la périodicité des examens médicaux en matière de médecine du travail [Mémorial luxembourgeois A, 131, 12/08/2010, 02164-02182]	
Malta	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].	
Nizozemska	Besluit van 1 februari 2010 tot wijziging van het Arbeidsomstandighedenbesluit, houdende regels met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van kunstmatige optische straling [Staatsblad (Bulletin des Lois et des Décrets royaux), 09/03/2010, 00001-00021, 5tb, 2010, 103].	Optische straling in arbeidssituaties
Poljska	Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 27 maja 2010 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z ekspozycją na promieniowanie optyczne [Dziennik Ustaw, 2010/100/643, 09/06/2010] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 lipca 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [Dziennik Ustaw, 2010/141/950, 06/08/2010]	Na voljo so publikacije v zvezi z metodo ocenjevanja poklicnega tveganja in smernice, ki zajemajo optično sevanje. To so: „Ocena poklicnega tveganja. 1. del: Metodološka osnova“ Ur. M. W. Zawieska, CIOP-PIB, Warszawa, 2004 (tretja izdaja) „Ocena poklicnega tveganja. 2. del: STER – računalniška podpora“ Ur. M. W. Zawieska, CIOP, Warszawa, 2000 „Ocena poklicnega tveganja. Metodološka osnova ocene“ Ur. M. W. Zawieska, CIOP-PIB Warszawa, 2007
Portugalska	Assembleia da República-Estabelece as prescrições mínimas para protecção dos trabalhadores contra os riscos para a saúde e a segurança devidos à exposição, durante o trabalho, a radiações ópticas de fontes artificiais, transpondo a Directiva n.º 2006/25/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril [Diário da República, 168, 30/08/2010, 03770-03782] Assembleia da República Rectifica a Lei n.º 25/2010, de 30 de Agosto, que estabelece as prescrições mínimas para protecção dos trabalhadores contra os riscos para a saúde e a segurança devidos à exposição, durante o trabalho, a radiações ópticas de fontes artificiais, transpondo a Directiva n.º 2006/25/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, publicada no Diário da República, 1.ª série, n.º 168, de 30 de Agosto de 2010 [Diário da República I, 209, 27/10/2010, 04849-04859]	
Romunija	Hotărârea Guvernului privind cerințele minime de securitate și sănătate în muncă referitoare la expunerea lucrătorilor la riscuri generate de radiații optice artificiale [Monitorul Oficial al României, 427, 25/06/2010, 00002-00015]	
Slovaška	Zákon č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov [Zbierka zákonov SR, 31/07/2007, 154]. Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 410/2007 Z. z. o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou umelému optickému žiareniu [Zbierka zákonov SR, 01/09/2007, 178].	
Slovenija	Uredba o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti umetnim optičnim sevanjem [Uradni list RS, 34/2010, 30/04/2010, 04892-04909]	

Država	Veljavna zakonodaja	Veljavna navodila
Španija	Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales [Boletín Oficial del Estado (B.O.E), 24/04/2010, 36103-36120, 99/2010]. Corrección de errores del Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales [Boletín Oficial del Estado (B.O.E), 06/05/2010, 40171-40171, 110/2010].	STANDARDI 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) PLAKATI La Directiva 2006/25/CE sobre exposición laboral a radiaciones ópticas artificiales. Metodologija za oceno poklicne izpostavljenosti optičnim sevanjem Spectralimit: Program za oceno poklicne izpostavljenosti ultravijoličnemu in vidnemu sevanju DRUGI DOKUMENTI 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. Preprečevanje tveganj na delu. Nadaljevalni tečaj usposabljanja za izvajanje funkcij višje ravni. Različica 2. Algunas cuestiones sobre seguridad Láser. (neka) tem o varnosti laserjev). 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
Švedska	Arbetsmiljöverkets föreskrifter om artificiell optisk strålning (AFS 2009:7). [Arbetsmiljöverkets författningssamling (AFS), 10/11/2009, 2009:7].	
Združeno kraljestvo	The Control of Artificial Optical Radiation at Work Regulations 2010 [Her Majesty's Stationery Office (HMSO), 06/04/2010, , GB SI 2010 No. 1140] The Control of Artificial Optical Radiation at Work Regulations (Northern Ireland) 2010 [Her Majesty's Stationery Office (HMSO), SR of NI 2010 No. 180] Factories (Protection of Workers from Physical Agents) (Artificial Optical Radiation) Regulations 2010 [Gibraltar Gazette, 3801, 29/07/2010]	MHRA DB2008(03) Navodila za varno uporabo laserjev, sistemov z močnim svetlobnim virom in LED diod v medicinski, kirurški, zobozdravstveni in estetski praksi HSG95 Varnost laserjev, namenjenih za prikazovanje, pred sevanjem

Dodatek G.

Evropski in mednarodni standardi

Številni evropski standardi se nanašajo na izdelke, ki oddajajo optično sevanje, ugotavljajo značilnosti emisij in obravnavajo varstvene ukrepe. Obstajajo tudi številni mednarodni standardi ISO, IEC in CIE, ki niso bili objavljeni kot evropski standardi. Tretja skupina obsega dokumente z navodili, ki so bili mednarodno objavljeni, vendar jih morda niso sprejele vse države članice.

Vključitev dokumenta v ta dodatek ne pomeni nujno, da mora delodajalec pridobiti in prebrati dokument. Vendar pa lahko nekateri dokumenti delodajalcem pomagajo pri ocenah tveganja in upravljanju tveganja.

G.1 Normativi euronorm

EN 165: 2005, Osebno varovanje oči – Slovar

EN 166: 2002, Osebno varovanje oči – Specifikacije

EN 167: 2002, Osebno varovanje oči – Metode optičnih preskusov

EN 168: 2002, Osebno varovanje oči – Metode neoptičnih preskusov

EN 169: 2002, Osebno varovanje oči – Filtri za varilne in sorodne tehnike – Zahteve prepustnosti in priporočena uporaba

EN 170: 2002, Osebno varovanje oči – Ultravijolični filtri – Zahteve za prepustnost in priporočena uporaba

EN 171: 2002, Osebno varovanje oči – Infrardeči filtri – Zahteve za prepustnost in priporočena uporaba

EN 175: 1997, Osebno varovanje – Oprema za varovanje oči in obraza pri varjenju in podobnih postopkih

EN 207: 1998, Filtri in varovala za zaščito oči pred laserskimi žarki

EN 208: 1998, Varovala za zaščito oči pri nastavljanju laserjev in laserskih sistemov

EN 349: 1993, Varnost strojev, najmanjši razmiki, ki preprečujejo zmečkanine na delih človeškega telesa

EN 379: 2003, Osebno varovanje oči – Samozatemnitveni filtri za varjenje

EN 953: 1997, Varnost strojev, varovala, splošne zahteve za načrtovanje in konstruiranje pritrjenih in premičnih varoval

EN 1088: 1995, Zaporne naprave, povezane z varovali

EN 1598: 1997, Zdravje in varnost pri varjenju in podobnih postopkih – Prozorne zaves, trakovi in zasloni za obločno varjenje

EN ISO 11145: 2001, Optika in optični instrumenti – Laserji in laserska oprema – Slovar in simboli

EN ISO 11146-1: 2005, Laserji in laserska oprema – Testne metode za širino laserskega žarka, divergenčne kote in razmerja razširjanja žarka – Stigmatični in enostavni astigmatični žarki

EN ISO 11146-2: 2005, Laserji in laserska oprema – Testne metode za širino laserskega žarka, divergenčne kote in razmerja razširjanja žarka – Splošni astigmatični žarki

EN ISO 11149: 1997, Optika in optični instrumenti – Laserji in laserska oprema – Konektorji optičnih vlaken za uporabo laserja za netelekomunikacijske storitve

EN ISO 11151-1: 2000, Laserji in laserska oprema – Standardne optične komponente – Komponente za ultravijolično, vidno in bližnje infrardeče spektralno območje

EN ISO 11151-2: 2000, Laserji in laserska oprema – Standardne optične komponente – Komponente za infrardeče spektralno območje

EN ISO 11252: 2004, Laserji in laserska oprema – Laserska naprava – Minimalne zahteve za dokumentacijo

EN ISO 11254-3: 2006, Laserji in laserska oprema – Določanje praga škode na optični površini, povzročene z laserjem – Zagotavljanje zmožnosti ravnanja z lasersko energijo

EN ISO 11551: 2003, Optika in optični instrumenti – Laserji in laserska oprema – Testna metoda za absorpcijo optičnih laserskih komponent

EN ISO 11553-1: 2005, Varnost strojev – Laserski obdelovalni stroji – Splošne varnostne zahteve

EN ISO 11553-2: 2007, Varnost strojev – Laserski obdelovalni stroji – Varnostne zahteve za ročne laserske obdelovalne naprave

EN ISO 11554: 2006, Optika in fotonska tehnologija – Laserji in laserska oprema – Preskusne metode za moč žarka, energijo in časovne karakteristike

EN ISO 11670: 2003, Laserji in laserska oprema – Preskusne metode za parametre laserskega žarka – Stabilnost položaja žarka

EN ISO 11810-1: 2005, Laserji in laserska oprema – Preskusna metoda in klasifikacija za ugotavljanje odpornosti proti laserju za kirurške zastirke in/ali za varovalna pokrivala za paciente – Primarno zgorevanje in prodiranje

EN ISO 11810-2: 2007, Laserji in laserska oprema – Preskusna metoda in klasifikacija za ugotavljanje odpornosti proti laserju za kirurške zastirke in/ali za varovalna pokrivala za paciente – Sekundarno zgorevanje

EN ISO 11990: 2003, Optika in optični instrumenti – Laserji in laserska oprema – Ugotavljanje odpornosti sapničnih tubusov proti laserskemu žarku

EN ISO 12005: 2003, Laserji in laserska oprema – Preskusne metode za parametre laserskega žarka – Polarizacija

EN ISO 12100-1: 2003, Varnost strojev – Osnovni pojmi, splošna načela načrtovanja – 1. del: Osnovna terminologija, metodologija

EN ISO 12100-2: 2003, Varnost strojev – Osnovni pojmi, splošna načela načrtovanja – 2. del: Tehnična načela

EN 12254: 1998, Zaslони pri delu z laserji – Varovalne zahteve in preskušanje

EN ISO 13694: 2001, Optika in optični instrumenti – Laserji in laserska oprema – Preskusne metode za porazdelitev gostote moči laserskega žarka

EN ISO 13695: 2004, Optika in fotonska tehnologija – Laserji in laserska oprema – Preskusne metode za spektralne karakteristike laserjev

EN ISO 13697: 2006, Optika in fotonska tehnologija – Laserji in laserska oprema – Preskusne metode za zrcalno odbojnost in redno presevnost optičnih laserskih komponent

EN 13857: 2008, Varnost strojev, varnostne razdalje, ki preprečujejo doseg nevarnih območij z zgornjimi in spodnjimi udi

EN ISO 14121-1: 2007, Varnost strojev – Ocena tveganja – 1. del: Načela

EN 14255-1: 2005, Merjenje in ocena osebne izpostavljenosti nekoherentnemu optičnemu sevanju – 1. del: Ultravijolično sevanje, ki ga oddajajo umetni viri na delovnem mestu

EN 14255-2: 2005, Merjenje in ocena osebne izpostavljenosti nekoherentnemu optičnemu sevanju – 2. del: Vidno in infrardeče sevanje, ki ga oddajajo umetni viri na delovnem mestu

EN 14255-4: 2006, Merjenje in ocena osebne izpostavljenosti nekoherentnemu optičnemu sevanju – 4. del: Terminologija in količine pri meritvah izpostavljenosti ultravijoličnemu, vidnemu in infrardečemu sevanju

EN ISO 14408: 2005, Sapnični (endotrahealni) tubusi za lasersko kirurgijo – Zahteve za označevanje in spremne podatke

EN ISO 15367-1: 2003, Laserji in laserska oprema – Preskusne metode za določanje oblike čelnega vala žarka – Terminologija in osnovni vidiki

EN ISO 15367-2: 2005, Laserji in laserska oprema – Preskusne metode za določanje oblike čelnega vala žarka – Senzorji Shack-Hartmann

EN ISO 17526: 2003, Optika in optični instrumenti – Laserji in laserska oprema – Življenjska doba laserjev

EN ISO 22827-1: 2005, Prezemni preskusi Nd:YAG laserskih varilnih naprav – Stroji z optičnimi vlakni – Laserji

EN ISO 22827-2: 2005, Prezemni preskusi Nd:YAG laserskih varilnih naprav – Stroji z optičnimi vlakni – Podajalni mehanizem

EN 60601-2-22: 1996, Medicinska električna oprema - 2. del: Posebne varnostne zahteve – Oddelek 2.22 – Specifikacije za diagnostično in terapevtsko lasersko opremo

