

Nem kötelező érvényű útmutató
a 2006/25/EK irányelv végrehajtása során
alkalmazható legjobb gyakorlatokhoz
(Mesterséges optikai sugárzás)



Ez a publikáció az Európai Unió foglalkoztatási és társadalmi szolidaritási programja (PROGRESS 2007–2013) támogatásával valósult meg.

A program megvalósítása az Európai Bizottság hatáskörébe tartozik. A program a célból jött létre, hogy pénzügyi támogatást nyújtson az Európai Unió foglalkoztatási, szociális és esélyegyenlőségi területen kitűzött céljainak végrehajtásához, ezáltal hozzájáruljon az Európa 2020 stratégia vonatkozó célkitűzéseinek eléréséhez.

A hétéves program azon érdekelt feleket kívánja támogatni, akik hozzájárulhatnak a megfelelő és hatékony foglalkoztatási és szociális jogszabályok kialakításához az EU-27-ben, az EFTA–EGT-országokban, valamint az EU tagjelölt és leendő tagjelölt országokban.

További információ: <http://ec.europa.eu/progress>.

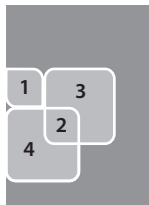
Nem kötelező érvényű útmutató
a 2006/25/EK irányelv végrehajtása során
alkalmazható legjobb gyakorlatokhoz
(Mesterséges optikai sugárzás)

Európai Bizottság

Foglalkoztatás, Szociális Ügyek és Társadalmi Összetartozás Főigazgatósága
B.3 egység

Kézirat lezárva: 2010. július

Sem az Európai Bizottság, sem a nevében eljáró személyek nem felelnek azért, hogy a jelen kiadványban foglalt információtartalmakat mások hogyan használják fel.



© Borítóillusztráció: 1, 3, 4: Európai Unió; 2: Istock

A nem az Európai Unió tulajdonát képező képek felhasználási és sokszorosítási engedélyéért forduljon közvetlenül a jogtulajdonos(ok)hoz.

A Europe Direct szolgáltatás az Európai Unióval
kapcsolatos kérdéseire segít
Önnek választ találni.

Ingyenesen hívható telefonszám (*):
00 800 6 7 8 9 10 11

(*): Egyes mobiltelefon-szolgáltatók nem engednek hozzáférést
a 00 800-as telefonszámokhoz, vagy kiszámlázzák ezeket a hívásokat.

Jelentős mennyiségű további információt talál az Európai Unióról az interneten.

Az információk az Europa szerveren, a következő címen állnak rendelkezésre: <http://europa.eu>

Katalógusadatok és összefoglaló a kiadvány végén található.

Luxembourg: Európai Unió Kiadóhivatala, 2011

ISBN 978-92-79-19810-6

doi:10.2767/30676

© Európai Unió, 2011

A sokszorosítás a forrás megnevezésével engedélyezett.

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	7
1.1.	Az útmutató használatáról.....	7
1.2.	Kapcsolat a 2006/25/EK irányelvvel	9
1.3.	Az útmutató hatálya.....	10
1.4.	Vonatkozó szabályozások és további információ.....	10
1.5.	Hivatalos és nem hivatalos tanácsadó központok.....	10
2.	A mesterséges optikai sugárzás forrásai	11
2.1.	A nem koherens sugárzás forrásai.....	11
2.1.1.	Munkatevékenységek	11
2.1.2.	Alkalmazások	12
2.2.	A lézersugárzás forrásai.....	13
2.3.	Triviális források	14
3.	Az optikai sugárzásnak való expozíció egészségre gyakorolt hatásai.....	16
4.	A mesterséges optikai sugárzásról szóló irányelvben foglalt követelmények	18
4.1.	4. cikk – Az expozíció meghatározása és a kockázatok értékelése.....	18
4.2.	5. cikk – Rendelkezések a kockázatok megelőzésére, illetve csökkentésére	19
4.3.	6. cikk – A munkavállalók tájékoztatása és oktatása	19
4.4.	7. cikk – Konzultáció a munkavállalókkal és a munkavállalók részvétele	20
4.5.	8. cikk – Az egészségi állapot folyamatos ellenőrzése	20
4.6.	Összefoglalás	20
5.	Az expozíciós határértékek alkalmazása	21
5.1.	A lézerre vonatkozó ELV-k	21
5.2.	Nem koherens optikai sugárzás.....	23
5.3.	Referenciák	25
6.	Kockázatértékelés az irányelv kontextusában	26
6.1.	1. lépés: A veszélyek és a veszélyeztetettek meghatározása	26
6.2.	2. lépés: A kockázatok értékelése és prioritási sorrend felállítása.....	27
6.3.	3. lépés: Döntés a megelőző lépésekről	27
6.4.	4. lépés: Fellépés	28
6.5.	5. lépés: Ellenőrzés és felülvizsgálat	28
6.6.	Referenciák	28
7.	Az optikai sugárzás mérése	29
7.1.	Az irányelvben meghatározott követelmények	29
7.2.	További segítség kérése	29
8.	A gyártó adatainak felhasználása.....	30
8.1.	Biztonsági osztályozás.....	30
8.1.1.	A lézerek biztonsági osztályozása	30
8.1.1.1.	1. osztály	30
8.1.1.2.	1M. osztály	31
8.1.1.3.	2. osztály	31
8.1.1.4.	2M. osztály	31
8.1.1.5.	3R. osztály.....	31
8.1.1.6.	3B. osztály.....	31

8.1.1.7.	4. osztály	32
8.1.2.	A nem koherens források biztonsági osztályozása	33
8.1.2.1.	Biztonságos csoport	33
8.1.2.2.	1. kockázati csoport – Alacsony kockázat	34
8.1.2.3.	2. kockázati csoport – Mérsékelt kockázat	34
8.1.2.4.	3. kockázati csoport – Magas kockázat	34
8.1.3.	A gépek biztonsági osztályozása	34
8.2.	Információ a veszélyességi távolságról és a veszélyességi értékekről	35
8.2.1.	Lézerek – Nominális veszélyességi távolság a szem esetében	35
8.2.2.	Szélessávú források – Veszélyességi távolság és veszélyességi értékek	36
8.3.	További hasznos információ	36
9.	Biztonsági intézkedések	37
9.1.	A biztonsági intézkedések hierarchiája	37
9.2.	A veszély kiküszöbölése	37
9.3.	Helyettesítés kevésbé veszélyes folyamattal vagy berendezéssel	38
9.4.	Műszaki intézkedések	38
9.4.1.	A hozzáférés megakadályozása	38
9.4.2.	A korlátozott működéssel biztosított védelem	38
9.4.3.	Vészleállítások	38
9.4.4.	Reteszelőberendezések	39
9.4.5.	Szűrők és nézőüvegek	39
9.4.6.	A beállítást segítő eszközök	39
9.5.	Adminisztratív intézkedések	40
9.5.1.	Helyi szabályok	40
9.5.2.	Ellenőrzött terület	40
9.5.3.	Biztonsági jelzések és útmutatások	41
9.5.4.	Kijelölések	41
9.5.5.	Oktatás és konzultáció	42
9.5.5.1.	Oktatás	42
9.5.5.2.	Konzultáció	42
9.6.	Egyéni védőeszközök	43
9.6.1.	Egyéb veszélyek elleni védelem	44
9.6.2.	A szem védelme	44
9.6.3.	A bőr védelme	45
9.7.	További hasznos információ	45
9.7.1.	Alapvető szabványok	45
9.7.2.	Szabványok terméktípus szerint	45
9.7.3.	Hegesztés	45
9.7.4.	Lézerek	45
9.7.5.	Intenzív fényforrások	45
10.	A kedvezőtlen események kezelése	47
11.	Az egészségi állapot folyamatos ellenőrzése	48
11.1.	Ki végezze el az egészségi állapot ellenőrzését?	48
11.2.	Dokumentáció	48
11.3.	Orvosi vizsgálat	48
11.4.	Az expozíciós határérték meghaladása esetében végrehajtandó lépések	49
A.	FÜGGELÉK – Az optikai sugárzás jellege	50
B.	FÜGGELÉK – Az optikai sugárzás szemre és bőrre gyakorolt biológiai hatásai	51
B.1.	A szem	51
B.2.	A bőr	51

B.3.	A különböző hullámhosszú sugárzások szemre és bőrre gyakorolt biológiai hatásai . . .	52
B.3.1.	Ultraibolya sugárzás: UV-C (100–280nm); UV-B (280–315nm); UV-A (315-400 nm) .	52
B.3.2.	Látható sugárzás	53
B.3.3.	IR-A	53
B.3.4.	IR-B	54
B.3.5.	IR-C	54
C.	FÜGGELÉK – A mesterséges optikai sugárzás mennyiségei és mértékegységei	55
C.1.	A legfontosabb mértékegységek	55
C.1.1.	Hullámhossz	55
C.1.2.	Energia	55
C.1.3.	Egyéb hasznos mértékegységek	55
C.1.4.	Az expozíciós határértékek mértékegységei	55
C.1.5.	Spektrális és szélessávú mértékegységek	56
C.1.6.	Radiometriai mértékegységek és effektív mértékegységek	56
C.1.7.	Fénysűrűség	56
D.	FÜGGELÉK – Kidolgozott példák	58
D.1.	Iroda	58
D.1.1.	Az általános módszer	58
D.1.2.	A példák formátuma	63
D.1.3.	Mennyezetre szerelt, ernyő mögött elhelyezkedő fluoreszcens fényforrások . . .	64
D.1.4.	Mennyezetre szerelt, ernyő nélküli fluoreszcens lámpa	65
D.1.5.	Mennyezetre szerelt, ernyő nélküli fluoreszcens fényforrások	66
D.1.6.	Katódcsöves vizuális megjelenítő egység	67
D.1.7.	Laptop megjelenítő egysége	68
D.1.8.	Kültéri fényszóró fémhalogén fényforrása	69
D.1.9.	Kültéri fényszóró kompakt fluoreszcens fényforrással	70
D.1.10.	Elektromos rovarirtó	71
D.1.11.	Mennyezetre szerelt spotlámpa	72
D.1.12.	Lokalizált világítást adó, asztalra szerelt világítótest	73
D.1.13.	Asztalra szerelhető, nappali fényű, lokalizált világítást adó fényforrás	74
D.1.14.	Fénymásológép	75
D.1.15.	Asztali digitális kivetítő	76
D.1.16.	Hordozható digitális projektor	77
D.1.17.	Digitális interaktív tábla	78
D.1.18.	A mennyezetre szerelt, süllyesztett kompakt fluoreszcens lámpa	79
D.1.19.	LED kijelző	80
D.1.20.	Digitális személyi asszisztens (personal digital assistant, PDA)	81
D.1.21.	UV-A feketefény-forrás	82
D.1.22.	Fémhalogén fényforrást tartalmazó utcai lámpa	83
D.1.23.	A példák adatainak összefoglalása	84
D.2.	Lézershow	85
D.2.1.	Veszélyek és a veszélyeztetett személyek	85
D.2.2.	A kockázatok értékelése és a prioritási sorrend felállítása	85
D.2.3.	Döntés a megelőző lépésekről és intézkedés	86
D.2.4.	Ellenőrzés és felülvizsgálat	86
D.2.5.	Következtetés	86
D.3.	Az optikai sugárzás orvosi alkalmazásai	87
D.3.1.	Lokalizált világítás	87
D.3.2.	Diagnosztikai célú világítás	88
D.3.3.	Terápiás források	89
D.3.4.	Speciális vizsgálati források	91