EN 60825-1: 2007, Varnost laserskih izdelkov – 1. del: Klasifikacija opreme in zahteve

EN 60825-2: 2004, Varnost laserskih izdelkov – 2. del: Varnost komunikacijskih sistemov z optičnimi vlakni

EN 60825-4: 2006, Varnost laserskih izdelkov – 4. del: Laserske zaščite

EN 60825-12: 2004, Varnost laserskih izdelkov – 12. del: Varnost optičnih komunikacijskih sistemov v prostem prostoru, ki se uporabljajo za prenos informacij

EN 61040: 1993, Detektorji, instrumenti in oprema za merjenje moči in energije laserskega sevanja

G.2 Evropska navodila

CLC/TR 50488: 2005, Vodilo za potrebne ravni pristojnosti, ki jih zahteva varnost laserjev

G.3 Dokumenti ISO, IEC in CIE

ISO/TR 11146-3: 2004, Laserji in laserska oprema – Testne metode za širino laserskega žarka, divergentne kote in razmerja razširjanja žarka – Klasifikacija dejanskega in geometričnega laserskega žarka, razširjanje in podrobnosti preskusnih metod

ISO TR 11991: 1995, Navodila za oskrbo dihalne poti med lasersko operacijo zgornje dihalne poti

ISO/TR 22588: 2005, Optika in fotonska tehnologija – Laser in laserska oprema – Merjenje in ocena zaradi absorpcije povzročenih vplivov pri laserskih optičnih komponentah

IEC/TR 60825-3: 2008, Varnost laserskih izdelkov – 3. del: Navodila za lasersko prikazovanje in predstave

IEC TR 60825-5: 2003, Varnost laserskih izdelkov – 5. del: Kontrolni list proizvajalca za IEC 60825-1

IEC/TR 60825-8: 2006, Varnost laserskih izdelkov – 8. del: Smernice za varno uporabo laserskega žarka pri ljudeh

IEC/TR 60825-13: 2006, Varnost laserskih izdelkov – 13. del: Merjenja za klasifikacijo laserskih izdelkov

IEC TR 60825-14: 2004, Varnost laserskih izdelkov – 14. del: Navodila za uporabo

IEC 62471: 2006, Fotobiološka varnost sijalk in sistemov sijalk

CIE S 004-2001, Barve svetlobnih signalov

ISO 16508/CIE S006.1/E-1999, Skupni ISO/CIE standard: Cestni semaforji – Fotometrične lastnosti 200 mm okroglih signalov

ISO 17166/CIE S007/E-1999, Skupni ISO/CIE standard: Referenčni eritemski akcijski spekter in standardna eritemska doza

ISO 8995-1: 2002(E)/CIE S 008/E: 2001, Skupni ISO/CIE standard: Razsvetljava delovnih prostorov – 1. del: Notranji [vključno s tehničnim popravkom ISO 8995:2002/Cor. 1:2005(E)]

CIE S 009/D: 2002, Fotobiološka varnost sijalk in sistemov sijalk

ISO 23539: 2005(E)/CIE S 010/E: 2004: Skupni ISO/CIE standard: Fotometrija – Sistem fizične fotometrije CIE

ISO 23603: 2005(E)/CIE S 012/E: 2004, Skupni ISO/CIE standard: Standardna metoda za ocenjevanje spektralne kakovosti simulatorjev dnevne svetlobe za vidno oceno in merjenje barve

CIE S 015: 2005, Razsvetljava delovnih mest na prostem

ISO 8995-3: 2006(E)/CIE S 016/E: 2005, Skupni ISO/CIE standard: Razsvetljava delovnih prostorov – 3. del: Zahteve glede razsvetljave za varnost in zaščito delovnih mest na prostem

ISO 28077: 2006(E)/CIE S 019/E: 2006, Skupni ISO/CIE standard: Akcijski spekter fotokarcinogeneze (maligni epiteljski tumorji kože)

ISO 30061: 2007(E)/CIE S 020/E: 2007, Razsvetljava v sili

Dodatek H. Občutljivost na svetlobo

H.1 Kaj je občutljivost na svetlobo?

Kemične reakcije, ki jih sproži vidno ali ultravijolično sevanje, so naravni proces in bistvenega pomena za preživetje živih organizmov. Imenujejo se tudi fotokemične reakcije: najprej mora molekula ali živa celica absorbirati energijo, ki jo vzpodbudi, da proizvede reakcijo.

V normalnih okoliščinah bo čisti učinek pozitiven in telesu, v tem primeru koži, ne bo prišlo do poškodb.

Vendar pa lahko absorpcija, zaužitje ali vdihavanje določenih snovi sprožijo hude okrepljene učinke in povzročijo dejanske poškodbe, podobne akutnim sončnim opeklinam več velikostnih razredov. Te snovi so na splošno imenovane „fotosenzorična sredstva“.

Včasih se lahko neželeni učinki (kot so opekline, mehurji, zbadanje) pojavijo skoraj takoj.

Dolgoročne posledice ponavljajoče se izpostavljenosti med stikom s fotosenzoričnimi sredstvi lahko v nekaterih primerih povečajo tveganje, da se bo stanje razvilo v kronično bolezen (npr. pospešeno staranje kože ali kožni rak).

Večina fotosenzoričnih sredstev absorbira v območju UVA sevanja in v manjši meri v območju UVB ali vidnega sevanja. Lahko jih najdete povsod v svojem okolju:

- v vsakdanjem življenju: določena zdravila, kot so zdravila za uravnavanje srčnega ritma ali proti previsokemu krvnemu tlaku, nekatere snovi v zelnjavi, sredstva za zaščito lesa, kot je katransko olje, vrtno rastline, parfumi in kozmetika;
- v delovnem okolju: barvila, pesticidi, tiskarske barve, dodatki za hrano za živali;
- v medicinskem okolju: terapija s svetlobo, antibiotične snovi, pomirjevala, diuretiki, protinfekcijsko zdravljenje.

Ti seznam niso izčrpni. Poleg tega lahko fotosenzorična sredstva, ki se uporabljajo v vsakdanjem življenju ali so medicinskega izvora, očitno vplivajo na občutljivost na poklicno izpostavljenost.

Neželeni učinki so odvisni od vrste in absorbirane/zaužite/inhalirane količine fotosenzoričnega sredstva, intenzivnosti in trajanja izpostavljenosti ter genetske sestave (npr. tip kože) vsakega posameznika.

H.2 Vidiki, povezani z delom ... ali pa tudi ne

Kot vidite, se lahko neželeni učinki zaradi izpostavljenosti ultravijoličnemu ali vidnemu sevanju v prisotnosti fotosenzoričnih sredstev pojavijo pri komer koli in lahko nastanejo zaradi poklicnih ali nepoklicnih dejavnosti.

Poleg tega je glavni dejavnik naravno sevanje, ki ga proizvaja sonce.

Ker neželeni učinki zaradi izpostavljenosti naravnemu sevanju ne sodijo na področje Direktive, je to glede naravnega sevanja samo informativne narave.

H.3 Kaj morate storiti kot delodajalec?

Direktiva zahteva od delodajalca, da izvede oceno tveganja ob upoštevanju nevarnosti in tveganj zaradi izpostavljenosti umetnemu optičnemu sevanju.

Del odgovornosti delodajalca je obveznost obvestiti osebe o morebitnem tveganju. Ozaveščanje o morebitnih nevarnostih in tveganjih zaradi fotosenzoričnih sredstev je bistvenega pomena.

H.4 Kaj narediti, če vaše delo zahteva izpostavljenost virom umetnega optičnega sevanja v kombinaciji s fotosenzoričnimi sredstvi?

Ko delodajalec izvaja oceno tveganja, ne more poznati posebnih okoliščin, na primer, da je delavec deležen zdravljenja s „fotosenzoričnimi“ zdravili, da je uporabil „fotosenzorična“ sredstva pri obnavljanju svojega doma ali da pri ukvarjanju s svojimi konjički uporablja „fotosenzorične“ kemične snovi (barve, črnila, lepilo) itd.

Ko pričnete z zdravljenjem z določenimi, vendar „fotosenzoričnimi“ zdravili, vas bo zdravnik običajno opozoril na morebitne neželene učinke izpostavljenosti sončni svetlobi. Včasih bo izpostavljenost sončni svetlobi jasno prepovedana. V takšnem primeru je priporočljivo tudi, da se na delu izogibate prekomerni izpostavljenosti umetni (in naravni) svetlobi ali virom ultravijoličnega sevanja. Vedno preberite etiketo! Zelo priporočljivo je, da sami obvestite svojega delodajalca ali uporabite obstoječe kanale ali postopke v vaši državi.

Če na koži opazite neželen učinek, nemudoma obiščite zdravnika. Če menite, da je poklicnega izvora, povejte zdravniku. Če obstaja sum, da je vzrok poklicni, je zelo priporočljivo, da obvestite svojega delodajalca sami ali preko obstoječih kanalov ali postopkov v vaši državi. Samo tako bodo lahko izvedene ustrezne prilagoditve vaših delovnih pogojev.

Dodatek I. Viri

I.1 Medmrežje

Seznami niso izčrpni; glede vsebine zunanjih strani ni podano nobeno potrdilo ali priporočilo.

I.2 Svetovalni/regulativni

Evropska unija

Država	Organizacija	Spletna stran
Avstrija	AUVA	http://www.auva.at
Belgija	Institut pour la Prevention, la Protection et le Bien-Etre au Travail	http://www.prevent.be/net/net01.nsf
Ciper	Ημερίδα με θέμα: Ασφαλής Πρόσδεση Φορτίων	http://www.cysha.org.cy
Češka	Nacionalni inštitut za varovanje zdravja	http://www.czu.cz
	Centrum bezpečnosti práce a požární ochrany	http://www.civop.cz
Danska	Danski organ za delovno okolje	http://www.at.dk
Estonija	TÖÖINSPEKTSIOON	http://www.ti.ee
Finska	Työterveyslaitos	http://www.occuphealth.fi
Francija	Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail	http://www.afsset.fr
Nemčija	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin	http://www.baua.de
	Berufsgenossenschaft Elektro Textil Feinmechanik	http://www.bgetf.de
Grčija	Grški Inštitut za varstvo in zdravje pri delu	http://www.elinyae.gr
Madžarska	Javna ustanova za raziskovanje varnosti pri delu	http://www.mkk.org.hu
Irska	Zdravstveni in varstveni organ	http://www.HSA.ie
Italija	Nacionalni inštitut za varstvo pri delu in preventivo	http://www.ispesl.it
Latvija	Inštitut za varstvo pri delu in okoljsko zdravje	http://home.parks.lv/ioeh
Luksemburg	Inspection du Travail et des Mines	http://www.itm.lu/itm
Malta	Organ za varnost in zdravje pri delu	http://www.ohsa.org.mt
Nizozemska	TNO delo in zaposlovanje	http://www.arbeid.tno.nl
Poljska	Centralni inštitut za varstvo pri delu	http://www.ciop.pl
Portugalska	Autoridade para as Condições do Trabalho	http://www.act.gov.pt
Romunija	Inštitut za varovanje zdravja	http://www.pub-health-iasi.ro
Slovaška	Organ Slovaške republike za varovanje zdravja	http://www.uvzs.sk
Slovenija	Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve	http://www.mddsz.gov.si
Španija	Nacionalni inštitut za varnost in higieno pri delu	http://www.insht.es/portal/site/Insht
	Združenje za preprečevanje nezgod	http://www.apa.es
Švedska	Švedska agencija za zaščito pred sevanjem	http://www.ssi.se
Združeno kraljestvo	Agencija za varovanje zdravja	http://www.hpa.org.uk
	Urad za zdravje in varnost	http://www.hse.gov.uk

Mednarodni

Organizacija	Spletna stran
Mednarodna komisija za zaščito pred neionizirajočim sevanjem	http://www.icnirp.de
Mednarodna komisija za svetlobne naprave	http://www.cie.co.at
Svetovna zdravstvena organizacija	http://www.who.int
Ameriška konferenca vladnih industrijskih higienikov	http://www.acgih.org
Evropska konfederacija sindikatov	http://www.etuc.org http://hesa.etui-rehs.org
Evropska zveza za javno zdravje	http://www.epha.org/r/64
Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu	http://osha.europa.eu/
Mednarodni odbor za zdravje pri delu	http://www.icohweb.org

Ostali svet

Država	Organizacija	Spletna stran
ZDA	Center za naprave in radiološko zdravje ameriškega Urada za živila in zdravila	http://www.fda.gov/cdrh/
ZDA	Baza podatkov o napakah pri zdravljenju ameriškega Urada za živila in zdravila	http://www.accessdata.fda.gov
ZDA	Vojaški center Združenih držav za spodbujanje zdravja in preventivno medicino, program za lasersko/optično sevanje	http://chppm-www.apgea.army.mil/laser/laser.html
Avstralija	Avstralska agencija za varstvo pred sevanjem in jedrsko varnost	http://www.arpana.gov.au