D.4.	Vezetés munkavégzés közben	92
D.5.	A hadsereg.....	95
D.6.	Gázüzemű, fejmagasság fölé szerelt hőszugárzók.....	96
D.7.	Anyagfeldolgozó lézer.....	97
D.7.1.	A veszélyek és a veszélyeztetettek meghatározása.....	97
D.7.2.	A kockázatok értékelése és a prioritási sorrend felállítása	97
D.7.3.	Döntés a megelőző lépésekről.....	97
D.8.	Magas hőmérsékleten végzett tevékenységek.....	98
D.8.1.	Acélglyártás	98
D.8.2.	Üveggyárak.....	98
D.8.3.	További információ.....	99
D.9.	Fényképészet villanófény használatával	99
E.	FÜGGELÉK – Egyéb európai irányelvek követelményei	101
F.	FÜGGELÉK – A tagállamoknak a 2006/25/EK irányelvet (2010. december 10-ig) átültető nemzeti szabályozásai és útmutatói	104
G.	FÜGGELÉK – Európai és nemzetközi szabványok.....	110
G.1.	Euronorm-szabványok.....	110
G.2.	Európai útmutatás.....	112
G.3.	ISO-, IEC- ÉS CIE-dokumentumok	112
H.	FÜGGELÉK – Fényérzékenység	114
H.1.	Mi a fényérzékenység?.....	114
H.2.	Munkavégzéssel kapcsolatos aspektusok?.....	114
H.3.	Mit kell a munkáltatónak tennie?	114
H.4.	Mit kell tennie, ha munkája során fényérzékenyítő anyagok jelenlétében történik mesterséges optikai sugárzásnak való expozíció?.....	115
I.	FÜGGELÉK – Források	116
I.1.	Internet.....	116
I.2.	Tanácsadó/szabályozó testületek	116
I.3.	Szabványok.....	117
I.4.	Szövetségek / Webes címtárak	118
I.5.	Folyóiratok.....	118
I.6.	CD-k, DVD-k és egyéb források.....	118
J.	FÜGGELÉK – Glosszárium.....	119
K.	FÜGGELÉK – Irodalom	122
K.1.	A lézer története	122
K.2.	Orvosi lézer	122
K.3.	A lézer és az optikaisugárzás-biztonság	122
K.4.	A lézer technológiája és elmélete	122
K.5.	Iránymutatások és nyilatkozatok.....	122
L.	FÜGGELÉK – A 2006/25/EK irányelv szövege	124

1. Bevezetés

A 2006/25/EK irányelv (a továbbiakban: az irányelv) az optikai sugárzás összes mesterséges forrását tárgyalja. Az irányelvben meghatározott követelmények többsége megegyezik a meglévő – például a 89/391/EGK keretirányelvben – foglaltakkal. Az irányelv tehát a többi irányelvben megkövetelnél nem róhat nagyobb terhet a munkáltatókra. Azonban mivel az irányelv igen átfogó, meg kell határozni a mesterséges optikai sugárzás olyan alkalmazásait, amelyek az egészségre nézve olyannyira jelentéktelen hatásúak, hogy további értékelésükre nincs szükség. Jelen útmutató arra szolgál, hogy felsorolja az ilyen triviális alkalmazásokat, útmutatást nyújtson különféle egyéb alkalmazások kapcsán, értékelési módszert mutasson be, valamint hogy bizonyos esetekben további segítség igénybevételét javasolja.

Több ágazatban is vannak részletesen kidolgozott útmutatások, amelyek magukban foglalják az optikai sugárzás egyedi alkalmazásait, valamint hivatkozásokat az ilyen típusú információforrásokra.

A mesterséges optikai sugárzás olyan források igen széles skáláját foglalja magában, amelyeknek a munkavállalók a munkahelyen és másutt ki lehetnek téve. Ilyen források a térvilágítás, a lokalizált világítás, a jelzőberendezések, különféle kijelzők és egyéb hasonló források, amelyek a munkavállalók jólléte szempontjából elengedhetetlenek. Ezért nem ésszerű ugyanolyan megközelítést alkalmazni különféle eltérő veszélyek esetében, és a mesterséges optikai sugárzás jelentette veszély szükséges minimalizálására szorítkozni. Ez ugyanis növelheti a munkahely egyéb veszélyeiből vagy az ott végzett tevékenységekből adódó kockázatok mértékét. Erre az esetre a legegyszerűbb példa az, amikor egy irodában a lámpákat lekapcsolják, és a munkavállalók elégtelen világítás mellett folytatják a munkát.

A mesterséges optikai sugárzás több típusú forrását is használják gyártási folyamatok inputjának biztosításához, valamint a kutatás és a kommunikáció területén. Az optikai sugárzás járulékos is lehet, például abban az esetben, amikor egy forró anyag optikai sugárzást is kibocsát.

A mesterséges optikai sugárzásnak több olyan alkalmazása is van, ahol a munkavállalók közvetlen expozíciójának

szintje meghaladhatja az irányelvben meghatározott expozíciós határértékeket. Ilyen alkalmazások például a szórakoztatás bizonyos formái és a gyógyászati alkalmazások. Az ilyen alkalmazásokat alapos értékelésnek kell alávetni annak garantálására, hogy a sugárzás nem lépi át az expozíciós határértékeket.

A mesterséges optikai sugárzásokat az irányelv két kategóriába sorolja: a lézer és a nem koherens sugárzás csoportjába. Jelen útmutató kizárólag abban az esetben használja e kategóriákat, ha az egyértelműen hasznos. A hagyományos megközelítés szerint a lézersugárzás olyan sugár, amelynek egyetlen hullámhossza van. A munkavállaló igen közel tartózkodhat a sugár pályájához anélkül, hogy egészségkárosodást szenvedne. Azonban abban az esetben, ha közvetlenül a sugárba kerül, adott esetben azonnal bekövetkezhet az expozíciós határérték túllépése. A nem koherens sugárzás esetében kisebb a valószínűsége annak, hogy az optikai sugárzás nagymértékben kollimált sugár; a forrástól mért távolság csökkenésével nő az expozíció szintje. Elmondható, hogy a lézersugár esetében az expozíció valószínűsége alacsony, következményei azonban súlyosak lehetnek, míg a nem koherens sugárzás esetében az expozíció valószínűsége lehet magas, de következményei kevésbé súlyosak. Az optikai sugárzás bizonyos újonnan megjelenő technológiai esetében ez a szokásos kategóriarendszer egyre kevésbé alkalmazható.

Az irányelvet az Európai Közösséget létrehozó szerződés 137. cikke alapján fogadták el; ez a cikk nem akadályozza meg, hogy a tagállamok a Szerződéssel összeegyeztethető módon szigorúbb védőintézkedéseket vezessenek be és alkalmazzanak a munkakörülmények szabályozására.

1.1. Az útmutató használatáról

Az optikai sugárzás különböző fajtái a legtöbb munkahelyen jelen vannak. E sugárzások között számos olyan van, amely a sérülések igen alacsony kockázatával jár, vagy egyáltalán nincs ilyen kockázata; vannak továbbá olyanok, amelyek mellett a munkatevékenységek biztonságosan elvégezhetők.

Ezt az útmutatót a 2006/25/EK irányelvvel (a továbbiakban: az irányelv) és a 89/391/EK keretirányelvvel összefüggésben kell értelmezni.

A 2006/25/EK irányelv meghatározza a munkavállalók mesterséges optikai sugárzás hatásának való expozíciójára vonatkozó biztonsági minimumkövetelményeket.

Az útmutató három nagyobb szakaszra tagolódik:

Minden munkáltatónak tanulmányoznia kell az útmutató 1. és 2. szakaszát.



Amennyiben a munkahelyen jelen lévő összes forrás megtalálható a 2.3. pontban felsorolt triviális források listájában, további fellépés nem szükséges.

Amennyiben vannak olyan források, amelyek a 2.3. részben nem szerepelnek, a kockázatértékelés összetettebb lesz. A munkáltatónak tanulmányoznia kell az útmutató 3–9. részeit is.



Ennek alapján kell meghozni a döntést, hogy önértékelést kell-e végezni vagy külső segítséget kell kérni.

A függelékek további információt tartalmaznak, amelyet hasznosnak találhatnak azok a munkáltatók, akik maguk végzik el a kockázatértékelést.

A termékek gyártójától származó adatok is segíthetik a munkáltatót a kockázatértékelés során. A mesterséges optikai sugárzás forrásait úgy kell csoportosítani, hogy egyértelművé váljanak a hozzáférhető optikai sugárzás lehetséges veszélyei. Javasolt, hogy a munkáltatók a mesterséges optikai sugárzás forrásainak gyártóitól tájékozódjanak. Számos termékre vonatkoznak az Európai Közösségek irányelveiben meghatározott követelmények (például a CE jelölésre vonatkozók); ezt az irányelv preambuluma (12) bekezdése tartalmazza (lásd az L függelék). Az útmutató 8. fejezete a gyártók által nyújtott adatokra vonatkozóan ad iránymutatót.

Minden munkavállaló ki van téve mesterséges optikai sugárzásnak. A forrásokra vonatkozó példákat a 2. fejezet tartalmazza. Az egyik feladat annak garantálása, hogy megfelelő módon értékelésre kerülnek azok a források, amelyek adott esetben azzal a veszéllyel járnak, hogy a munkavállalók kitettségének mértéke meghaladja az expozíciós határértéket; ugyanakkor nem kell elvégezni a források nagy részének – az ésszerűen előrelátható viszonyok mellett kockázatot nem jelentő, úgynevezett „triviális” források – értékelését.

Az útmutató célja, hogy a felhasználók az ebben szereplő logikai folyamatábrák használatával elemezhesék a mesterséges optikai sugárzásnak való expozícióból eredő kockázatokat:

Amennyiben a mesterséges optikai sugárzásnak való expozíció forrásai kivétel nélkül triviálisak, további lépések nem szükségesek. A munkáltatók dokumentálhatják, hogy megvizsgálták a forrásokat, és erre a következésre jutottak.

Amennyiben a források nem triviálisak vagy a kockázat ismeretlen, a munkáltatóknak kockázatértékelést kell végezniük, és szükség esetén megfelelő védelmi intézkedéseket kell tenniük.

Az útmutató 3. fejezete a potenciális egészségügyi hatásokat vázolja.

A 4. fejezet foglalja magában az irányelvben meghatározott követelményeket; az expozíciós határértékeket az 5. fejezet tartalmazza. Ez a két fejezet tehát a jogi követelményeket mutatja be.

A 6. fejezetben a kockázatértékelés során használható javasolt módszer található. Elképzelhető, hogy a következtetés szerint nincs kockázat; ebben az esetben a folyamat itt véget ér.

Amennyiben a kockázatértékelés elvégzéséhez nem elégségesek az információk, mérések elvégzése (7. fejezet) vagy a gyártók által nyújtott adatok felhasználása (8. fejezet) lehet szükséges.

A 9. fejezet azokat az intézkedéseket tartalmazza, amelyeket abban az esetben kell végrehajtani, ha a kockázatot csökkenteni kell.

A 10. fejezet a készenléti terveket tartalmazza, a 11. fejezet pedig a munkavállalók egészségi állapotának folyamatos ellenőrzését tárgyalja arra az esetre, ha a mesterséges optikai sugárzásnak való expozíció mértéke meghaladja a határértékeket.

A függelékek további információval szolgálnak a munkáltatók és mások számára, akik részt vesznek a kockázatelemzés folyamatában:

A – Az optikai sugárzás jellege

B – Az optikai sugárzás szemre és bőrre gyakorolt biológiai hatásai

C – A mesterséges optikai sugárzás mennyiségei és mértékegységei

D – Kidolgozott példák. A függelék olyan példákat tartalmaz, amelyek alapján bizonyos források triviálisnak minősíthetők.

E – Egyéb európai irányelvek követelményei

F – A jelenleg hatályos tagállami jogszabályok és útmutatások

G – Európai és nemzetközi szabványok

H – Fényérzékenység

I – Források

J – Glosszárium

K – Irodalom

L – A 2006/25/EK irányelv szövege

1.2. Kapcsolat a 2006/25/EK irányelvvel

Az Európai Parlament és a Tanács a munkavállalók mesterséges optikai sugárzás hatásának való expozíciójára vonatkozó egészségügyi és biztonsági minimumkövetelményekről szóló 2006/25/EK irányelvnek 13. cikkének megfelelően ez az útmutató az irányelv (lásd

az L függelék) 4. cikkét (Az expozíció meghatározása és a kockázat értékelése) és 5. cikkét (Rendelkezők a kockázatok megelőzésére, illetve csökkentésére), valamint I. függelékét (a nem koherens sugárzás expozíciós határértékei) és II. függelékét (a lézersugárzás expozíciós határértékei) tárgyalja. Az útmutató az irányelv egyéb cikkeire is vonatkozik.

1.1. táblázat: Kapcsolat az irányelv cikkei és jelen útmutató fejezetei között

A 2006/25/EK irányelv cikkei	Cím	Az útmutató fejezetei
2. cikk	Meghatározások	J. függelék
3. cikk	Expozíciós határértékek	6., 7., 8. és 9. fejezet
4. cikk	Az expozíció meghatározása és a kockázat értékelése	7., 8. és 9. fejezet
5. cikk	Rendelkezések a kockázatok megelőzésére, illetve csökkentésére	9. fejezet
6. cikk	A munkavállalók tájékoztatása és oktatása	9. fejezet
7. cikk	Konzultáció a munkavállalókkal és a munkavállalók részvétele	9. fejezet
8. cikk	Az egészségi állapot folyamatos ellenőrzése	11. fejezet

1.3. Az útmutató hatálya

Ez az útmutató minden olyan vállalkozás számára készült, ahol a munkavállalók mesterséges optikai sugárzásnak lehetnek kitéve. Az irányelv nem tartalmazza a mesterséges optikai sugárzások definícióját. Az olyan források, mint amilyenek a vulkánkitörések, a nap és a visszavert (például a holdról származó) napsugárzás, természetesen nem számítanak mesterséges optikai sugárzásnak. Van azonban több olyan forrás, amelynek besorolása nem egyértelmű. Vajon az emberi tevékenység során létrejött tűz mesterséges forrásnak tekintendő, a villámlás kiváltotta tűz viszont nem?

Az irányelv a mesterséges optikai sugárzás semmilyen forrását sem zárja ki egyértelműen. Azonban számos forrás (például az elektromos berendezések jelzőlámpái) az optikai sugárzás triviális forrásainak minősül. Jelen útmutató felsorolja azokat a forrásokat, amelyekről általánosságban elmondható, hogy valószínűleg nem lépik túl az expozíciós határértékeket.

Vannak olyan lehetséges expozíciós forgatókönyvek, amelyek komplexitásuk miatt az útmutató hatályán kívül esnek. A komplex expozíciós forgatókönyvek értékelésével kapcsolatban a munkáltatóknak további tanácsot kell kérniük.

1.4. Vonatkozó szabályozások és további információ

Jelen útmutató használata önmagában nem biztosítja az egyes tagállamokban hatályos, a mesterséges optikai sugárzás elleni védelemre vonatkozó jogszabályi követelményeknek való megfelelést. A mérvadó eszközök azok

a jogszabályok, amelyekkel a tagállamok a 2006/25/EK irányelvet a nemzeti jogba átültették. Ezek a jogszabályok adott esetben többet követelnek meg az irányelvben foglalt minimumkövetelményeknél, amelyekre ez az útmutató alapul.

Az irányelvben foglalt követelményeknek való megfelelést elősegítheti, ha a gyártók olyan, mesterséges optikai sugárzást kibocsátó eszközöket gyártanak, amelyek megfelelnek az európai szabványoknak. Jelen útmutató hivatkozik a vonatkozó szabványokra. A szabványok térítés ellenében beszerezhetők a szabványosítással foglalkozó nemzeti intézményektől.

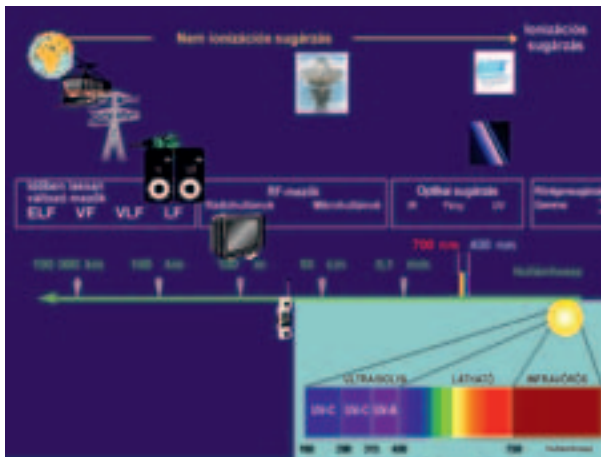
További információt a nemzeti szabályozások és szabványok, valamint a vonatkozó irodalom nyújtanak. Az F függelék tartalmazza a tagállamok illetékes hatóságai által készített egyes kiadványok adatait. Azonban, ha egy adott kiadvány szerepel a függelékben, az nem jelenti azt, hogy annak tartalma teljes mértékben megfelel a jelen útmutatóban foglaltaknak.

1.5. Hivatalos és nem hivatalos tanácsadó központok

Amennyiben az útmutató nem válaszol meg minden, a mesterséges optikai sugárzás elleni védelem követelményeinek való megfeleléssel kapcsolatban felmerülő kérdést, forduljon közvetlenül a nemzeti forrásokhoz. Ilyen források például a munkaügyi felügyelet, a balesetbiztosítási ügynökségek vagy szervezetek, valamint a kereskedelmi, ipar- és kisipari kamarák.

2. A mesterséges optikai sugárzás forrásai

2.1. A nem koherens sugárzás forrásai



2.1.1. Munkatevékenységek

Szinte nem létezik olyan foglalkozás, amely bizonyos ponton ne járna mesterségesen létrehozott optikai sugárzásnak való expozícióval. Valószínűleg minden beltéri környezetben dolgozó személy ki van téve a világításból és a számítógépek képernyőjéből származó optikai sugárzásnak. A kültéri dolgozók általában lokalizált világítást használnak abban az esetben, ha a természetes megvilágítás nem elégséges. Feltehetőleg a munkanap során utazó személyek is ki vannak téve mesterséges megvilágításnak, jóllehet ez adott esetben csupán a többi közlekedő személy járművéből származó fény. Ezek mindegyike mesterségesen generált optikai sugárzás, ezért tekinthetők úgy, hogy az irányelv hatálya alá tartoznak.

Az állandóan jelenlévő források mellett – ilyen a világítás és a számítógépek képernyője – optikai sugárzás létrehozható szándékosan (például egy bizonyos folyamat szükséges részeként) vagy létrejöhet járulékos módon, azaz nem kívánt melléktermékként. A fluoreszcencia molekulákba juttatott festékanyagban történő kiváltáshoz például ultraibolya sugárzást szükséges generálni,

majd annak kitenni a festékanyagot. Az ívhegesztés során létrejövő jelentős mennyiségű ultraibolya sugárzás azonban semmiképpen sem szükséges a folyamathoz, jóllehet kialakulása elkerülhetetlen.