I.3 Standardi

Organizacija	Spletna stran
Mednarodna komisija za elektrotehniko	http://www.iec.ch
Evropski odbor za standardizacijo v elektrotehniki	http://www.cenelec.eu
Evropski odbor za standardizacijo	http://www.cen.eu
Mednarodna organizacija za standardizacijo	http://www.iso.org
Ameriški državni inštitut za standarde	http://www.ansi.org
Ameriški standardi za varnost laserjev	http://www.z136.org

I.4 Združenja/spletni imeniki

Organizacija	Spletna stran
Evropsko optično društvo	http://www.myeos.org
SPIE	http://www.spie.org
Ameriško optično društvo	http://www.osa.org
Ameriški inštitut za laserje	http://www.laserinstitute.org
Združenje uporabnikov laserjev	http://www.ailu.org.uk
Inštitut za fiziko	http://www.iop.org
Inštitut za fiziko in inženiring v medicini	http://www.ipem.org.uk
Britansko združenje za medicinske laserje	http://www.bmla.co.uk
Evropsko vodilno združenje proizvajalcev plinskih seval z zgorevanjem na površini	http://www.elvhis.com

I.5 Revije

<http://www.optics.org>

Opto & Laser Europe

<http://www.health-physics.com>

Revija Health Physics

http://www.oxfordjournals.org/our_journals/rpd/about.html

Iskanje povzetkov objav, povezanih z laserji, v Radiation Protection Dosimetry

<http://lfw.pennnet.com/home.cfm>

Ameriški mesečnik o optiki Laser Focus World

<http://www.photonics.com>

Photonics Spectra, Europhotonics in BioPhotonics

<http://scitation.aip.org/jla/>

Journal of Laser Applications

<http://www.springerlink.com/content/1435-604X/>

Revija Lasers in Medical Science

<http://fibers.org/fibresystems/schedule/fse.cfm>

Revija Fibre Systems Europe

<http://www.laserist.org/Laserist/>

Revija Laserist Mednarodnega združenja za lasersko prikazovanje

<http://www.ledsmagazine.com>

Elektronska revija, ki obravnava uporabo LED diod

<http://www.ils-digital.com>

Revija Industrial Laser Solutions

<http://www.rp-photonics.com/encyclopedia.html>

Spletna enciklopedija, ki obravnava številne teme o laserjih in optiki

I.6 Zgoščenke, digitalne videoplošče in drugi viri

Vir	Ponudnik	Opombe
Limits CD	Avstrijski raziskovalni centri	Interaktivni sistem usposabljanja (v angleščini in nemščini) o varnosti laserjev v industriji in raziskavah. Zgoščenska obsega 30 minut dolg video, ki vodi skozi 9 poglavij zgoščenke. Poglavja si je mogoče ogledati tudi brez videa. Vključuje preskusni del (vprašanja z več možnimi odgovori) in glosar.
LIA – Mastering Light – Laser Safety Digitalna videoplošča	LIA	Obravnava uporabe, vrste laserjev, nevarnosti zaradi laserja, nadzorne ukrepe, znake in oznake, hrambo očal itd. Vključene so podrobnosti stare klasifikacije laserjev.
Laser Safety in Higher Education na digitalni videoplošči	Univerza v Southamptonu	Obravnava lasersko sevanje in telo, varnostne ukrepe, nevtralne filtre gostote itd. Vključene so podrobnosti stare klasifikacije laserjev.
LIA – CLSOs' Best Practices in Laser Safety na zgoščenci	LIA	Knjiga in zgoščenska. Na zgoščenci je predstavitev poglavij 5.2.1.1 in 5.2.1.3 v programu PowerPoint. Knjiga je namenjena kot orodje pri razvoju programov za varnost laserjev.
Prevention of Labour Risks na zgoščenci	INSHT	Nadaljevalni tečaj usposabljanja za izvajanje funkcij višje ravni. Različica 2.
Guide to Laser Safety	Laservision	Knjižica (v angleščini in nemščini). Glavna tema te knjižice so zaščitna očala za laserje in filtri.
Laser-Augenschutz Filter-Select	BGETF	Access interaktivna podatkovna baza očal za laserje.

Dodatek J. Glosar

Funkcija ponderiranja nevarnosti modre svetlobe

Funkcija spektralnega ponderiranja, ki odraža fotokemične učinke ultravijoličnega in vidnega sevanja na mrežnico.

Simbol: $B(\lambda)$

Enota SI: brez enote

Funkcija ponderiranja nevarnosti ultravijoličnega sevanja

Funkcija spektralnega ponderiranja za namene varovanja zdravja, ki odraža skupne akutne učinke ultravijoličnega sevanja na oči in kožo.

Funkcija ponderiranja toplotne nevarnosti za mrežnico

Funkcija spektralnega ponderiranja, ki odraža toplotne učinke ultravijoličnega in vidnega sevanja na mrežnico.

Simbol: $R(\lambda)$

Enota SI: brez enote

Infrardeče sevanje (IR)

Optično sevanje, pri katerem so valovne dolžine daljše od valovnih dolžin za vidno sevanje.

Pri infrardečem sevanju je območje med 780 in 10^6 nm običajno razdeljeno na:

IRA sevanje (780 do 1 400 nm),

IRB sevanje (1 400 do 3 000 nm),

IRC sevanje (3 000 do 10^6 nm).

Izpostavljenost sevanju

Kvociient sevalne energije dQ , ki vpada na element površine, na kateri je točka v določenem trajanju, z območjem dA zadevnega elementa.

$$H = \frac{dQ}{dA}$$

Enakovredno, integral obsevanja E na določeni točki v določenem trajanju Δt .

$$H = \int_{\Delta t} E \cdot dt$$

Enota SI: $J m^{-2}$

Mejna vrednost izpostavljenosti

Najvišja meja izpostavljenosti oči ali kože, za katero se ne pričakuje, da bo povzročila škodljive biološke učinke.

Nekoherentno sevanje

Katero koli optično sevanje, razen laserskega sevanja.

Nevarna razdalja

Najkrajša razdalja od vira, pri kateri obsevanje/sevnost ne preseže ustrezne mejne vrednosti izpostavljenosti.

Nevarna razdalja za kožo

Razdalja, pri kateri obsevanje preseže ustrezno mejno vrednost izpostavljenosti za kožo za 8-urno izpostavljenost.

Enota: m

Nevarnost modre svetlobe

Možnost fotokemično spodbujene poškodbe mrežnice zaradi izpostavljenosti optičnemu sevanju v območju valovne dolžine 300 nm do 700 nm.

Nevarnost ultravijoličnega sevanja

Možnost akutnih in kroničnih škodljivih učinkov na kožo in oči zaradi izpostavljenosti optičnemu sevanju v območju valovne dolžine od 180 do 400 nm.

Območje nevarnosti za mrežnico

Spektralno območje 380 do 1 400 nm (vidno in IRA sevanje), v katerem normalni očesni medij prenaša optično sevanje v mrežnico.

Obsevanje (na točki površine)

Kvociient svetlobnega toka $d\Phi_v$, ki vpada na element površine, na kateri je točka, z območjem dA elementa, tj.

$$E = \frac{d\Phi}{dA}$$

Enota SI: $W m^{-2}$

Odziv na gledanje v svetlobo, nameren ali nenameren

Zapiranje očesne veke, očesno gibanje, zoženje zenice ali premikanje glave, da bi se izognili izpostavljenosti stimulatorju optičnega sevanja.

Optično sevanje

Elektromagnetno sevanje na valovnih dolžinah med območjem prehoda na rentgenske žarke (valovna dolžina približno 1 nm) in območjem prehoda na radijske valove (valovna dolžina približno 10^6 nm).

Osvetljenost (E_v)

(na točki površine)

Kvocien svetlobnega toka $d\Phi_v$, ki vpada na element površine, na kateri je točka, z območjem dA elementa.

$$E_v = \frac{d\Phi_v}{dA}$$

Enota: Luks (lx)

Razdalja, nevarna za oči

Razdalja, na kateri je obsevanje žarka ali izpostavljenost sevanju enaka ustrezni mejni vrednosti izpostavljenosti za oči.

Sevnost

(v določeni smeri na določeni točki dejanske ali navidezne površine)

količina, opredeljena s formulo

$$L = \frac{d\Phi}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega}$$

kjer je:

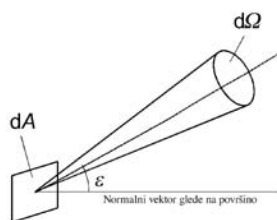
$d\Phi_v$ sevalni tok, ki ga prenaša osnovni žarek, ko potuje skozi določeno točko in se razširja v prostorskem kotu $d\Omega$, ki vsebuje določeno smer;

dA je območje dela žarka, ki vsebuje določeno točko;

θ je kot med normalo zadevnega dela in smerjo žarka.

Simbol: L

Enota SI: $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$



Shematski prikaz opredelitve sevnosti

Svetlost

Količina, opredeljena s formulo

$$L_v = \frac{d\Phi_v}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega}$$

kjer je:

$d\Phi_v$ svetlobni tok, ki ga prenaša osnovni žarek, ko potuje skozi določeno točko in se razširja v prostorskem kotu $d\Omega$, ki vsebuje določeno smer;

dA je območje dela žarka, ki vsebuje določeno točko;

ϵ je kot med normalo tistega dela in smerjo žarka.

Simbol: L_v

Enota: $cd \cdot m^{-2}$

Toplotna nevarnost za mrežnico

Možnost poškodbe oči zaradi izpostavljenosti optičnemu sevanju v območju valovne dolžine 380–1 400 nm.

Ultravijolično sevanje (UV)

Optično sevanje, pri katerem so valovne dolžine krajše od valovnih dolžin za vidno sevanje.

Pri ultravijoličnem sevanju je območje med 100 in 400 nm običajno razdeljeno na:

UVA sevanje, od 315 do 400 nm,

UVB sevanje, od 280 do 315 nm,

UVC sevanje, od 100 nm do 280 nm.

Ultravijolično sevanje na območju valovne dolžine pod 180 nm (vakuum UV) močno absorbira kisik v zraku.

Vidno sevanje

Vsako optično sevanje, ki lahko neposredno spodbudi vidno zaznavo.

Opomba: Ni natančnih mejnih vrednosti za spektralno območje vidnega sevanja, saj so odvisne od količine sevalne moči, ki doseže mrežnico, in odzivnosti opazovalca. Spodnja mejna vrednost je običajno med 360 in 400 nm, zgornja mejna vrednost pa med 760 in 830 nm.

Dodatek K. Bibliografija

K.1 Zgodovina laserjev

How the Laser Happened – Adventures of a Scientist. Charles H Townes. Oxford University Press, 1999.

The Laser Odyssey. Theodore Maiman. Laser Press, 2000.

The History of the Laser. M. Bertolotti. Institute of Physics Publishing, 2005.

Beam: The Race to Make the Laser. Jeff Hecht. Oxford University Press, 2005.

Laser: The Inventor, the Nobel Laureate, and the Thirty-Year Patent War. Nick Taylor. iUniverse.com, 2007.

K.2 Medicinski laserji

Medical Lasers and their Safe Use. D. Sliney and S. Trokel. Springer-Verlag, New York, 1993.

Laser-Tissue Interactions – Fundamentals and Applications. Markolf H. Niemz. Springer, 2004.

K.3 Zaščita pred laserskim in optičnim sevanjem

Safety with Lasers and Other Optical Sources. D. Sliney and M. Wolbarsht. Plenum, New York, 1980.

Practical Laser Safety. D. C. Winburn. Marcel Dekker Inc. New York, 1985.

The Use of Lasers in the Workplace: A Practical Guide. International Labour Office, Geneva, 1993.

Laser Safety. Roy Henderson and Karl Schulmeister. Institute of Physics Publishing, 2003.

Laser Safety Management. Ken Barat. CRC Press/Taylor & Francis, 2006.

Schutz vor optischer Strahlung. Ernst Sutter. VDE Verlag GmbH, 2002.

K.4 Laserska tehnologija in teorija

Introduction to Laser Technology. Breck Hitz, J. J. Ewing & Jeff Hecht. IEEE Press, 2001.

Handbook of Laser Technology and Applications.

- Volume 1: Principles
- Volume 2: Laser Design and Laser Systems
- Volume 3: Applications

Colin Webb and Julian Jones, Editors. Institute of Physics Publishing, 2004.

Principles of Lasers and Optics. William S. C. Chang. Cambridge University Press, 2005.

Field Guide to Lasers. Rüdiger Paschotta. SPIE Press, 2008.

K.5 Smernice in poročila

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 400 nm and 1.4 μm . *Health Physics* 79 (4): 431–440; 2000.

Guidelines on Limits of Exposure to Broad-Band Incoherent Optical Radiation (0.38 to 3 μm). *Health Physics* 73 (3): 539–554; 1997.