Függetlenül attól, hogy az optikai sugárzást szándékosan, használati céllal hozzák létre, vagy az egy folyamat melléktermékeként alakul ki, mindenképpen szükséges legalább az irányelvben meghatározott mértékben szabályozni a sugárzásnak való kitettséget. A mesterségesen létrehozott optikai sugárzás a legtöbb munkahelyen jelen van, de különösen az alábbi területeken:

- igen magas hőmérsékleten végzett munkálatok, például üveg- és fémmegmunkálás, ahol a kemencék infravörös sugárzást bocsátanak ki;
- a nyomtatóipar, ahol a tinta és a festék szárítása sok esetben fény által kiváltott polimerizációs folyamattal történik;
- művészet és szórakoztatás, ahol az előadók és a modellek adott esetben közvetlenül vannak megvilágítva spotlámpákkal, effektvilágítással, modellvilágítással vagy villanófényvel;
- szórakoztatás, ahol a közönség számára kijelölt területen tartózkodó munkavállalókat általános és effektvilágítás éri;
- roncsolásmentes vizsgálat, amely során a fluoreszcens festékek kimutatására ultraibolya sugárzást használhatnak;
- orvosi kezelés, ahol az orvosok és a betegek ki lehetnek téve a műtőben használt spotlámpák sugárzásának, valamint az optikai sugárzás terápiás célú felhasználása során keletkező sugárzásnak;
- kozmetikai kezelés, ahol lézert és villanófényt, valamint ultraibolya és infravörös forrásokat használnak;
- műhelyekben vagy raktárakban végzett munka, ahol a nagyméretű nyitott épületeket erős térvilágítással világítják be;
- gyógyszerészet és kutatás, ahol ultraibolya-sterilizációt használnak;

- szennyvízkezelés, ahol ultraibolya-sterilizálást használhatnak;
- kutatás, ahol lézert használhatnak, és az ultraibolya sugárzás által kiváltott fluoreszcencia hasznos eszköz lehet;
- hegesztést magában foglaló fémmegmunkálás;
- lézeres illesztést magában foglaló műanyaggyártás.

2.1.2. Alkalmazások

Az alábbi táblázat áttekintést ad a különböző hullámhossz-tartományú sugárzások alkalmazásáról. Emellett rámutat arra, hogy mely hullámhossztartományok vannak jelen annak ellenére, hogy az adott folyamathoz nem szükségesek. A hullámhossztartományok leírását az A függelék tartalmazza.

A fenti lista nem teljes.

Hullámhossz-tartomány	Felhasználás	Járulékosan jön létre az alábbi folyamat során
UV-C	Germicidsterilizálás Fluoreszcencia (laboratórium) Fotolitográfia	Nyomdafesték szárítása A térvilágítás és lokalizált világítás bizonyos típusai Bizonyos kivetítőlámpák Ívhegesztés
UV-B	Szoláriumok Fényterápia Fluoreszcencia (laboratórium) Fotolitográfia	Germicid lámpák Nyomdafesték szárítása A térvilágítás és lokalizált világítás bizonyos típusai Kivetítőlámpák Ívhegesztés
UV-A	Fluoreszcencia (laboratórium, roncsolásmentes vizsgálat, szórakoztatóipari effektek, bűncselekmények felderítése, hamisítás felderítése, vagyontárgyak megjelölése) Fényterápia Szoláriumok Nyomdafesték szárítása Rovarcsapdák Fotolitográfia	Germicidlámpák Tér- és lokalizált világítás Kivetítőlámpák Ívhegesztés
Látható	Tér- és lokalizált világítás Jelzőlámpák Közlekedési jelzések Szőrszálak és hajszálerek eltávolítása Nyomdafesték szárítása Rovarcsapdák Fotolitográfia Fénymásolás Vetítés Televízió és számítógép képernyője	Szoláriumok Bizonyos fűtő- vagy szárítóeszközök Hegesztés
IR-A	Ellenőrzést szolgáló megvilágítás Fűtés Szárítás Szőrszálak és hajszálerek eltávolítása Kommunikáció	A térvilágítás és lokalizált világítás bizonyos típusai Hegesztés
IR-B	Fűtés Szárítás Kommunikáció	A térvilágítás és lokalizált világítás bizonyos típusai Hegesztés
IR-C	Fűtés Szárítás	A térvilágítás és lokalizált világítás bizonyos típusai Hegesztés

Bizonyos, a felsorolásban járulékos módon létrejövő sugárzásként megjelölt hullámhossz-tartományú sugárzások kizárólag hibaállapot esetén képződnek. Bizonyos típusú fényszórók például nagynyomású higanykisülések fényforrást tartalmaznak. Ez sugárzást minden hullámhossztartományban kibocsát, de általában olyan külső burkolat veszi körül, amely megakadályozza a jelentősebb mértékű UV-B és UV-C sugárzás kibocsátását. Amennyiben a burkolat megsérül és a lámpa továbbra is működik, az eszköz által kibocsátott UV sugárzás veszélyes mértékű.

2.2. A lézersugárzás forrásai

A lézer működését első alkalommal 1960-ban demonstrálták. Az első időszakban a lézert általában kutatási és katonai célokra használták. Az eszközöket legtöbbször az azokat tervező és megépítő személyek működtették, és ők voltak kitéve a lézersugárzásból eredő kockázatoknak is. Ma azonban a lézert szinte mindenhol használják. Számos munkahelyi alkalmazása van, és bizonyos esetekben olyan berendezésekben is használják, amelyekben a lézersugárzást műszaki eszközökkel szabályozzák, ami azt jelenti, hogy a berendezés használója nem feltétlenül tud arról, hogy a berendezés lézert tartalmaz.

A lézersugarakra általában jellemző, hogy egyetlen vagy kis számú diszkrét hullámhosszból állnak. A sugárzás szétterjedése alacsony, ezért viszonylag könnyen képes az erőt vagy az energiát nagy távolság esetében is egy adott területen tartani. A lézersugár koherens, vagyis a sugár egyes hullámjai azonos frekvenciájúak. A lézersugarak általában kis kiterjedésű pontra fókuszálhatók, és fennáll a lehetősége annak, hogy károsodást okoznak a felületen vagy roncsolják azt. A fenti kijelentések általánosítások. Vannak olyan berendezések, amelyek széles hullámhossztartományban generálnak lézersugarakat; vannak eszközök, amelyek erősen szétterjedő sugarakat hoznak létre; bizonyos lézersugarak pedig pályájuk legnagyobb részén nem koherensek. A kibocsátott lézersugarak lehetnek folytonosak (continuous wave, CW) vagy pulzálóak.

A lézerek csoportosítása a lézersugár generálására használatos „aktív közeg” alapján történik. Ez a közeg lehet szilárd, folyékony vagy gáz halmazállapotú. A szilárd közegű lézerek csoportjai a következők: kristálytípusú (szilárd állapotú) lézerek és félvezető lézerek. Az alábbi táblázat tartalmazza egyes tipikus lézerek elnevezését, valamint hullámhosszukat.

Típus	Lézer	Fő hullámhossz	Kimenet
GÁZ	hélium-neon (He-Ne)	632,8 nm	CW, maximum 100 mW
	hélium-kadmium (HeCd)	422 nm	CW, maximum 100 mW
	argonion (Ar)	488, 514 nm, kék vonalakkal	CW, maximum 20 W
	kriptonion (Kr)	647 nm UV-val, kék és sárga	CW, maximum 10 W
	szén-dioxid (CO ₂)	10600 nm (10,6 μm)	pulzáló vagy CW, maximum 50 kW
	nitrogén (N)	337,1 nm	pulzáló > 40 μJ
	xenon-klorid (XeCl) kripton-fluorid (KrF) xenon-fluorid (XeF) argon-fluorid (ArF)	308 nm 248 nm 350 nm 193 nm	pulzáló, maximum 1 J
SZILÁRDTEST	rubin	694,3 nm	pulzáló, maximum 40 J
	neodímium YAG (Nd:YAG)	1064 és 1319 nm 532 és 266 nm	pulzáló vagy CW, maximum TW; 100 W átlagos CW
	neodímium-üveg (Nd-üveg)	1064 nm	pulzáló, maximum 150 J
SZÁL	itterbium (Yb)	1030–1120 nm	CW, maximum kW
VÉKONY LEMEZ	itterbium YAG (Yb:YAG)	1030 nm	CW, maximum 8000 W
LAP	szén-dioxid (CO ₂) lézerkristály	10600 nm	CW, maximum 8000 W
FÉLVEZETŐ	különböző anyagok, pl.: GaN GaAlAs InGaAsP	400–450 nm 600–900 nm 1 100–1 600 nm	CW (egyes esetekben pulzáló), maximum 30 W
FOLYADÉK (FESTÉK)	Festék – több mint 100 különféle lézerfesték viselkedik lézerközegként	300–1800 nm 1 100–1 600 nm	pulzáló, maximum 2,5 J CW, maximum 5 W

A lézerekről további információ található a K függelékben (Irodalom) hivatkozott kiadványokban.

Az alábbi táblázat a lézer bizonyos alkalmazásainak összefoglalását tartalmazza.

Kategória	Példák az alkalmazásra
Anyagfeldolgozás	Vágás, hegesztés, lézeres jelölés, fúrás, fotolitográfia, gyorsgyártás
Optikai mérés	Távolságmérés, felmérés, lézeres sebességmérés, lézeres vibrációmérés, elektronikus szemcsekép-interferometria, optikaiszál-hidrofónia, nagysebességű képkalkotás, részecskeméretezés
Gyógyászati	Szemészet, látásjavító műtét, fotodinamikus terápia, bőrgyógyászat, lézerszék, érsebészet, fogászat, orvosi diagnosztika
Távközlés	Szál, szabadtéri, műholdas
Optikai információátvitel	CD/DVD, lézernyomtató
Spektroszkópia	Anyagok azonosítása
Holográfia	Szórakoztatás, információátvitel
Szórakoztatás	Lézershow-k, lézermutatók

2.3. Triviális források

Jelen útmutató D függeléke az optikai sugárzás olyan mesterséges forrásaira vonatkozó kidolgozott példákat tartalmaz, amelyek számos munkahelyen (például az üzletekben és az irodákban) megtalálhatók. Mivel a piacon a berendezések különböző típusainak számtalan változata megtalálható, a tárgyalt források esetében nem lehet olyan átfogó listát összeállítani, amely az optikai sugárzás minden létező forrását és alkalmazását tartalmazza. Jelentős hatással van a forrás által kibocsátott optikai sugárzásra például a fényvető/visszaverő felület görbülete, vagy egy fluoreszcens fényforrás esetében az üvegburkolat vastagsága, és az, hogy mely cég a gyártó. Ezért – szigorúan véve – minden példa kizárólag a forrás megvizsgált típusára és modelljére vonatkozik.