Guidelines on UV Radiation Exposure Limits. *Health Physics* 71 (6): 978; 1996.

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

Proposed Change to the IRPA 1985 Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation. *Health Physics* 56 (6): 971–972; 1989.

Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelengths between 180 nm and 400nm (Incoherent Optical Radiation). *Health Physics* 49 (2): 331–340; 1985.

ICNIRP Statement on Far Infrared Radiation Exposure. *Health Physics* 91(6) 630–645; 2006.

Adjustment of guidelines for exposure of the eye to optical radiation from ocular instruments: statement from a task group of the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Sliney D., Aron-Rosa D., DeLori F., Fankhouser F., Landry R., Mainster M., Marshall J., Rassow B., Stuck B., Trokel S., West T., and Wolfe M. *Applied Optics* 44 (11): 2162–2176; 2005.

Health Issues of Ultraviolet Tanning Appliances used for Cosmetic Purposes. *Health Physics* 84 (1): 119–127; 2004.

Light-Emitting Diodes (LEDs) and Laser Diodes: Implications for Hazard Assessment. *Health Physics* 78 (6): 744–752; 2000.

Laser Pointers. *Health Physics* 77 (2): 218–220; 1999.

Health Issues of Ultraviolet „A“ Sunbeds Used for Cosmetic Purposes. *Health Physics* 61 (2): 285–288; 1991.

Fluorescent Lighting and Malignant Melanoma. *Health Physics* 58 (1): 111–112; 1990.

UV exposure guidance: a balanced approach between health risks and health benefits of UV and Vitamin D. Proceedings of an International Workshop. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, Vol 92, Number 1; September 2006 – ISSN 0079-6107.

Ultraviolet Radiation Exposure, Measurement and Protection. Proceedings of an International Workshop, NRPB, Chilton, UK, 18–20 October, 1999. AF McKinlay, MH Repacholi (eds.) Nuclear Technology Publishing, *Radiation Protection Dosimetry*, Vol 91, 1–3, 1999. ISBN 1870965655.

Measurements of Optical Radiation Hazards. A reference book based on presentations given by health and safety experts on optical radiation hazards, Gaithersburg, Maryland, USA, September 1–3, 1998. Munich: ICNIRP/CIE-Publications; 1999. ISBN 978-3-9804789-5-3.

Protecting Workers from UV Radiation. Munich: International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, International Labour Organization, World Health Organization; 2007. ISBN 978-3-934994-07-2.

Documents of the NRPB: Volume 13 , No. 1, 2002. Health Effects from Ultraviolet Radiation: Report of an Advisory Group on Non-Ionising Radiation. Health Protection Agency. ISBN 0-85951-475-7.

Documents of the NRPB: Volume 13 , No. 3, 2002. Advice on Protection Against Ultraviolet Radiation. Health Protection Agency. ISBN 0-85951-498-6.

Dodatek L. Besedilo Direktive 2006/25/ES

L 114/38

SL

Uradni list Evropske unije

27.4.2006

DIREKTIVA 2006/25/ES EVROPSKEGA PARLAMENTA in Sveta

z dne 5. aprila 2006

o minimalnih zdravstvenih in varnostnih zahtevah v zvezi z izpostavljenostjo delavcev tveganjem, ki nastanejo zaradi fizikalnih dejavnikov (umetnih optičnih sevanj) (19. posebna direktiva v smislu člena 16(1) Direktive 89/391/EGS)

EVROPSKI PARLAMENT IN SVET EVROPSKE UNIJE STA –

ob upoštevanju Pogodbe o ustanovitvi Evropske skupnosti in zlasti člena 137(2) Pogodbe,

ob upoštevanju predloga Komisije ⁽¹⁾, predloženega po posvetovanju s Svetovalnim odborom za varnost in zdravje pri delu,

ob upoštevanju mnenja Evropskega ekonomsko-socialnega odbora ⁽²⁾,

po posvetovanju z Odborom regij,

v skladu s postopkom, določenim v členu 251 Pogodbe ⁽³⁾, glede na skupno besedilo, ki ga je odobril Spravni odbor dne 31. januarja 2006,

ob upoštevanju naslednjega:

- (1) V skladu s Pogodbo lahko Svet z direktivami sprejme minimalne zahteve za spodbujanje izboljšav, zlasti delovnega okolja, ki zagotovijo višjo raven zaščite varnosti in zdravja delavcev. Take direktive ne smejo nalagati upravnih, finančnih in zakonskih omejitev, ki bi ovirale ustanavljanje ter razvoj malih in srednje velikih podjetij (MSP).

- (2) Sporočilo Komisije o programu ukrepanja v zvezi z izvajanjem Listine Skupnosti o temeljnih socialnih pravicah delavcev predvideva uvedbo minimalnih zahtev za varnost in zdravje v zvezi z izpostavljenostjo delavcev tveganjem, ki jih povzročajo fizikalni dejavniki. Septembra 1990 je Evropski parlament sprejel resolucijo o tem programu ukrepanja ⁽⁴⁾ in pozval zlasti Komisijo, naj pripravi posebno direktivo o tveganjih, ki jih povzročajo hrup in vibracije ter vsi drugi fizikalni dejavniki na delovnem mestu.

- (3) Kot prvi korak sta Evropski parlament in Svet sprejela Direktivo 2002/44/ES z dne 25. junija 2002 o minimalnih zdravstvenih in varnostnih zahtevah glede izpostavljenosti delavcev tveganjem, ki nastanejo zaradi fizikalnih dejavnikov (vibracij) (16. posebna direktiva v smislu člena 16(1) Direktive 89/391/EGS) ⁽⁵⁾. Nato sta Evropski parlament in Svet 6. februarja 2003 sprejela Direktivo 2003/10/ES o minimalnih zdravstvenih in varnostnih zahtevah v zvezi z izpostavljenostjo delavcev tveganjem, ki nastanejo zaradi fizikalnih dejavnikov (hrup) (17. posebna direktiva v smislu člena 16(1) Direktive 89/391/EGS) ⁽⁶⁾. Potem sta 29. aprila 2004 Evropski parlament in Svet sprejela Direktivo 2004/40/ES o minimalnih zdravstvenih in varnostnih zahtevah v zvezi z izpostavljenostjo delavcev tveganjem, ki nastajajo zaradi fizikalnih dejavnikov (elektromagnetnih sevanj) (18. posebna direktiva v smislu člena 16(1) Direktive 89/391/EGS) ⁽⁷⁾.

- (4) Sedaj se ocenjuje, da je treba uvesti ukrepe za varovanje delavcev pred tveganji, povezanimi z optičnimi sevanji, zaradi njihovih vplivov na zdravje in varnost delavcev, zlasti zaradi njihove škodljivosti za oči in kožo. Ti ukrepi so namenjeni zagotavljanju varnosti in zdravja vsakega posameznega delavca in hkrati ustvarjanju minimalne podlage varovanja za vse delavce Skupnosti, da bi se izognili možnim izkrivljanjem konkurence.

- (5) Eden izmed ciljev te direktive je pravočasno ugotavljanje negativnih vplivov na zdravje, nastalih zaradi izpostavljenosti optičnemu sevanju.

⁽¹⁾ UL C 77, 18.3.1993, str. 12, in UL C 230, 19.8.1994, str. 3.

⁽²⁾ UL C 249, 13.9.1993, str. 28.

⁽³⁾ Mnenje Evropskega parlamenta z dne 20. aprila 1994 (UL C 128, 9.5.1994, str. 146), potrjeno dne 16. septembra 1999 (UL C 54, 25.2.2000, str. 75), Skupno stališče Sveta z dne 18. aprila 2005 (UL C 172 E, 12.7.2005, str. 26) in Stališče Evropskega parlamenta z dne 16. novembra 2005 (še ni objavljeno v Uradnem listu). Zakonodajna resolucija Evropskega parlamenta z dne 14. februarja 2006 (še ni objavljeno v Uradnem listu) in Sklepe Sveta z dne 23. februarja 2006.

⁽⁴⁾ UL C 260, 15.10.1990, str. 167.

⁽⁵⁾ UL L 177, 6.7.2002, str. 13.

⁽⁶⁾ UL L 42, 15.2.2003, str. 38.

⁽⁷⁾ UL L 159, 30.4.2004, str. 1.

- (6) Ta direktiva določa minimalne zahteve in tako omogoča državam članicam, da obdržijo ali sprejmejo strožje določbe za varstvo delavcev, predvsem nižje mejne vrednosti izpostavljenosti. Izvajanje te direktive ne sme opravičevati nikakršnega poslabšanja razmer, ki že prevladujejo v posamezni državi članici.
- (7) Sistem varovanja pred nevarnostmi optičnih sevanj se mora omejiti na splošno opredelitev ciljev, ki jih je treba doseči, načel, ki jih je treba upoštevati, in osnovnih vrednosti, ki jih je treba uporabljati, s čimer se državam članicam omogoči, da minimalne zahteve uporabljajo na enakovreden način.
- (8) Raven izpostavljenosti optičnim sevanjem se lahko učinkoviteje zniža z vključitvijo preventivnih ukrepov v načrtovanje delovnih postaj ter z izbiro delovne opreme, postopkov in metod, z namenom prednostnega zmanjšanja tveganj pri viru. Določbe v zvezi z delovno opremo in metodami tako prispevajo k varovanju zadevnih delavcev. V skladu s splošnimi načeli preprečevanja iz člena 6(2) Direktive Sveta 89/391/EGS z dne 12. junija 1989 o uvajanju ukrepov za spodbujanje izboljšav varnosti in zdravja delavcev pri delu ⁽¹⁾ imajo kolektivni varnostni ukrepi prednost pred ukrepi za zaščito posameznika.
- (9) Delodajalci morajo v skladu s tehničnim napredkom in znanstvenimi dognanji v zvezi s tveganji, ki se nanašajo na izpostavljenost optičnim sevanjem, izvesti prilagoditve za izboljšanje varnosti in varovanja zdravja delavcev.
- (10) Ker je ta direktiva posebna direktiva v smislu člena 16(1) Direktive 89/391/EGS, se navedena direktiva uporablja za izpostavljenost delavcev optičnim sevanjem in ne vpliva na strožje in/ali posebne določbe, ki jih vsebuje ta direktiva.
- (11) Ta direktiva predstavlja praktičen korak k oblikovanju socialne razsežnosti notranjega trga.
- (12) Z dopolnilnim pristopom, ki spodbuja načelo boljšega pravnega urejanja in zagotavlja višjo raven varstva, je mogoče doseči, da izdelki proizvajalcev virov optičnega sevanja in z njimi povezana oprema ustrezajo usklajenim standardom za zdravstveno varstvo in varnost uporabnikov pred tveganji, ki so del teh izdelkov; tako ni potrebno, da bi delodajalci ponavljali meritve ali izračune, ki jih je proizvajalec že izvedel za določitev skladnosti z osnovnimi varnostnimi zahtevami za to opremo, kakor so določene v veljavnih direktivah Skupnosti, ob upoštevanju pravilnega in rednega vzdrževanja opreme.
- (13) Ukrepi, potrebni za izvajanje te direktive, se morajo sprejeti v skladu s Sklepom Sveta 1999/468/ES z dne 28. junija 1999 o določitvi postopkov za uresničevanje Komisiji podeljenih izvedbenih pooblastil ⁽²⁾.
- (14) Spoštovanje mejnih vrednosti izpostavljenosti mora zagotoviti visoko raven varovanja glede vplivov na zdravje, ki so lahko posledica izpostavljenosti optičnim sevanjem.
- (15) Komisija pripravi praktične smernice, ki bodo v pomoč delodajalcem, še zlasti upravljavcem majhnih in srednje velikih podjetij (MSP), da bi bolje razumeli tehnične določbe te direktive. Komisija si prizadeva dokončati omenjene smernice, kakor hitro bo mogoče, da bi državam članicam olajšala sprejetje potrebnih ukrepov za izvajanje te direktive.
- (16) V skladu z odstavkom 34 Medinstitucionalnega sporazuma o boljši pripravi zakonodaje ⁽³⁾ se države članice spodbuja, da za svoje potrebe in za potrebe Skupnosti izdelajo in objavijo lastne tabele, ki naj, kolikor je mogoče, natančno prikažejo primerjavo med to direktivo in ukrepi za njen prenos –

SPREJELA NASLEDNJO DIREKTIVO:

ODDELEK I

SPLOŠNE DOLOČBE

Člen 1

Cilj in področje uporabe

1. Ta direktiva, ki je 19. posebna direktiva v smislu člena 16 (1) Direktive 89/391/EGS, določa minimalne zahteve za varovanje delavcev pred tveganji za njihovo varnost in zdravje, ki izhajajo ali bi lahko izhajala iz izpostavljenosti umetnim optičnim sevanjem med njihovim delom.

2. Ta direktiva se nanaša na tveganje za varnost in zdravje delavcev zaradi škodljivih vplivov na oči in kožo, ki so posledica izpostavljenosti umetnim optičnim sevanjem.

⁽¹⁾ UL L 183, 29.6.1989, str. 1. Direktiva, kakor je bila nazadnje spremenjena z Uredbo (ES) št. 1882/2003 Evropskega parlamenta in Sveta (UL L 284, 31.10.2003, str. 1).

⁽²⁾ UL L 184, 17.7.1999, str. 23.

⁽³⁾ UL C 321, 31.12.2003, str. 1.

3. Direktiva 89/391/EGS se v celoti uporablja za celotno področje iz odstavka 1 brez poseganja v strožje in/ali podrobnejše določbe iz te direktive.

Člen 2

Opredelitve pojmov

Za namene te direktive se uporabljajo naslednje definicije:

(a) optično sevanje: vsako elektromagnetno sevanje z valovnimi dolžinami med 100 nm in 1 mm. Spekter optičnega sevanja je razdeljen na ultravijolično, vidno in infrardeče sevanje:

(i) ultravijolično sevanje: optično sevanje z valovnimi dolžinami med 100 nm in 400 nm. Ultravijolično območje se deli na UVA (315-400 nm), UVB (280-315 nm) in UVC (100-280 nm);

(ii) vidno sevanje: optično sevanje z valovnimi dolžinami med 380 nm in 780 nm;

(iii) infrardeče sevanje: optično sevanje z valovnimi dolžinami med 780 nm in 1 mm. Infrardeče območje se deli na IRA (780-1 400 nm), IRB (1 400-3 000 nm) in IRC (3 000 nm-1 mm);

(b) laser (ojačevanje svetlobe s stimuliranim sevanjem): vsako sredstvo, ki lahko proizvaja ali ojači elektromagnetno sevanje v območju valovnih dolžin optičnega sevanja, predvsem s postopkom nadzorovanega stimuliranega sevanja;

(c) lasersko sevanje: optično sevanje laserja;

(d) nekoherentno sevanje: vsako optično sevanje, ki ni lasersko;

(e) mejne vrednosti izpostavljenosti: mejne vrednosti izpostavljenosti optičnim sevanjem temeljijo neposredno na ugotovljenih vplivih sevanj na zdravje in bioloških presojah. Upoštevanje teh mejnih vrednosti bo zagotovilo, da bodo delavci, izpostavljeni umetnim virom optičnih sevanj, zavarovani pred vsemi znanimi škodljivimi vplivi za zdravje;

(f) obsevanost, iradianca (E) ali gostota pretoka moči: sevajoči tokovni vpad, ki vpada na enoto površine, izražen v vatih na kvadratni meter ($W m^{-2}$);

(g) izpostavljenost sevanju (H): časovni integral obsevanosti, izražen v džulih na kvadratni meter ($J m^{-2}$);

(h) energijska sevnost, radianca (L): sevalni tok ali izstopna moč na prostorski kot na enoto površine, izražen v vatih na kvadratni meter na steradian ($W m^{-2} sr^{-1}$);

(i) raven: součinkovanje obsevanosti, izpostavljenosti sevanju in energijski sevnosti, ki jim je delavec izpostavljen.

Člen 3

Mejne vrednosti izpostavljenosti

1. Mejne vrednosti izpostavljenosti za nekoherentno sevanje, ki ga ne oddajajo naravni viri optičnih sevanj, so navedene v Prilogi I.

2. Mejne vrednosti izpostavljenosti za laserska sevanja so navedene v Prilogi II.

ODDELEK II

OBVEZNOSTI DELODAJALCEV

Člen 4

Ugotavljanje izpostavljenosti in ocena tveganj

1. V primeru izpostavljenosti delavcev umetnim virom optičnih sevanj delodajalec pri izpolnjevanju obveznosti iz členov 6(3) in 9(1) Direktive 89/391/EGS oceni in po potrebi izmeri in/ali izračuna ravni izpostavljenosti optičnemu sevanju, ki so mu bili delavci izpostavljeni, tako da se lahko določijo in izvedejo potrebni ukrepi za omejitev izpostavljenosti na sprejemljive vrednosti. Uporabljena metodologija ocenjevanja, meritve in/ali izračuni morajo biti v skladu s standardi Mednarodne elektrotehniške komisije (IEC) za lasersko sevanje, za nekoherentna sevanja pa v skladu s priporočili Mednarodne komisije za osvetlitev (CIE) in Evropskega odbora za standardizacijo (CEN). V primerih izpostavljenosti, ki jih ne obravnavajo ti standardi in priporočila, in dokler ne bodo dostopni ustrezni EU standardi in priporočila, morajo biti ocena, meritev in/ali izračuni izvedeni na osnovi dostopnih nacionalnih ali mednarodnih znanstveno utemeljenih smernic. V obeh primerih izpostavljenosti se lahko pri oceni upoštevajo podatki, ki jih je zagotovil proizvajalec opreme, če so ti zajeti v ustreznih direktivah Skupnosti.

2. Oceno, meritev in/ali izračune iz odstavka 1 načrtujejo in izvedejo pristojne službe ali osebe v primernih presledkih, zlasti ob upoštevanju določb členov 7 in 11 Direktive 89/391/EGS o potrebnih pristojnih službah ali osebah ter o posvetovanju z delavci in njihovem sodelovanju. Podatki, pridobljeni z ocenami, skupaj s podatki na podlagi meritev in/ali izračuna ravni izpostavljenosti iz odstavka 1, se shranijo v ustreznih obliki, tako da je omogočen vpogled vanje v kasnejši fazi.

3. Na podlagi člena 6(3) Direktive 89/391/EGS mora biti delodajalec pri oceni tveganja pozoren zlasti na naslednje:

- (a) raven, razpon valovnih dolžin in trajanje izpostavljenosti umetnim virom optičnih sevanj;
- (b) mejne vrednosti izpostavljenosti iz člena 3 te direktive;
- (c) kakršne koli vplive na zdravje in varnost delavcev iz posebej ogroženih skupin delavcev;
- (d) kakršne koli možne vplive na zdravje in varnost delavcev, ki so posledica medsebojnega vpliva optičnih sevanj in na svetlobo občutljivih kemičnih snovi na delovnem mestu;
- (e) vse posredne vplive, kot so začasna oslepitev, eksplozija ali ogenj;
- (f) obstoj nadomestne opreme, načrtovane za zmanjšanje ravni izpostavljenosti umetnim optičnim sevanjem;
- (g) ustrezne informacije, pridobljene z zdravstvenim nadzorom, vključno z objavljenimi informacijami, kolikor je mogoče;
- (h) izpostavljenost mnogovrstnim virom optičnih sevanj;
- (i) opredelitev, ki se uporablja za laser v skladu z ustreznimi standardi IEC, in vsako podobno opredelitev v zvezi s katerimi koli umetnimi viri, ki bi lahko povzročili podobno poškodbo kot laser razreda 3B ali 4;
- (j) podatke o virih optičnih sevanj in z njimi povezano delovno opremo, ki jih zagotovijo proizvajalci delovne opreme v skladu z ustreznimi direktivami Skupnosti.

4. Delodajalec mora imeti oceno tveganja v skladu s členom 9(1)(a) Direktive 89/391/EGS in opredeliti, katere ukrepe je treba sprejeti v skladu s členoma 5 in 6 te direktive. Ocena tveganja se zapiše na ustreznem mediju v skladu z nacionalno zakonodajo in prakso; lahko vključuje tudi utemeljitev delodajalca v primeru, če nadaljnje ocenjevanje tveganja zaradi narave in obsega nevarnosti v zvezi z optičnimi sevanji ni potrebno. Oceno tveganja je treba redno posodabljati, zlasti če so nastale znatne spremembe, zaradi katerih bi lahko zastarela, ali kadar rezultati zdravstvenega nadzora pokažejo, da je to potrebno.

Člen 5

Določbe za preprečevanje ali zmanjšanje tveganja

1. Ob upoštevanju tehničnega napredka in razpoložljivih ukrepov za nadzor tveganja pri viru se tveganja zaradi izpostavljenosti umetnemu optičnemu sevanju odpravijo ali zmanjšajo na minimum.

Zmanjšanje tveganj zaradi izpostavljenosti umetnim optičnim sevanjem temelji na splošnih načelih preventive iz Direktive 89/391/EGS.

2. Kadar ocena tveganja, izvedena v skladu s členom 4(1), za delavce, izpostavljene umetnim virom optičnih sevanj, pokaže kakršno koli možnost, da bi bile mejne vrednosti izpostavljenosti lahko presežene, delodajalec izdelava in izvaja akcijski načrt, vključno s tehničnimi in/ali organizacijskimi ukrepi, načrtovanimi za preprečevanje izpostavljenosti, ki bi presegala mejne vrednosti, zlasti ob upoštevanju:

- (a) drugih delovnih metod, ki zmanjšujejo tveganje zaradi optičnih sevanj;
- (b) izbora opreme, ki oddaja manj optičnih sevanj, glede na delo, ki ga je potrebno opraviti;
- (c) tehničnih ukrepov za zmanjšanje emisije optičnih sevanj, vključno z uporabo, kadar je to potrebno, koordiniranih oz. sinhroniziranih varnostnih mehanizmov, zaslonov in podobnih mehanizmov za varovanje zdravja;
- (d) ustreznih programov vzdrževanja delovne opreme, delovnih mest in sistemov delovnih postaj;
- (e) načrtovanja in razmestitve delovnih mest in delovnih postaj;
- (f) omejitev trajanja in ravni izpostavljenosti;
- (g) dostopnosti ustrezne osebne varovalne opreme;
- (h) navodil proizvajalca opreme, če je to določeno v ustrezni direktivi Skupnosti.

3. Na podlagi ocene tveganja, izvedene v skladu s členom 4, se delovna mesta, kjer bi bili delavci lahko izpostavljeni ravnam optičnih sevanj iz umetnih virov, ki presegajo mejne vrednosti izpostavljenosti, označijo v skladu z Direktivo Sveta 92/58/EGS z dne 24. junija 1992 o minimalnih zahtevah za zagotavljanje varnostnih in/ali zdravstvenih znakov pri delu (9. posebna direktiva v smislu člena 16(1) Direktive 89/391/EGS) ⁽¹⁾. Ugotovijo se zadevna območja in omeji dostop do njih tam, kjer je to tehnično izvedljivo in kjer obstaja tveganje, da bi bile mejne vrednosti izpostavljenosti lahko presežene.

4. Izpostavljenost delavcev v nobenem primeru ne sme presegati mejnih vrednosti. Če so kljub ukrepom, ki jih sprejme delodajalec, da bi se ravnal po tej direktivi v zvezi z umetnimi viri optičnih sevanj, mejne vrednosti izpostavljenosti presežene, delodajalec takoj sprejme ukrepe za zmanjšanje izpostavljenosti pod mejne vrednosti. Delodajalec ugotovi razloge, zaradi katerih so bile mejne vrednosti izpostavljenosti presežene, ter ustrezno prilagodi zaščitne in preventivne ukrepe, da prepreči ponovno prekoračitev.

5. V skladu s členom 15 Direktive 89/391/EGS delodajalec prilagodi ukrepe iz tega člena zahtevam delavcev iz posebno ogroženih skupin delavcev.

Člen 6

Obveščanje in usposabljanje delavcev

Brez poseganja v člena 10 in 12 Direktive 89/391/EGS delodajalec zagotovi, da so delavci, ki so pri delu izpostavljeni tveganjem zaradi umetnih optičnih sevanj, in/ali njihovi predstavniki informirani in usposobljeni v zvezi z rezultati ocene tveganja iz člena 4 te direktive, zlasti glede:

- (a) sprejetih ukrepov za izvajanje te direktive;
- (b) mejnih vrednosti izpostavljenosti in z njimi povezanih morebitnih tveganj;
- (c) rezultatov ocene, meritev in/ali izračunov ravni izpostavljenosti umetnim optičnim sevanjem, izvedenih v skladu s členom 4 te direktive, skupaj z obrazložitvijo njihovega pomena in morebitnih tveganj;
- (d) zaznavanja in obveščanja o škodljivih vplivih izpostavljenosti na zdravje;
- (e) okoliščin, v katerih so delavci upravičeni do zdravstvenega nadzora;

(f) varnih delovnih postopkov, ki izpostavljenost optičnim sevanjem omejijo na najnižjo možno raven;

(g) pravilne uporabe ustrezne osebne varovalne opreme.

Člen 7

Posvetovanje z delavci in njihovo sodelovanje

Posvetovanje z delavci in sodelovanje delavcev in/ali njihovih predstavnikov glede zadev, ki jih ureja ta direktiva, poteka v skladu s členom 11 Direktive 89/391/EGS.