Azonban, ha a kidolgozott példa azt mutatja, hogy

- az adott forrás által okozott expozíció csupán töredéke ($\approx < 20\%$) az expozíciós határértékeknek, vagy
 - a forrás csak rendkívül valószínűtlen helyzetekben okozhat olyan expozíciót, amely meghaladja az expozíciós határértéket,
- akkor arra lehet következtetni, hogy az ilyen típusú forrásoknak való szokásos expozíció triviális egészségi kockázattal jár, azaz a forrás „biztonságos”-nak tekinthető.

Az alábbi táblázatok a források e gyakori típusait két csoportba sorolják:

- triviális (a hozzáférhető kibocsátás elenyésző mértékű),

- rendeltetésszerű használat esetén nem veszélyes (azaz a túlzott mértékű expozíció kizárólag szokatlan körülmények között valósul meg).

Abban az esetben, ha egy munkahelyen csupán a jelen táblázatokban felsorolt források találhatók meg, és ha azokat kizárólag a leírt körülmények között használják, további kockázatértékelés nem szükséges. Amennyiben ezek a feltételek nem valósulnak meg, a biztonságért felelős személynek tanulmányoznia kell az útmutató további részeiben (a részletesebb, átfogóbb függelékben) foglalt információt.

Források, amelyek valószínűleg jelentéktelen mértékű expozíciót okoznak, és „biztonságos”-nak tekinthetők

Mennyezetre szerelt fluoreszcens világítás, a fényforrások fölött ernyővel

Számítógépek képernyői vagy hasonló képernyők

Mennyezetre szerelt kompakt fluoreszcens világítás

Kompakt fluoreszcens fényszóró

UV-A rovarcsapdák

Mennyezetre szerelt volfrám halogén spotlámpák

Lokalizált világítást nyújtó volfrám fényforrás (ideértve a nappali fényű izzókat)

Mennyezetre szerelt volfrám lámpák

Fénymásoló gépek

Interaktív tábla (szemléltetőeszköz)

LED- jelzőlámpák

Digitális személyi asszisztensek

Járművek indexlámpái, féklámpái, tolatólámpák és ködlámpák

Fényképezéshez használatos villanófények

Gázüzemű, fejmagasság fölé szerelt hőszugárzók

Utcai világítás

Források, amelyek meghatározott feltételek mellett valószínűleg nem jelentenek veszélyt az egészségre	
Forrás	A biztonságos használat feltételei
Mennyezetre szerelt fluoreszcens világítás ernyő nélkül	A szokásos működés megvilágítási szintje (≈ 600 lux) mellett biztonságos.
Fémhalogén/magas nyomású higanykisüléses fényszóró	Biztonságos, amennyiben az előlő üvegfedél érintetlen, és a lámpatest nem a felhasználó szeme és a szemlélt tárgy közötti vonalon helyezkedik el.
Asztali kivetítők	Biztonságos, amennyiben az azt használó személy nem néz a sugárba.
Alacsony nyomású UV-A fekete fény	Biztonságos, amennyiben nem a felhasználó szeme és a szemlélt tárgy közötti vonalon helyezkedik el.
Az 1. osztályba tartozó bármely lézereszköz (EN 60825-1)	Biztonságos, amennyiben a borítások érintetlenek. A borítás eltávolítása után veszélyessé válhat.
Bármelyik, a „biztonságos csoport”-ba tartozó termék (az EN 62471 szerint)	Biztonságos, amennyiben nem a felhasználó szeme és a szemlélt tárgy közötti vonalon helyezkedik el. A borítás eltávolítása után veszélyessé válhat.
Járművek fényszórói	Biztonságos, amennyiben az illető személy nem tekint hosszan, közvetlenül a sugárba.

3. Az optikai sugárzásnak való expozíció egészségre gyakorolt hatásai

Az optikai sugárzást a test külső rétegei elnyelik, ezért annak biológiai hatásai nagyrészt a bőrre és a szemre korlátozódnak; ugyanakkor az egész szervezetre gyakorolt hatások is bekövetkezhetnek. A különböző hullámhosszú sugárzások különböző hatásokat válthatnak ki, annak függvényében, hogy a sugárzást a bőr vagy a szem mely része nyeli el, valamint hogy milyen típusú kölcsönhatás történik: az ultraibolya-tartományra általában a fotokémiai hatások, míg az infravörös tartományra a hőhatások jellemzők. A lézersugárzás kiválthat további hatásokat is, amelyekre az energia szövet által történő gyors elnyelése jellemző, és ezek különösen a szem esetében jelentenek veszélyt, mivel a szemlencse képes a sugarat fókuszálni.

A biológiai hatásokat két nagyobb csoportba lehet sorolni: akut (gyorsan bekövetkező) és krónikus (a hosszan tartó vagy ismételt expozíció következtében beálló) hatások. Általában elmondható, hogy az akut hatások csak abban az esetben jelentkeznek, ha az expozíció meghaladja az – általában személynként eltérő – küszöbértéket. Az expozíciós határértékek meghatározása általában az akut hatásokra vonatkozó küszöbértékeket vizsgáló tanulmányok és

e küszöbértékek statisztikai értékelése alapján történik. Ennek következtében az expozíciós határérték túllépése nem szükségszerűen okoz egészségkárosodást. Az egészségkárosodás kockázata nő abban az esetben, ha az expozíciós szint meghaladja az expozíciós határértéket. Az alábbiakban leírt hatások nagy része az egészséges dolgozó személyeknél, az irányelvben meghatározott határértékeknél jóval magasabb expozíciós szintek esetében következik be. Azok a személyek azonban, akik a szokásosnál érzékenyebbek a fényre, az expozíciós határértékeknél alacsonyabb mértékű kitétség esetén is szenvedhetnek károsodást.

A krónikus hatások esetében sokszor nincs olyan küszöbérték, amely alatt e hatások nem következnek be. Ez azt jelenti, hogy az ilyen hatások bekövetkezésének a kockázata nem csökkenthető nullára. A kockázat az expozíció csökkentésével csökkenthető. Az expozíciós küszöbértékek szem előtt tartásával az optikai sugárzás mesterséges forrásainak való expozícióból eredő kockázat olyan szintre csökkenthető, amely megfelel a társadalom által a természetes módon kialakuló optikai sugárzásnak való expozíció vonatkozásában elfogadott mértéknek.

Hullámhossz (nm)		Szem	Bőr
100–280	UV-C	hóvaktság kötőhártya-gyulladás	bőrpír bőrrák
280–315	UV-B	hóvaktság kötőhártya-gyulladás hályog	bőrpír a bőr rugalmatlanná válása (fénykárosodás miatti korai öregedés) bőrrák
315–400	UV-A	hóvaktság kötőhártya-gyulladás hályog recehártya fény által okozott károsodása	bőrpír a bőr rugalmatlanná válása (fénykárosodás miatti korai öregedés) azonnali pigmentsötétedés bőrrák
380–780	Látható	a recehártya fény által okozott károsodása (kékfény-veszély) recehártya égési sérülése	égés
780–1 400	IR-A	hályog recehártya égési sérülése	égés
1 400–3 000	IR-B	hályog	égés
3 000–10 ⁶	IR-C	szaruhártya égési sérülése	égés

4. A mesterséges optikai sugárzásról szóló irányelvben foglalt követelmények

Az irányelv teljes szövegét az útmutató L függeléke tartalmazza. Az alábbi fejezet az alapvető fontosságú követelményeket foglalja össze.

Az irányelv a munkahelyi mesterséges optikai sugárzásnak való expozícióból eredő vagy vélhetően abból eredő, a munkavállalók egészségét és biztonságát veszélyeztető kockázatokkal szembeni védelemre vonatkozó MINIMUMKÖVETELMÉNYEKET határozza meg. A tagállamok tehát szigorúbb követelményeket is bevezethetnek vagy megtarthatnak.

4.1.4. cikk – Az expozíció meghatározása és a kockázatok értékelése

Az irányelv legfontosabb követelménye az, hogy a munkáltatók biztosítsák, hogy a munkavállalók nincsenek kitéve az irányelv mellékleteiben meghatározott expozíciós határértékeket meghaladó mértékű mesterséges optikai sugárzásnak. A munkáltatók ezt

a források mellett feltüntetett információkkal, a saját maguk vagy mások által végzett általános értékelésekkel, elméleti értékeléssel vagy mérések elvégzésével demonstrálhatják. Az irányelv nem határoz meg külön módszert, tehát a munkáltató dönthet arról, hogy ezt a kulcsfontosságú célkitűzést hogyan valósítja meg.

Azonban a munkáltatónak e tekintetben iránymutatást nyújtanak az érvényes, közzétett szabványok vagy – amennyiben ilyenek nincsenek – a „rendelkezésre álló, tudományos alapokon nyugvó, nemzeti vagy nemzetközi iránymutatások”.

Az irányelvben foglalt követelmények között több olyan van, amely megegyezik a 89/391/EGK irányelv követelményeivel, ezért annak a munkáltatónak, aki teljesíti ezen irányelv követelményeit, nagy valószínűséggel nem kell további erőfeszítéseket kifejtenie ahhoz, hogy megfeleljen a második irányelvben foglaltaknak. A munkáltatónak azonban az értékelés elvégzésekor különös figyelmet kell szentelnie a következőknek (4. cikk, (3) bekezdés):

Figyelembe veendő	Megjegyzés
a) a mesterséges eredetű optikai sugárzásnak való expozíció szintje, hullámhossz-tartománya és időtartama;	Ezek a vizsgált forgatókönyvvel kapcsolatos alapvető információk. Amennyiben az expozíciós szint jelentős mértékben elmarad a teljes munkanap alatt (azaz 8 óra alatt) megvalósuló kitétségre vonatkozó expozíciós határértéktől, nincs szükség további értékelésre, kivéve ha felmerül a több forrásnak való expozíció lehetősége. Lásd a h) pontot.
b) ennek az irányelvnek a 3. cikkében említett expozíciós határértékek;	Az a) pontban említett információ alapján azonosíthatóknak kell lenniük a vonatkozó expozíciós határértékeknek.
c) a különösen érzékeny kockázati csoportokba tartozó munkavállalók egészségét és biztonságát érintő hatások;	Inkább a reaktív, semmint a proaktív megközelítés alkalmazása javasolt. Lehetnek például olyan munkavállalók, akik fokozottan érzékenyek a villódzó fényre. A munkáltatónak ebben az esetben mérlegelnie kell a munkatevékenység lehetséges módosításait.