ODDELEK III

DRUGE DOLOČBE

Člen 8

Zdravstveni nadzor

1. S ciljem preprečevanja in pravočasnega ugotavljanja kakršnih koli negativnih vplivov na zdravje kakor tudi preprečevanja kakršnih koli dolgoročnih tveganj za zdravje in tveganj za kronična obolenja zaradi izpostavljenosti optičnemu sevanju sprejmejo države članice predpise za zagotovitev ustreznega zdravstvenega nadzora delavcev v skladu s členom 14 Direktive 89/391/EGS.

2. Države članice zagotovijo, da zdravstveni nadzor izvaja zdravnik, strokovnjak za medicino dela ali zdravstveni organ, pristojen za zdravstveni nadzor v skladu z nacionalno zakonodajo in prakso.

3. Države članice sprejmejo ukrepe za zagotovitev izdelave in sprotnega dopolnjevanja zdravstvene dokumentacije vsakega delavca, ki je pod zdravstvenim nadzorom v skladu z odstavkom 1. Zdravstvena dokumentacija vsebuje povzetek rezultatov opravljenega zdravstvenega nadzora. Hrani se v primerni obliki, ki omogoča kasnejši vpogled, ob upoštevanju zaupnosti. Kopije ustrezne dokumentacije je treba ob upoštevanju zaupnosti predložiti pristojnim organom, če to zahtevajo. Delodajalec sprejme potrebne ukrepe za zagotovitev dostopa zdravniku, strokovnjaku za medicino dela ali zdravstvenemu organu, odgovornemu za zdravstveni nadzor, kot je na ustrezen način določila država članica, do rezultatov ocene tveganja iz člena 4, kadar bi ti lahko bili pomembni za zdravstveni nadzor. Posamezni delavec ima na lastno zahtevo pravico do dostopa do svoje osebne zdravstvene dokumentacije.

⁽¹⁾ UL L 245, 26.8.1992, str. 23.

4. V vsakem primeru, kadar se ugotovi izpostavljenost nad mejno vrednostjo, se v skladu z nacionalno zakonodajo in prakso zadevnim delavcem omogoči zdravstveni pregled. Zdravstveni pregled se izvede tudi, kadar je na podlagi zdravstvenega nadzora pri delavcu ugotovljena določljiva bolezen ali škodljiv vpliv na zdravje, za katerega zdravnik ali strokovnjak za medicino dela meni, da je posledica izpostavljenosti umetnemu optičnemu sevanju pri delu. V obeh primerih, kadar je presežena mejna vrednost ali kadar je ugotovljen škodljiv vpliv za zdravje (vključno z boleznijo):

- (a) zdravnik ali druga ustrezno usposobljena oseba obvesti delavca o izvidu, ki se nanaša nanj osebno. Delavec prejme predvsem informacije in nasvete v zvezi z morebitnim zdravstvenim nadzorom, ki bi se mu moral podvreči po koncu izpostavljenosti;
- (b) se delodajalca obvesti o kakršnih koli bistvenih ugotovitvah zdravstvenega nadzora, ob upoštevanju zaupnosti zdravstvenih podatkov;
- (c) mora delodajalec:

- preveriti oceno tveganja, opravljeno v skladu s členom 4,
- preveriti ukrepe, predvidene za odpravljanje ali zmanjševanje tveganj v skladu s členom 5,
- upoštevati nasvet strokovnjaka za varovanje zdravja pri delu ali druge ustrezno usposobljene osebe ali pristojnega organa pri izvajanju kakršnega koli ukrepa, potrebnega za odpravljanje ali zmanjševanje tveganja v skladu s členom 5, in
- poskrbeti za stalni zdravstveni nadzor ter zagotoviti preverjanje zdravstvenega stanja vseh drugih delavcev, ki so bili enako izpostavljeni. V takih primerih sme pristojni zdravnik, strokovnjak za medicino dela ali pristojni organ predlagati, da izpostavljene osebe opravijo zdravstveni pregled.

Člen 9

Kazni

Države članice predvidijo primerne kazni v primeru kršitve nacionalne zakonodaje, sprejete na podlagi te direktive. Te kazni morajo biti učinkovite, sorazmerne in odvračilne.

Člen 10

Tehnične spremembe

1. Vse spremembe mejnih vrednosti izpostavljenosti, navedene v prilogah, sprejmeta Svet in Evropski parlament v skladu s postopkom iz člena 137(2) Pogodbe.
2. Spremembe prilog, ki so strogo tehnične narave in so usklajene s:
 - (a) sprejetjem direktiv na področju tehničnega usklajevanja in standardizacije v zvezi z načrtovanjem, gradnjo, proizvodnjo ali izdelavo delovne opreme in/ali delovnih mest;
 - (b) tehničnim napredkom, spremembami najprimernejših usklajenih evropskih standardov ali mednarodnih specifikacij in novimi znanstvenimi dognanji v zvezi s poklicno izpostavljenostjo optičnim sevanjem,

se sprejmejo v skladu s postopkom iz člena 11(2).

Člen 11

Odbor

1. Komisiji pomaga odbor iz člena 17 Direktive 89/391/EGS.
 2. Pri sklicevanju na ta odstavek se uporabljata člena 5 in 7 Sklepa 1999/468/ES, ob upoštevanju določb člena 8 Sklepa.
- Rok iz člena 5(6) Sklepa 1999/468/ES je tri mesece.
3. Odbor sprejme svoj poslovnik.

ODDELEK IV

KONČNE DOLOČBE

Člen 12

Poročila

Države članice vsakih pet let predložijo Komisiji poročilo o praktičnem izvajanju te direktive in navedejo stališča socialnih partnerjev.

Komisija vsakih pet let obvesti Evropski parlament, Svet, Evropski ekonomsko-socialni odbor in Svetovalni odbor za varnost in zdravje pri delu o vsebini teh poročil, svoji oceni teh poročil, razvoju na zadevnem področju in o vseh dejavnostih, ki bi lahko bile upravičene glede na nova znanstvena dognanja.

Člen 13

Praktične smernice

Zaradi lažjega izvajanja te direktive Komisija pripravi praktične smernice za določbe členov 4 in 5 in prilog I in II.

Člen 14

Prenos

1. Države članice sprejmejo zakone in druge predpise, potrebne za uskladitev s to direktivo, najpozneje do 27. aprila 2010. O tem nemudoma obvestijo Komisijo.

Ko države članice sprejmejo navedene predpise, se v njih sklicujejo na to direktivo ali pa sklic nanjo navedejo ob njihovi uradni objavi. Načine sklicevanja določijo države članice.

2. Države članice sporočijo Komisiji besedila določb nacionalne zakonodaje, ki jih bodo ali so jih že sprejele na področju, ki ga ureja ta direktiva.

Člen 15

Začetek veljavnosti

Ta direktiva začne veljati na dan objave v *Uradnem listu Evropske unije*.

Člen 16

Naslovniki

Ta direktiva je naslovljena na države članice.

V Strasbourgu, 5. aprila 2006

Za Evropski parlament

Predsednik

J. BORRELL FONTELLES

Za Svet

Predsednik

H. WINKLER

PRILOGA I

Nekoherentna optična sevanja

Vrednosti izpostavljenosti optičnim sevanjem, ki so ustrezne s stališča biofizike, se lahko določijo na podlagi v nadaljevanju navedenih formul. Uporaba formul je odvisna od razpona sevanj, ki jih oddaja vir; rezultate je treba primerjati z ustreznimi mejnimi vrednostmi izpostavljenosti, navedenimi v tabeli 1.1. Pri podanem viru optičnih sevanj lahko nastopata več kot ena vrednost izpostavljenosti in njej relevantna mejna vrednost.

Številčenje (a) do (o) se nanaša na ustrezne vrste v tabeli 1.1.

$$(a) \quad H_{\text{eff}} = \int_0^t \int_{\lambda=180 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \cdot dt \quad (H_{\text{eff}} \text{ se uporablja samo v razponu od 180 do 400 nm})$$

$$(b) \quad H_{\text{UVA}} = \int_0^t \int_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt \quad (H_{\text{UVA}} \text{ se uporablja samo v razponu od 315 do 400 nm})$$

$$(c), (d) \quad L_B = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda \quad (L_B \text{ se uporablja samo v razponu od 300 do 700 nm})$$

$$(e), (f) \quad E_B = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda \quad (E_B \text{ se uporablja samo v razponu od 300 do 700 nm})$$

$$(g) \text{ do } (l) \quad L_R = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda \quad (\text{Za ustrezne vrednosti } \lambda_1 \text{ in } \lambda_2 \text{ glej tabelo 1.1})$$

$$(m), (n) \quad E_{\text{IR}} = \int_{\lambda=780 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda \quad (E_{\text{IR}} \text{ se uporablja samo v razponu od 780 do 3 000 nm})$$

$$(o) \quad H_{\text{koža}} = \int_0^t \int_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt \quad (H_{\text{koža}} \text{ se uporablja samo v razponu od 380 do 3 000 nm})$$

Za namene te direktive se lahko prej navedene formule nadomestijo s formulami, navedenimi v nadaljevanju, in uporabijo diskretne vrednosti iz naslednjih tabel:

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

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

$$(c), (d) \quad L_B = \sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

$$(e), (f) \quad E_B = \sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

$$g) \text{ do } (l) \quad L_R = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda} \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad (\text{Za ustrezne vrednosti } \lambda_1 \text{ in } \lambda_2 \text{ glej tabelo 1.1})$$

$$(m), (n) \quad E_{\text{IR}} = \sum_{\lambda=780 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$$

$$(o) \quad E_{\text{koža}} = \sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \quad \text{in } H_{\text{skin}} = E_{\text{skin}} \cdot \Delta t$$

Opombe:

$E_{\lambda}(\lambda, t)$, E_{λ} *spektralna obsevanost ali spektralna gostota pretoka moči*: sevajoči tokovni vpad na enoto površine, izražen v vatih na kvadratni meter na nanometer [$\text{W m}^{-2} \text{ nm}^{-1}$]; vrednosti $E_{\lambda}(\lambda, t)$ in E_{λ} sta pridobljeni z meritvami ali ju zagotovi proizvajalec opreme;

E_{eff} *efektivna obsevanost (UV razpon)*: izračunana obsevanost v razponu valovnih dolžin od 180 do 400 nm, spektralno vrednotena s $S(\lambda)$, izražena v vatih na kvadratni meter [W m^{-2}];

H *izpostavljenost sevanju*: časovni integral obsevanosti, izražen v džulih na kvadratni meter [J m^{-2}];

H_{eff} *efektivna izpostavljenost sevanju*: izpostavljenost sevanju, spektralno vrednotena s $S(\lambda)$, izražena v džulih na kvadratni meter [J m^{-2}];

E_{UVA} *celotna obsevanost (UVA)*: izračunana obsevanost na območju UVA valovnih dolžin v razponu od 315 do 400 nm, izražena v vatih na kvadratni meter [W m^{-2}];

H_{UVA} *izpostavljenost sevanju*: integral časa in valovne dolžine ali seštevek obsevanosti na območju UVA valovnih dolžin v razponu od 315 do 400 nm, izražena v džulih na kvadratni meter [J m^{-2}];

$S(\lambda)$ *spektralno ponderiranje*, ki upošteva zdravstvene vplive UV sevanja na oči in kožo v odvisnosti od valovne dolžine (tabela 1.2) [brezrazsežno];

t , Δt *čas, trajanje izpostavljenosti*, izražen v sekundah [s];

λ *valovna dolžina*, izražena v nanometrih [nm];

$\Delta\lambda$ *pasovna širina intervalov*, dobljenih s pomočjo izračunov ali meritev, izražena v nanometrih [nm];

$L_{\lambda}(\lambda)$, L_{λ} *spektralna sevnost vira*, izražena v vatih na kvadratni meter na steradian na nanometer [$\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \text{ nm}^{-1}$];

$R(\lambda)$ *spektralno ponderiranje*, ki upošteva odvisnost poškodb oči zaradi termičnih vplivov, ki so posledica vidnih in IRA sevanj, od valovne dolžine (tabela 1.3) [brezrazsežno];

L_R *efektivna sevnost (toplotne poškodbe)*: izračunana sevnost, spektralno ponderirana z $R(\lambda)$, izražena v vatih na kvadratni meter na steradian [$\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$];

$B(\lambda)$ *spektralno ponderiranje*, ki upošteva odvisnost fotokemičnih poškodb oči, ki so posledica sevanja modre svetlobe od valovne dolžine (tabela 1.3) [brezrazsežno];

L_B *efektivna sevnost (modra svetloba)*: izračunana sevnost, spektralno ponderirana z $B(\lambda)$, izražena v vatih na kvadratni meter na steradian [$\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$];

E_B *efektivna obsevanost (modra svetloba)*: izračunana obsevanost, spektralno vrednotena z $B(\lambda)$, izražena v vatih na kvadratni meter [W m^{-2}];

E_{IR} *celotna obsevanost (toplotne poškodbe)*: izračunana obsevanost na območju infrardečih valovnih dolžin v razponu od 780 do 3 000 nm, izražena v vatih na kvadratni meter [W m^{-2}];

$E_{\text{koža}}$ *celotna obsevanost (vidno sevanje, IRA in IRB)*: izračunana obsevanost na območju vidnih in infrardečih valovnih dolžin v razponu od 380 do 3 000 nm, izražena v vatih na kvadratni meter [W m^{-2}];

$H_{\text{koža}}$ *izpostavljenost sevanju*: integral časa in valovne dolžine ali vsota obsevanosti na območju vidnih in infrardečih valovnih dolžin v razponu od 380 do 3 000 nm, izražena v džulih na kvadratni meter [J m^{-2}];

α *zorni kot*: kot, pod katerim je viden navidezni izvor iz določene točke v prostoru, izražen v miliradianih [mrad]. Navidezni izvor je realni ali virtualni objekt, ki ustvari najmanjšo možno sliko na očesni mrežnici.