Figyelembe veendő	Megjegyzés
d) a munkahelyen előforduló, optikai sugárzás és a fényérzékenyítő hatású vegyi anyagok közötti kölcsönhatásokból eredő, a munkavállalók egészségét és biztonságát érintő lehetséges hatások;	Javasolt, hogy a munkáltatók mérleljeék a munkahelyen előforduló vegyi anyagok kiváltotta fényérzékenyítő hatás lehetőségét. Azonban – ahogy a c) pont esetében is – a munkáltatónak reagálnia kell a munkavállalók által felvetett problémákra, amennyiben van köztük olyan, akinél a munkahelyen kívül használt vegyi anyagok fényérzékenységet válthatnak ki.
e) közvetett hatások, mint például átmeneti vakság, robbanás vagy tűz;	Bizonyos munkahelyi eljárások esetében problémát jelenthet a szem erős fénynek való kitétsége. Az elkerülő reakciók bizonyos szintű védelmet biztosítanak az expozíciós határértékek alatti expozíciós szint esetében is. A munkáltatónak azonban figyelembe kell vennie a mesterséges optikai sugárzás olyan forrásait, amelyek következtében elterelődik a munkavállaló figyelme, elvakul, káprázik a szeme, vagy utóképeket érzékel, ha az ilyen jellegű expozíció veszélyt jelent a dolgozó vagy a többi személy biztonságára. Bizonyos mesterséges optikai forrásokból származó sugárzások robbanást vagy tüzet okozhatnak. Ez különösen vonatkozik a 4. osztályba tartozó lézerekre, de más források esetében is számításba kell venni, különösen olyan környezet esetében, ahol gyúlékony vagy robbanásveszélyes anyagok találhatók.
f) a mesterséges optikai sugárzásnak való expozíció szintjének csökkentésére kifejlesztett csereberendezés megléte;	Javasolt ennek figyelembevétele abban az esetben, ha fennáll a lehetősége annak, hogy a munkavállalók mesterséges optikai sugárzásnak való expozíciója meghaladja az expozíciós határértéket.
g) amennyire csak lehetséges, az egészségi állapot ellenőrzését követően kapott megfelelő információ, beleértve a közzétett információkat;	Ez az információ származhat a munkáltatói szervezettől, az ágazat reprezentatív csoportjaitól vagy nemzetközi szervezetektől, például az Egészségügyi Világszervezettől és a Nemzetközi Nem Ionizáló Sugárzás Elleni Védelmi Bizottságtól.
h) több forrásból származó mesterséges optikai sugárzás expozíció;	Az a) és a b) pontban szerzett információ alapján meghatározható, hogy a mesterséges sugárzás egyes forrásai milyen arányban járulnak hozzá az expozíciós határértékhez. Egyszerűsített megközelítést jelent, ha ugyanezt a lehetséges expozíciót okozó források száma tekintetében mérleljejük, majd összeadjuk az arányokat. Ha az összeg 1-nél kevesebb, az expozíciós határértékek túllépése valószínűleg nem történik meg. Ha az összeg 1-nél magasabb, részletesebb értékelésre van szükség.
i) a vonatkozó CENELEC-szabványnak megfelelően meghatározott, lézerre alkalmazott osztályozás és bármely hasonló osztályozás bármilyen – a 3B. vagy 4. osztályba tartozó lézerhez hasonló károsodást okozó – mesterséges forrásra vonatkozóan;	A 3B. és a 4. osztályba tartozó lézertermékek olyan hozzáférhető lézersugárzást bocsátanak ki, amelyek az expozíciós határértékek túllépéséhez vezethetnek. Bizonyos körülmények között azonban az alacsonyabb veszélyességi osztályba tartozó lézerek esetében is lehet szükség értékelésre. Az EN 62471 a nem lézer mesterséges optikai sugárzást kibocsátó forrásokat más rendszer szerint osztályozza. A 3. kockázati csoportba tartozó eszközök értékelését el kell végezni, de az alacsonyabb kockázati osztályok esetében is mérleljeni kell a valószínű expozíciós forgatókönyveket.
j) optikai sugárforrások és kapcsolódó munkaeszközök gyártói által szolgáltatott információ a vonatkozó közösségi irányelveknek megfelelően.	A munkáltatóknak a mesterséges optikai sugárzás forrásainak és a kapcsolódó termékek gyártóitól és beszállítóitól megfelelő tájékoztatást kell kérniük annak garantálására, hogy el tudják végezni az irányelvben előírt értékeléseket. Javasolt, hogy a beszerzési politika az ilyen információ hozzáférhetőségére alapuljon.

4.2.5. cikk – Rendelkezők a kockázatok megelőzésére, illetve csökkentésére

Fontos annak felismerése, hogy a mesterséges optikai sugárzás esetében – sok más veszéllyel ellentétben – a sugárzás bizonyos szint alá történő csökkentése éppen-séggel növelheti a sérülés kockázatát. Egyértelmű példa erre a térvilágítás. Az irányjelzőknek és a jelzőfényeknek is megfelelő szintű optikai sugárzást kell kibocsátaniuk ahhoz, hogy céljuknak megfeleljenek. Ezért az 5. cikk a kockázatok megelőzését, illetve csökkentését tárgyalja. Az alkalmazott megközelítés azonos a 89/391/EGK

irányelvben használt megközelítéssel; ezeket az alapelveket jelen útmutató 9. fejezete tárgyalja részletesebben.

4.3.6. cikk – A munkavállalók tájékoztatása és oktatása

A 6. cikkben foglalt követelmények azonosak a 89/391/EGK irányelvben foglaltakkal. Fontos a kockázatok helyes megítélése. A munkavállalóknak tudatában kell lenniük annak, hogy a mesterséges optikai sugárzás munkahelyen jelen lévő forrásai nem jelentenek kockázatot egészségükre, mi több, számos ilyen forrás a jóllétüket szolgálja.

Azonban azokban az esetekben, ahol kockázatok kerültek azonosításra, megfelelő tájékoztatást és oktatást kell nyújtani. Ezt a kérdést részletesebben a 9. fejezet tárgyalja.

4.4.7. cikk – Konzultáció a munkavállalókkal és a munkavállalók részvétele

Ez a cikk a 89/391/EGK irányelvnek megfelelő követelményekre vonatkozik.

4.5.8. cikk – Az egészségi állapot folyamatos ellenőrzése

A 8. cikk a 89/391/EGK irányelvben foglalt követelményekre épül. Az egyedi részleteket a tagállamokban

működő rendszerek határozzák meg. Bizonyos, az egészségi állapot ellenőrzésére vonatkozó útmutatások jelen útmutató 11. fejezetében található.

4.6. Összefoglalás

Az irányelvben foglalt követelmények közül többet tartalmaznak egyéb irányelvek, különösen a 89/391/EGK irányelv (lásd az E. függelék). Az útmutató fejezetei egyedi útmutatást adnak az irányelv cikkeiben foglaltaknak történő megfeleléssel kapcsolatban.

5. Az expozíciós határértékek alkalmazása

Az irányelv I. melléklete az expozíciós határértékeket (ELV, Exposure Limit Value) tartalmazza a nem koherens optikai sugárzásra vonatkozólag, míg a II. melléklet a lézersugárzásra vonatkozólag adja meg ezeket az értékeket. Az ELV-k tekintetbe veszik, hogy az optikai sugárzás – a hullámhossztól, az optikai sugárzásnak való expozíció időtartamától és a sugárzásnak kitett szövet jellegétől függően – képes biológiai károsodást okozni. Az ELV-k meghatározása a Nemzetközi Nem Ionizáló Sugárzás Elleni Védelmi Bizottság (ICNIRP) által közzétett iránymutatások alapján történik. Az expozíciós határértékekkel kapcsolatos további alapvető információ található a www.icnirp.org honlapon elérhető iránymutatásokban (lásd a referenciákat). Megjegyzendő, hogy ezeket az útmutatásokat az ICNIRP módosíthatja. Amennyiben ez megtörténik, az irányelvben foglalt ELV-k is módosításra kerülnek majd.

Az Amerikai Kormányközi Iparhigiéniai Konferencia (ACGIH) hasonló, bár nem azonos expozíciós határértékeket tett közzé.

A megfelelő ELV kiválasztásához ismerni kell az optikai sugárzás hullámhossztartományát. Megjegyzendő, hogy egy adott hullámhossztartományra több ELV is vonatkozhat. A lézersugárzásra vonatkozó expozíciós határértékek meghatározása általában egyszerűbb, mivel a kibocsátás egyetlen hullámhosszon történik. Azonban olyan lézertermékek esetében, amelyek több mint egy hullámhosszon bocsátanak ki lézersugárzást, vagy az olyan expozíciós forgatókönyvek esetében, ahol több forrás van jelen, szükséges lehet a kumulatív hatások figyelembevétele.

A munkavállaló expozíciójának teljes körű elemzése és az ELV-kkel történő összevetése összetett folyamat lehet, és nem tartozik jelen útmutató hatálya alá. Az alábbi információk célja az, hogy útmutatást adjanak a munkáltnak arra nézve, hogy kérjenek-e további segítséget, vagy sem.

5.1. A lézerre vonatkozó ELV-k

A lézerek osztályozási rendszere (lásd: 8.1.1. pont) útmutatást ad a felhasználóknak a lézersugár jelentette veszély mértékéről, amelyet egyedi mérési körülmények között értékelték. Az 1. osztályba tartozó lézertermékek rendeltetésszerű használat esetén minden valószínűség szerint biztonságosak, és ezért további értékelésük nem szükséges.

Értékelésre van azonban szükség abban az esetben, amikor egy, az 1. osztályba tartozó lézertermék karbantartására vagy szervizelésére kerül sor, illetve a termék magasabb osztályba tartozó beépített lézert tartalmaz.

Ha nincs ellentétes tartalmú információ, a munkáltatónak feltételeznie kell, hogy a 3B. osztályba és a 4. osztályba tartozó lézerekből származó lézersugarak szemkárosodás kockázatát jelentik. A 4. osztályba tartozó lézerek emellett bőrkárosodás kockázatával is járnak.

Ahol 3B. és 4. osztályba tartozó lézereket használnak, ki kell jelölni egy megfelelően képesített személyt, például egy lézerbiztonságért felelős tisztviselőt.

Egy lézertermék 2. osztályba történő besorolása arra a feltételezésre alapul, hogy az ELV túllépése a maximum 0,25 másodperc időtartamú véletlen expozíció során nem történik meg. Amennyiben a termék használata azzal az eshetőséggel jár, hogy a munkavállalók szeme ismételtelen ki lehet téve a lézersugárnak, részletesebb értékelést kell végezni annak meghatározására, hogy valószínű-e az ELV átlépése.

Az 1M., 2M. és 3R. osztályba tartozó lézerek értékelését el kell végezni a valószínű expozíciós forgatókönyvek meghatározására.

A lézersugárzásra vonatkozó ELV-eket az irányelv II. melléklete tartalmazza, amely jelen útmutató L függelékében is

megtalálható. Az ELV-k a besugárzott felületi teljesítmény (watt/négyzetméter, $W m^{-2}$) vagy a besugárzottság (joule/négyzetméter, $J m^{-2}$) formájában vannak kifejezve.

A besugárzott felületi teljesítmény vagy a besugárzottság kiszámításakor a lézersugár besugárzott felületi teljesítményét vagy besugárzottságát az irányelv II. mellékletének 2.2., 2.3. és 2.4. táblázatában leírt nyíláson (az úgynevezett határolónyíláson) kell átlagolni.

A lézerekre vonatkozó megfelelő ELV-táblázat kiválasztása

A szem expozíciója – rövid időtartam (<10 s) – 2.2. táblázat

A szem expozíciója – 10 s vagy hosszabb időtartam – 2.3. táblázat

A bőr expozíciója – 2.4. táblázat

Az expozíciós időtartam kiszámításakor mérlegelni kell, hogy az expozíció véletlenszerű vagy szándékolt. Ha a sugárzásnak kitett szerv a szem, a véletlenszerű expozíciónál a 400–700 nm hullámhosszú lézersugarak esetében az általában feltételezett időtartam 0,25 s, és minden más hullámhosszú lézersugár esetében 10 s vagy 100 s. Amennyiben csak a bőr van kitéve a sugárzásnak, ésszerű minden hullámhossznál a 10 vagy 100 s értékkel számolni.

Lehetséges kiszámolni, hogy ezen expozíciós időtartamok esetében maximum mekkora teljesítmény haladhat át a meghatározott nyíláson az ELV túllépése nélkül. Az alábbi táblázat ilyen számításokat tartalmaz a szem expozíciója és kisméretű forrásból származó, folytonos hullámú lézersugár esetére.

Hullámhossztartomány (nm)	Határolónyílás (mm)	Expozíciós időtartam (s)	ELV ($W m^{-2}$)	A nyíláson áthaladó maximális teljesítmény (W)	A nyíláson áthaladó maximális teljesítmény (mW)
180-302,5	1	10	3,0	0,000 002 4	0,002 4
≥ 302,5-315	1	10	3,16–1 000	0,000 002 5–0,000 79	0,002 5–0,79
305	1	10	10	0,000 007 9	0,007 9
308	1	10	39,8	0,000 031	0,031
310	1	10	100	0,000 079	0,079
312	1	10	251	0,000 20	0,20
≥ 315-400	1	10	1 000	0,000 79	0,79
≥ 400-450	7	0,25	25,4	0,000 98	0,98
≥ 450-500	7	0,25	25,4	0,000 98	0,98
≥ 500-700	7	0,25	25,4	0,000 98	0,98
≥ 700-1 050	7	10	10–50	0,000 39–0,001 9	0,39–1,9
750	7	10	12,5	0,000 49	0,49
800	7	10	15,8	0,000 61	0,61
850	7	10	19,9	0,000 77	0,77
900	7	10	25,1	0,000 97	0,97
950	7	10	31,6	0,001 2	1,2
1000	7	10	39,8	0,001 5	1,5
≥ 1 050-1 400	7	10	50–400	0,001 9–0,015	1,9–15
≥ 1 050-1 150	7	10	50	0,001 9	1,9
1 170	7	10	114	0,004 4	4,4
1 190	7	10	262	0,010	10
≥ 1 200-1 400	7	10	400	0,015	15
≥ 1400-1 500	3,5	10	1 000	0,009 6	9,6
≥ 1 500-1 800	3,5	10	1 000	0,009 6	9,6
≥ 1 800-2 600	3,5	10	1 000	0,009 6	9,6
≥ 2 600-10 ⁵	3,5	10	1 000	0,009 6	9,6
≥ 10 ⁵ -10 ⁶	11	10	1 000	0,095	95

Az ELV-k értékelésével kapcsolatos további útmutatást az IEC TR 60825-14 nyújt. Megjegyzendő, hogy a dokumentum az „expozíciós határérték” kifejezés helyett a „legnagyobb megengedett exposíciós határérték” kifejezést használja.

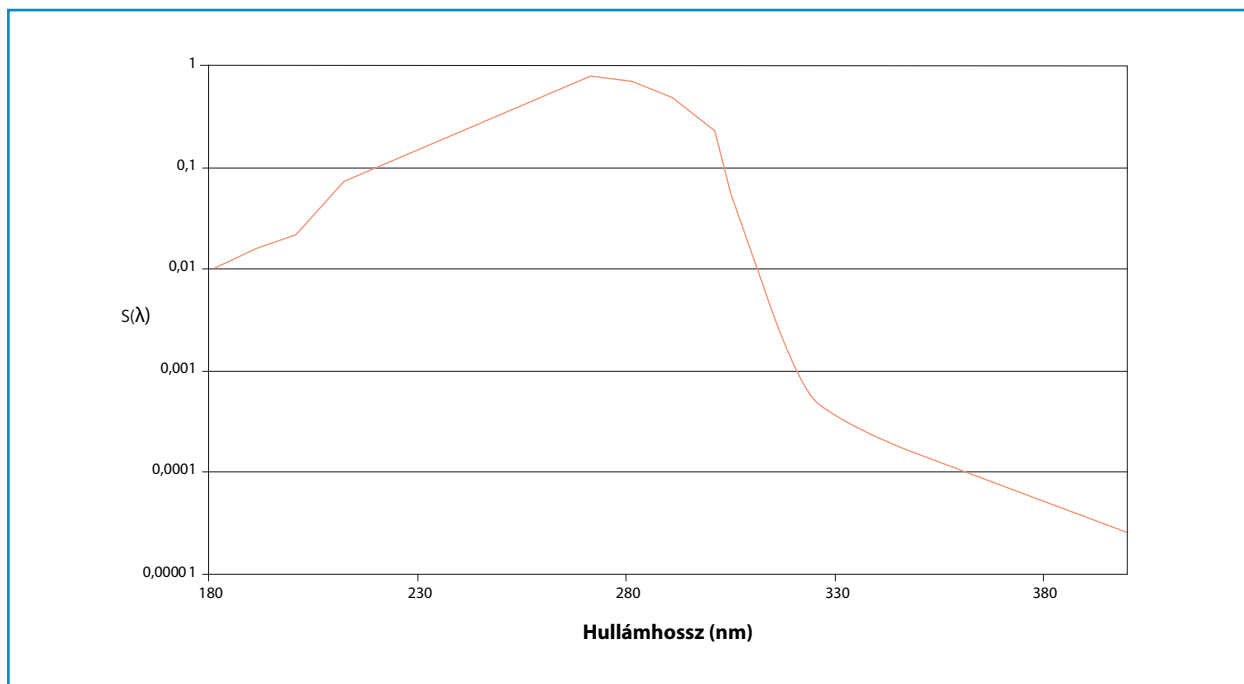
5.2. Nem koherens optikai sugárzás

Az ELV használata a nem koherens optikai sugárzás esetében általában összetettebb, mint a lézersugárzás esetében. Ennek az az oka, hogy fennáll a lehetősége annak, hogy a munkavállaló nem egy hullámhosszú, hanem több hullámhosszú sugárzásnak van kitéve.

Azonban annak meghatározására, hogy szükséges-e részletesebb értékelés, lehetséges bizonyos egyszerűsítő, a legrosszabb esetet alapul vevő feltételezésekkel élni.

Az irányelv I. függelékének 1.2. és 1.3. táblázata három, dimenzió nélküli módosító tényezőt tartalmaz. A súlyozó függvény $S(\lambda)$ 180-tól 400 nm-ig alkalmazandó, és használatával a besugárzott felületi teljesítményre vagy a besugározottságra vonatkozó adatok módosíthatók, annak figyelembevételével, hogy a szemre és a bőrre gyakorolt egészségkárosító hatások függenek a hullámhossztól. A súlyozó függvény használatával keletkező adatokat általában *effektív* besugárzott felületi teljesítménynek vagy *effektív* besugározottságnak nevezik.

5.1. ábra – Az $S(\lambda)$ súlyozó függvény



A $S(\lambda)$ függvénynél a csúcserték 270 nm-nél 1,0. Egyszerű megközelítés annak feltételezése, hogy 180 nm és 400 nm között minden kibocsátás 270 nm-en történik (mivel a $S(\lambda)$ függvény maximális értéke 1, ez egyet jelent a függvény figyelmen kívül hagyásával). Mivel az ELV besugározottság ($J m^{-2}$) formájában kerül kifejezésre, amennyiben ismert a forrás besugárzott felületi teljesítménye, az alábbi táblázat segítségével meghatározható, hogy egy

munkavállaló maximálisan mennyi ideig lehet a sugárzásnak kitéve anélkül, hogy megtörténne az ELV (melynek meghatározott mértéke $30 J m^{-2}$) túllépése.

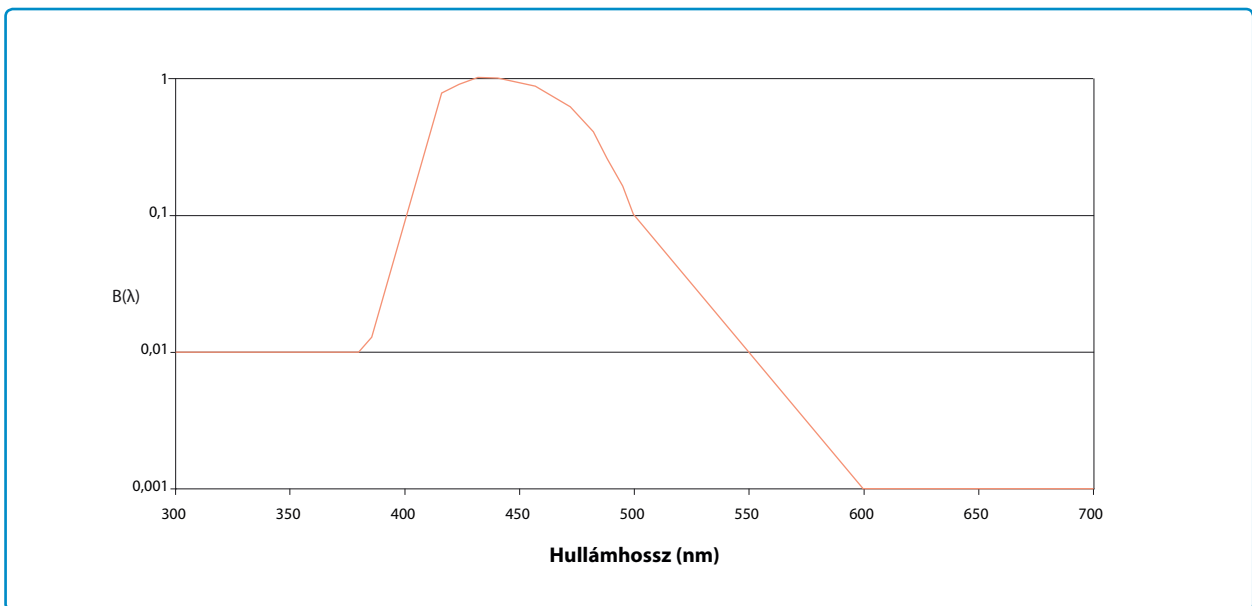
Ha –feltételezve azt, hogy minden sugárzás hullámhossza 270 nm – nem történik meg ezen időtartam átlépése, további értékelés nem szükséges. Ha megtörténik az ELV túllépése, részletesebb spektrális értékelés szükséges.