Tabela 1.1:
Mejne vrednosti izpostavljenosti nekoherentnim optičnim sevanjem

Indeks	Valovna dolžina nm	Mejna vrednost izpostavljenosti	Enote	Pripomba	Del telesa	Nevarnost
a.	180–400 (UVA, UVB in UVC)	$H_{\text{eff}} = 30$ dnevna vrednost 8 ur	$[J\ m^{-2}]$		oči roženica veznica leča koža	vnetje roženice vnetje očesne veznice nastanek sive mrežnice eritemi elastoza kožni rak
b.	315–400 (UVA)	$H_{\text{UVA}} = 10^4$ dnevna vrednost 8 ur	$[J\ m^{-2}]$		oči leče	nastanek sive mrežnice
c.	300–700 (modra svetloba) glej opombo 1	$L_B = \frac{10^6}{t}$ za $t \leq 10\ 000\ s$	$L_B: [W\ m^{-2}\ sr^{-1}]$ $t: [sekunde]$	za $\alpha \geq 11\ mrad$		
d.	300–700 (modra svetloba) glej opombo 1	$L_B = 100$ za $t > 10\ 000\ s$	$[W\ m^{-2}\ sr^{-1}]$		oči mrežnica	vnetje očesne mrežnice
e.	300–700 (modra svetloba) glej opombo 1	$E_B = \frac{100}{t}$ za $t \leq 10\ 000\ s$	$E_B: [W\ m^{-2}]$ $t: [sekunde]$	za $\alpha \geq 11\ mrad$ glej opombo 2		
f.	300–700 (modra svetloba) glej opombo 1	$E_B = 0,01$ za $t > 10\ 000\ s$	$[W\ m^{-2}]$			

Indeks	Valovna dolžina nm	Méjna vrednost izpostavljenosti	Enote	Pripomba	Del telesa	Nevarnost
g.	380–1 400 (vidno in IRA sevanje)	$L_R = \frac{2,8 \cdot 10^7}{C_a}$ za $t > 10$ s	$[W m^{-2} sr^{-1}]$	$C_a = 1,7$ za $\alpha \leq 1,7$ mrad $C_a = \alpha$ za $1,7 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_a = 100$ za $\alpha > 100$ mrad $\lambda_1 = 380; \lambda_2 = 1 400$	oči mrežnica	opeklina mrežnice
h.	380–1 400 (vidno in IRA sevanje)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_a t^{0,25}}$ za $10 \mu s \leq t \leq 10$ s	$L_R: [W m^{-2} sr^{-1}]$ $t: [sekunde]$			
i.	380–1 400 (vidno in IRA sevanje)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_a}$ za $t < 10 \mu s$	$[W m^{-2} sr^{-1}]$			
j.	780–1 400 (IRA)	$L_R = \frac{6 \cdot 10^6}{C_a}$ za $t > 10$ s	$[W m^{-2} sr^{-1}]$	$C_a = 11$ za $\alpha \leq 11$ mrad $C_a = \alpha$ za $11 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_a = 100$ za $\alpha > 100$ mrad (meritve vidnega polja: 11 mrad) $\lambda_1 = 780; \lambda_2 = 1 400$	oči mrežnica	opeklina mrežnice
k.	780–1 400 (IRA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_a t^{0,25}}$ za $10 \mu s \leq t \leq 10$ s	$L_R: [W m^{-2} sr^{-1}]$ $t: [sekunde]$			
l.	780–1 400 (IRA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_a}$ za $t < 10 \mu s$	$[W m^{-2} sr^{-1}]$			
m.	780–3 000 (IRA in IRB)	$E_{IR} = 18 000 t^{-0,75}$ za $t \leq 1 000$ s	$E: [W m^{-2}]$ $t: [sekunde]$		oči roženica leče	opeklina roženice nastanek sive mrežnice
n.	780–3 000 (IRA in IRB)	$E_{IR} = 100$ za $t > 1 000$ s	$[W m^{-2}]$			

Indeks	Valovna dolžina nm	Méjna vrednost izpostavljenosti	Enote	Pripomba	Del telesa	Nevarnost
o.	380–3 000 (vidno, IRA in IRB sevanje)	$H_{koža} = 20\,000\,t^{0,25}$ za $t < 10\,s$	H: $[J\,m^{-2}]$ t: [sekunde]		koža	opeklina

Opomba 1: Razpon od 300 do 700 nm pokriva del UVB, celotno UVA in večino vidnega sevanja; vendar pa se z njim povezana nevarnost ponavadi imenuje nevarnost „modre svetlobe“. Natančno rečeno pa modra svetloba pokriva razpon približno od 400 do 490 nm.

Opomba 2: Če se pogled upira v zelo male vire z zornim kotom < 11 mrad, se lahko L_B pretvori v E_B . To se ponavadi nanaša na oftalmološke instrumente ali na stabilizirano oko med anestezijo. Najdaljše trajanje „strmenja“ se določi z naslednjo formulo: $t_{max} = 100/E_B$ z E_B , izraženo v $W\,m^{-2}$. Zaradi premikanja oči pri normalnem gledanju ta čas ne presega 100 s.

Tabela 1.2:

S (λ) [brezrazsežno], od 180 nm do 400 nm

λ v nm	S (λ)	λ v nm	S (λ)	λ v nm	S (λ)	λ v nm	S (λ)	λ v 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		

Tabela 1.3:

B (λ), R (λ) [brezrazsežno], od 380 nm do 1 400 nm

λ v 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
$500 < \lambda \leq 600$	$10^{0,02(450-\lambda)}$	1
$600 < \lambda \leq 700$	0,001	1
$700 < \lambda \leq 1\,050$	—	$10^{0,002(700-\lambda)}$
$1\,050 < \lambda \leq 1\,150$	—	0,2
$1\,150 < \lambda \leq 1\,200$	—	$0,2 \cdot 10^{0,02(1\,150-\lambda)}$
$1\,200 < \lambda \leq 1\,400$	—	0,02

PRILOGA II

Laserska optična sevanja

Vrednosti izpostavljenosti optičnim sevanjem, ki so ustrezne s stališča biofizike, se lahko določijo na podlagi v nadaljevanju navedenih formul. Uporaba formul je odvisna od valovne dolžine in trajanja sevanja, ki ga oddaja vir; rezultate je treba primerjati z ustreznimi mejnimi vrednostmi izpostavljenosti, navedenimi v tabelah 2.2–2.4. Pri podanem viru laserskih optičnih sevanj lahko nastopata več kot ena vrednost izpostavljenosti in njej relevantna mejna vrednost.

Koeficienti, uporabljeni za izračun v tabelah 2.2–2.4, so navedeni v tabeli 2.5, korekcije za ponavljajočo se izpostavljenost pa v tabeli 2.6.

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

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

Opombe:

dP moč, izražena v vatih [W];

dA površina, izražena v kvadratnih metrih [m²];

$E(t)$, E obsevanost, iradianca ali gostota pretoka moči: sevajoči tokovni vpad, ki vpada na enoto površine, v splošnem izražen v vatih na kvadratni meter [W m²]; vrednosti $E(t)$, E sta pridobljeni z meritvami ali ju zagotovi proizvajalec opreme;

H izpostavljenost sevanju: časovni integral obsevanosti, izražen v džulih na kvadratni meter [J m²];

t čas, trajanje izpostavljenosti, izražen v sekundah [s];

λ valovna dolžina, izražena v nanometrih [nm];

γ mejni kot stožca pri meritvah vidnega polja, izražen v miliradianih [mrad];

γ_m meritve vidnega polja, izražene v miliradianih [mrad];

α zorni kot vira, izražen v miliradianih [mrad];

mejna odprtina: krožno območje, uporabljeno za izračun povprečne obsevanosti in izpostavljenosti sevanju;

G integrirana sevnost (radianca): integral sevnosti v določenem času izpostavljenosti, izražen kot sevalna energija na enoto sevajoče površine na enoto prostorskega kota emisije, v džulih na kvadratni meter na steradian [J m² sr⁻¹].

Tabela 2.1:

Nevarnosti sevanja

Valovna dolžina [nm] [nm] λ	Vrsta sevanja	Prizadeti organ	Nevarnost	Tabela mejnih vrednosti izpostavljenosti
180 do 400	UV	oči	fotokemične poškodbe in toplotne poškodbe	2.2, 2.3
180 do 400	UV	koža	eritemi	2.4
400 do 700	vidno sevanje	oči	poškodbe mrežnice	2.2
400 do 600	vidno sevanje	oči	fotokemične poškodbe	2.3
400 do 700	vidno sevanje	koža	toplotne poškodbe	2.4
700 do 1 400	IRA	oči	toplotne poškodbe	2.2, 2.3
700 do 1 400	IRA	koža	toplotne poškodbe	2.4
1 400 do 2 600	IRB	oči	toplotne poškodbe	2.2
2 600 do 10 ⁶	IRC	oči	toplotne poškodbe	2.2
1 400 do 10 ⁶	IRB, IRC	oči	toplotne poškodbe	2.3
1 400 do 10 ⁶	IRB, IRC	koža	toplotne poškodbe	2.4

Tabela 2.2:

Mejne vrednosti za izpostavljenost oči laserskemu sevanju – Kratka izpostavljenost v trajanju < 10 s

Valovna dolžina ^a [nm]	Odpirtina	Trajanje [s]				
		$10^{-13} - 10^{-11}$	$10^{-11} - 10^{-9}$	$10^{-9} - 10^{-7}$	$10^{-7} - 1,8 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-5}$
UVC						$10^{-3} - 10^1$
UVB	180 - 280			$H = 30 \text{ [J m}^{-2}]$		
	280 - 302			$H = 40 \text{ [J m}^{-2}]$;		
	303			$H = 60 \text{ [J m}^{-2}]$;		
	304			$H = 100 \text{ [J m}^{-2}]$;		
	305			$H = 160 \text{ [J m}^{-2}]$;		
	306			$H = 250 \text{ [J m}^{-2}]$;		
	307			$H = 400 \text{ [J m}^{-2}]$;		
	308			$H = 630 \text{ [J m}^{-2}]$;		
	309			$H = 10^3 \text{ [J m}^{-2}]$;		
	310			$H = 1,6 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}]$;		
UVA	311			$H = 2,5 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}]$;		
	312			$H = 4,0 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}]$;		
	313			$H = 6,3 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}]$;		
	314			$H = 10^4 \text{ [J m}^{-2}]$;		
	315 - 400			$H = 5 \cdot 10^{-3} C_E \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 18 \cdot 10^{-3} C_E \text{ [J m}^{-2}]$	
	400 - 700			$H = 5 \cdot 10^{-3} C_A C_E \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 18 \cdot 10^{-3} C_A C_E \text{ [J m}^{-2}]$	
Vidna sevanja & IRA	700 - 1 050			$H = 2,7 \cdot 10^4 C_A C_E \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 2,7 \cdot 10^4 C_A C_E \text{ [J m}^{-2}]$	
	1 050 - 1 400			$H = 2,7 \cdot 10^5 C_C C_E \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 5 \cdot 10^{-2} C_C C_E \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 90 \cdot 10^{-5} C_C C_E \text{ [J m}^{-2}]$
	1 400 - 1 500			$E = 10^{12} \text{ [W m}^{-2}]$ Glej opombo ^c	$H = 10^3 \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$
IRB & IRC	1 500 - 1 800			$E = 10^{13} \text{ [W m}^{-2}]$ Glej opombo ^c	$H = 10^4 \text{ [J m}^{-2}]$	
	1 800 - 2 600			$E = 10^{12} \text{ [W m}^{-2}]$ Glej opombo ^c	$H = 10^3 \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$
	2 600 - 10 ⁶			$E = 10^{11} \text{ [W m}^{-2}]$ Glej opombo ^c	$H = 100 \text{ [J m}^{-2}]$	$H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25} \text{ [J m}^{-2}]$

^a Če se na valovno dolžino laserja nanašata dve mejni vrednosti, potem se uporablja restriktivnejša.

^b Kadar je $1400 \leq \lambda < 10^5$ nm: premer odprtine = 1 mm za $t \leq 0,3$ s in $1,5 \cdot 10^{0,375}$ mm za $0,3 < t < 10$ s; kadar je $10^5 \leq \lambda < 10^6$ nm: premer odprtine = 11 mm.

^c Zaradi pomanjkljivih podatkov na teh impulznih dolžinah ICNIRP priporoča uporabo meje obsevanosti 1 ns.

^d Tabela daje vrednosti za enojne laserske impulze. V primeru večkratnih laserskih impulzov je treba sešteti trajanja laserskih impulzov znotraj intervala T_{max} (navedeno v tabeli 2.6) ter vpisati dobljeno časovno vrednost, in sicer kot t v formuli: $5,6 \cdot 10^3 \cdot t^{0,25}$.

Tabela 2.3

Mejne vrednosti za izpostavljenost oči laserskemu sevanju – Daljša izpostavljenost v trajanju ≥ 10 s

Valovna dolžina ^a [nm]		Odprtina	Trajanje [s]	
			$10^1 - 10^2$	$10^2 - 10^4$
UVC	180 - 280	3,5 mm	$H = 30 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	280 - 302		$H = 40 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	303		$H = 60 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	304		$H = 100 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	305		$H = 160 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	306		$H = 250 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	307		$H = 400 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
UVB	308		$H = 630 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	309		$H = 1,0 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	310		$H = 1,6 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	311		$H = 2,5 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	312		$H = 4,0 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	313		$H = 6,3 \cdot 10^3 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	314		$H = 10^4 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
UVA	315 - 400			
Vidno sevanje 400 - 700	400 - 600 Fotokemične poškodbe mrežnice	7 mm	$H = 100 C_B \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ ($\gamma = 11 \text{ mrad}$) ^d	$E = 1 C_B \text{ [W m}^{-2}\text{]}$; ($\gamma = 1,1 \text{ t}^{0,5} \text{ mrad}$) ^d $E = 1 C_B \text{ [W m}^{-2}\text{]}$ ($\gamma = 110 \text{ mrad}$) ^d
	400 - 700 Toplotne poškodbe mrežnice		če je $\alpha < 1,5 \text{ mrad}$, potem je $E = 10 \text{ [W m}^{-2}\text{]}$ če je $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ in $t \leq T_2$, potem je $H = 18 C_E t^{0,75} \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ če je $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ in $t > T_2$, potem je $E = 18 C_E T_2^{-0,25} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	
	700 - 1 400		če je $\alpha < 1,5 \text{ mrad}$, potem je $E = 10 C_A C_C \text{ [W m}^{-2}\text{]}$ če je $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ in $t \leq T_2$, potem je $H = 18 C_A C_C C_E t^{0,75} \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ če je $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ in $t > T_2$, potem je $E = 18 C_A C_C C_E T_2^{-0,25} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$ (ne sme presegati $1\,000 \text{ W m}^{-2}$)	
IRA		7 mm		
IRB & IRC	1 400 - 10 ⁶	Glej ^a	$E = 1\,000 \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	

^a Če se na valovno dolžino ali druge pogoje laserja nanašata dve mejni vrednosti, potem se uporablja restriktivnejša.^b Pri malih virih pod kotom, enakim ali manjšim od $1,5 \text{ mrad}$, se vidni mejni vrednosti E od 400 nm do 600 nm zmanjšata na toplotne mejne vrednosti za $10 \text{ s} \leq t < T_1$ in na fotokemične mejne vrednosti za daljše trajanje. Za T_1 in T_2 glej tabelo 2.5. Mejna vrednost za mrežnico nevarnih fotokemičnih dejavnikov je prav tako lahko izražena kot časovno integrirana sevnost $G = 10^6 C_B \text{ [J m}^{-2} \text{sr}^{-1}\text{]}$ za $t > 10 \text{ s}$ do $t = 10\,000 \text{ s}$ in $L = 100 C_A \text{ [W m}^{-2} \text{sr}^{-1}\text{]}$ za $t > 10\,000 \text{ s}$. Pri meritvah G in L se uporablja γ_m , kot povprečno vidno polje. Uradna meja med vidnim in infrardečim sevanjem, kot jo je določila CIE, je 780 nm . Stolpec z imeni posameznih območij valovnih dolžin služi samo temu, da uporabniku zagotovi boljše preglednost. (Oznaka G uporablja CEN; oznaka L_f uporablja CIE; oznaka L_p uporablja IEC in CENELEC.)^c Za valovne dolžine $1\,400 - 10^6 \text{ nm}$; premer odprtine = $3,5 \text{ mm}$; za valovne dolžine $10^4 - 10^6 \text{ nm}$; premer odprtine = 11 mm .^d Pri merjenju vrednosti izpostavljenosti se v upoštevanje na naslednji način: če je α (zorni kot vira) $> \gamma$ (mejni kot stožca, naveden v oklepajih v ustreznem stolpcu), potem mora biti velikost vidnega polja γ_m dana vrednost γ . (Če bi bila uporabljena večja velikost vidnega polja, bi bila nevarnost precejšena). Če je $\alpha < \gamma$, potem mora biti velikost vidnega polja γ_m dovolj velika, da popolnoma zajame vir, sicer pa ni omejena in je lahko večja kot γ .

Tabela 2.4:

Mejne vrednosti za izpostavljenost kože laserskemu sevanju

Valovna dolžina ^a [nm]		Odprtina	Trajanje [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)	180 - 400	3, 5mm	Iste mejne vrednosti izpostavljenosti kot za oči					
Vidno sevanje & IRA	400 - 700	3, 5mm	H = 200 C _A		H = 1,1 · 10 ⁻⁴ C _A t ^{0,25} [J m ⁻²]			E = 2 · 10 ³ C _A [W m ⁻²]
	700 - 1 400		[J m ⁻²]					
IRB & IRC	1 400 - 1 500	3, 5mm	Iste mejne vrednosti izpostavljenosti kot za oči					
	1 500 - 1 800							
	1 800 - 2 600							
	2 600 - 10 ⁶							

^a Če se na valovno dolžino ali druge pogoje laserja nanašata dve mejni vrednosti, potem se uporablja restriktivnejša.

Tabela 2.5:

Uporabljeni korekcijski faktorji in drugi parametri izračuna

Parameter, naveden v ICNIRP	Veljavni spektralni obseg (nm)	Vrednost
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, naveden v ICNIRP	Veljavnost za biološke vplive	Vrednost
$\alpha_{\min}$	Vsi toplotni vplivi	$\alpha_{\min} = 1,5 \text{ mrad}$
Parameter, naveden v ICNIRP	Veljavni kotni obseg (mrd)	Vrednost
C_E	$\alpha < \alpha_{\min}$	$C_E = 1,0$
	$\alpha_{\min} < \alpha < 100$	$C_E = \alpha / \alpha_{\min}$
	$\alpha > 100$	$C_E = \alpha^2 / (\alpha_{\min} \cdot \alpha_{\max}) \text{ mrad}$ z $\alpha_{\max} = 100 \text{ mrad}$
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, naveden v ICNIRP	Veljavni časovni obseg izpostavljenosti (s)	Vrednost
γ	$t \leq 100$	$\gamma = 11$ [mrad]
	$100 < t < 10^4$	$\gamma = 1,1 t^{0,5}$ [mrad]
	$t > 10^4$	$\gamma = 110$ [mrad]

Tabela 2.6:

Korekcije za ponavljajočo se izpostavljenost

Vsa tri v nadaljevanju navedena splošna pravila se uporabljajo za vse ponavljajoče se izpostavljenosti, ki izhajajo iz ponavljajočih se pulznih ali skenirnih laserskih sistemov:

1. Izpostavljenost posameznemu impulzu v vrsti impulzov ne sme presegati mejne vrednosti izpostavljenosti trajanja posameznega impulza.
2. Izpostavljenost posamezni skupini impulzov (ali podskupini impulzov v vrsti) v določenem času t ne sme presegati mejne vrednosti izpostavljenosti za čas t .
3. Izpostavljenost posameznemu impulzu v vrsti impulzov ne sme presegati mejne vrednosti izpostavljenosti za posamezen impulz, pomnožene s kumulativno-toplotnim korekcijskim faktorjem $C_p = N^{-0,25}$, pri čemer je N število impulzov. To pravilo se nanaša samo na mejne vrednosti izpostavljenosti za varovanje pred toplotnimi poškodbami, kjer so vsi impulzi, oddani v času, krajšem od T_{min} , obravnavani kot en sam impulz.

Parameter	Veljavni spektralni obseg (nm)	Vrednost
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 μ s)
	$1\,050 < \lambda \leq 1\,400$	$T_{min} = 50 \cdot 10^{-6}$ s (= 50 μ s)
	$1\,400 < \lambda \leq 1\,500$	$T_{min} = 10^{-3}$ 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)

IZJAVA SVETA

Izjava Sveta o uporabi besede „penalties“ v angleški različici pravnih instrumentov Evropske skupnosti

Svet je mnenja, da se beseda „penalties“ v angleški različici pravnih instrumentov Evropske skupnosti uporablja v nevtralnem smislu in se ne nanaša posebej na kazenskopravne sankcije; zajema lahko tudi upravne in finančne sankcije, pa tudi druge vrste sankcij. Ko morajo države članice na podlagi akta Skupnosti določiti „penalties“, skladno s sodno prakso SES same odločajo o izbiri ustrezne vrste sankcij.

V jezikovni zbirki podatkov Skupnosti je beseda „penalties“ v nekatere druge jezike prevedena takole:

v češčini „sankce“, v španščini „sanciones“, v danščini „sanktioner“, v nemščini „Sanktionen“, v estonščini „sanktsioonid“, v francoščini „sanctions“, v grščini „κυρώσεις“, v madžarščini „jogkövetkezmények“, v italijanščini „sanzioni“, v latvijščini „sankcijas“, v litovščini „sankcijos“, v malteščini „penali“, v nizozemščini „sancties“, v poljščini „sankcje“, v portugalsščini „sanções“, v slovenščini „kazni“, v slovaščini „sankcie“, v finščini „seuraamukset“ in v švedščini „sanktioner“.

Če se v revidiranih angleških različicah pravnih instrumentov namesto prejšnjih „sanctions“ zdaj uporabljajo „penalties“, pri tem ne gre za vsebinsko razliko.

Evropska komisija

**Nezavezujoči priročnik o dobri praksi za izvajanje Direktive 2006/25/ES
(umetno optično sevanje)**

Luxembourg: Urad za publikacije Evropske unije

2011 – 141 str. – 21 × 29,7 cm

ISBN 978-92-79-19820-5

doi:10.2767/31808

Večina delovnih mest vsebuje umetne vire optičnega sevanja in Direktiva 2006/25/ES določa minimalne zdravstvene in varnostne zahteve v zvezi z izpostavljenostjo delavcev tem virom. Nezavezujoči vodnik po dobrih praksah za izvajanje Direktive 2006/25/ES Evropske komisije opredeljuje uporabo, ki pomeni minimalno tveganje, in daje napotke za druge. Določa metodologijo ocenjevanja in navaja ukrepe za zmanjšanje nevarnosti in preverjanje škodljivih učinkov na zdravje.

Ta publikacija je v tiskani obliki na voljo v angleščini, francoščini in nemščini, v elektronski obliki pa v vseh ostalih uradnih jezikih EU. Na voljo je tudi CD z vsemi 22 jezikovnimi različicami. Kataloška številka: KE-32-11-704-1X-Z, ISBN 978-92-79-19829-5.

KAKO DO PUBLIKACIJ EVROPSKE UNIJE

Brezplačne publikacije:

- na spletni strani EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>);
- na predstavništvih ali delegacijah Evropske unije. Njihovi kontaktni podatki so na voljo na spletni strani <http://ec.europa.eu> ali po faksu +352 2929-42758.

Publikacije, ki so naprodaj:

- na spletni strani EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>).

Plačljive naročnine (na primer na Uradni list Evropske unije ali zbirke odločb sodne prakse Sodišča Evropske unije):

- pri prodajnih zastopnikih Urada za publikacije Evropske unije (http://publications.europa.eu/others/agents/index_sl.htm).

Vas zanimajo publikacije Generalnega direktorata za zaposlovanje,
socialne zadeve in vključevanje?
Lahko si jih prenesete oziroma se nanje brezplačno naročite na spletni strani
<http://ec.europa.eu/social/publications>

Na spletnem mestu
<http://ec.europa.eu/social/e-newsletter>
se lahko naročite tudi na brezplačno elektronsko glasilo
Evropske komisije Socialna Evropa.

<http://ec.europa.eu/social>



www.facebook.com/social europe



■ Urad za publikacije

ISBN 978-92-79-19820-5



9 789279 198205