Expozíció időtartama napi 8 óra alatt	Besugárzott felületi teljesítmény (effektív) – $W m^{-2}$
8 óra	0,001
4 óra	0,002
2 óra	0,004
1 óra	0,008
30 perc	0,017
15 perc	0,033
10 perc	0,05
5 perc	0,1
1 perc	0,5
30 másodperc	1,0
10 másodperc	3,0
1 másodperc	30
0,5 másodperc	60
0,1 másodperc	300

300 nm és 700 nm között a $B(\lambda)$ tényező alkalmazható annak tekintetbe vételére, hogy a szem fotokémiai

sérülésének kockázata függ a hullámhossztól. Ezt az alábbi táblázat mutatja:

5.2. ábra – A $B(\lambda)$ súlyozó függvény

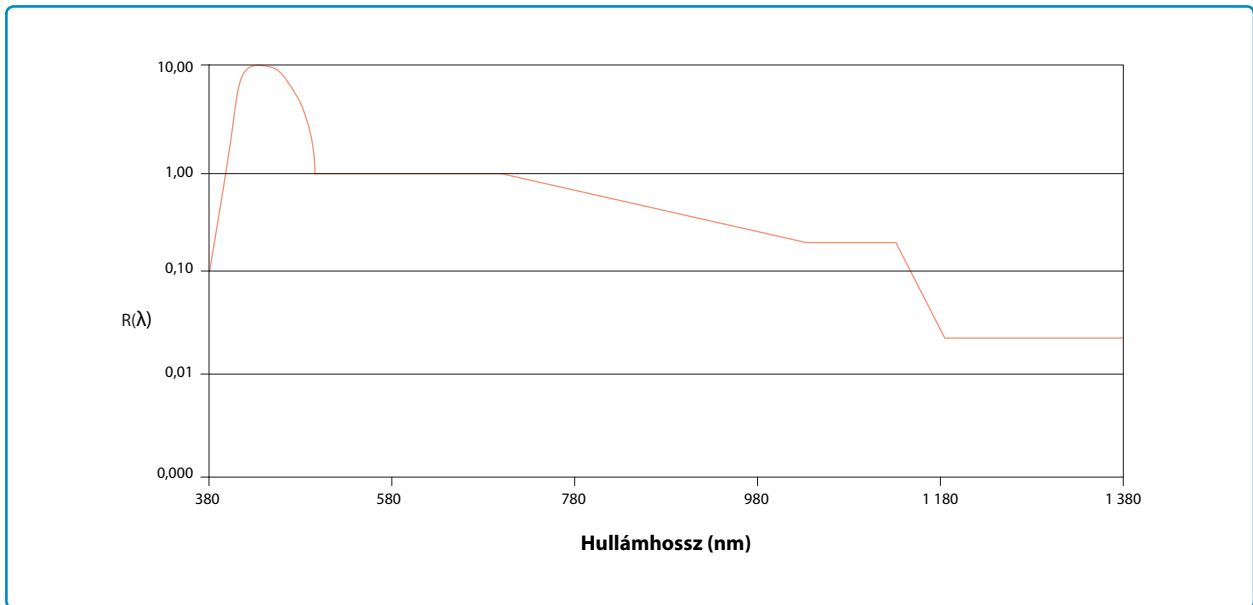


A legnagyobb súlyozási tényező 1,0 435 és 440 nm között van. Ha azt feltételezve, hogy 300 nm és 700 nm között minden kibocsátás körülbelül 440 nm-en történik (mivel a $B(\lambda)$ függvény maximális értéke 1, ez egyet jelent a függvény figyelmen kívül hagyásával), az ELV átlépése nem

történik meg, akkor a részletesebb értékelés eredménye sem mutat mást.

Az $R(\lambda)$ súlyozási tényező 380 nm és 1400 nm között kerül meghatározásra, az alábbiak szerint:

5.3. ábra – Az $R(\lambda)$ súlyozó függvény



Az $R(\lambda)$ csúcserőértéke 435 és 440 nm között van. Ha azt feltételezzük, hogy 380 nm és 1400 nm között minden kibocsátás körülbelül 440 nm-en történik (mivel az $R(\lambda)$ függvény maximális értéke 10, ez egyet jelent a függvény figyelmen kívül hagyásával), az ELV átlépése nem történik meg, akkor a részletesebb értékelés eredménye sem mutat mást.

Az irányelv I. mellékletének 1.1. táblázata tartalmazza a különböző hullámhosszakra vonatkozó ELV-ket. Bizonyos hullámhossztartományokra több expozíciós határérték érvényes. A vonatkozó expozíciós határértékek egyike sem léphető át.

5.3. Referenciák

Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelengths Between 180 nm and 400 nm (Incoherent Optical Radiation). Health Physics 87 (2): 171-186; 2004.

Revision of the Guidelines on Limits of Exposure to Laser radiation of wavelengths between 400nm and 1.4μm. Health Physics 79 (4): 431-440; 2000.

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

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

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

6. Kockázatértékelés az irányelv kontextusában

A kockázatértékelés a 89/391/EGK irányelv által támogatott általános követelmény. Az alábbiakban bemutatott megközelítés az Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség lépésről-lépésre meghatározott megközelítésén alapul.

A kockázatértékelés lépésről-lépésre meghatározott megközelítése

1. lépés: A veszélyek és a veszélyeztetettek meghatározása

2. lépés: A kockázatok értékelése és prioritási sorrend felállítása

3. lépés: Döntés a megelőző lépésekről

4. lépés: Fellépés

5. lépés: Ellenőrzés és felülvizsgálat

A teljes körű kockázatértékelésnek tekintetbe kell vennie a munkatevékenységgel kapcsolatos összes veszélyt. Azonban az irányelv kontextusában az alábbiakban kizárólag az optikai sugárzás veszélyeit tárgyaljuk. Bizonyos alkalmazások esetében a termék gyártója által nyújtott információ szükséges annak megállapításához, hogy a kockázatkezelés megfelelő-e. Ezért a kockázatértékelési folyamat nem feltétlenül jelent különösebb terhet. Amennyiben a nemzeti jogszabályok nem követelik meg, a triviális források esetében a kockázatértékelést nem szükséges dokumentálni. A munkáltatók azonban dönthetnek úgy, hogy bizonyos módon rögzítik az adatokat annak demonstrálására, hogy megtörtént az értékelés.

6.1.1. lépés: A veszélyek és a veszélyeztetettek meghatározása

Az optikai sugárzás minden forrását azonosítani kell. Bizonyos források a berendezések belsejében találhatóak, azaz rendeltetésszerű használat esetén a munkavállaló expozíciója nem történhet meg. Szükséges azonban mérlegelni azt, hogy a forrás élettartama során a munkavállaló expozíciója milyen formában történhet meg. Amennyiben a munkavállaló optikai sugárzást kibocsátó termékeket gyártanak, nagyobb veszélynek lehetnek kitéve, mint a felhasználók. Az optikai sugárzást kibocsátó termékek tipikus életciklusa a következő:

Gyártás
Vizsgálat
Üzembe helyezés
Tervezés és kialakítás
Átadás
Rendes működés
Hibamódok
Rutin karbantartás
Szervizelés
Módosítás
Eltávolítás

Az optikai sugárzásnak való expozíció általában a termék működése közben fordul elő. Az 1–3. szakasz adott esetben más munkáltató helyiségeiben megy végbe. A 4–10. szakasz általában a szokásos munkahelyen zajlik le. Megjegyzendő, hogy az életciklus bizonyos szakaszai valóban ciklikusak. Lehetséges például, hogy egy munkaeszköz egy bizonyos része rutinszerű, minden héten végrehajtott karbantartást igényel, szervizelést pedig fél évente. Bizonyos szintű átadásra minden szervizelő művelet után szükség lehet. Lehetséges az is, hogy a munkaeszköz adott része a „rendes működés” szakaszában van.

A munkáltatónak azt is mérlegelnie kell, hogy az életciklus egyes szakaszaiban a munkavállaló vagy az alvállalkozók mely csoportjai lehetnek kitéve optikai sugárzásnak.

1. lépés

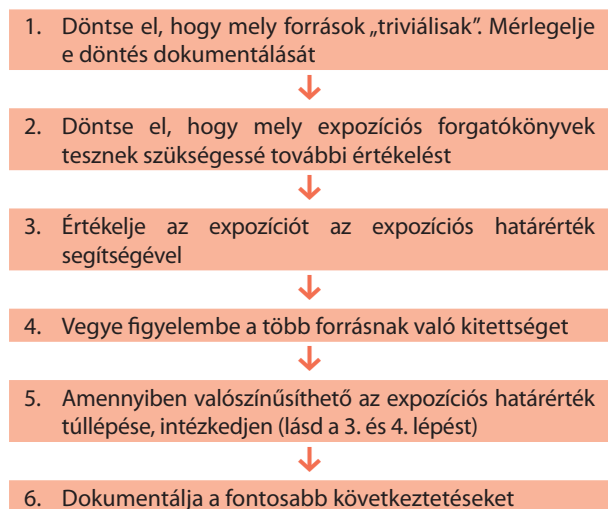
Dokumentálja az összes olyan forrást, amely mesterséges optikai sugárzásnak való expozíciót okozhat, és mérlegelje, hogy ki lehetnek kitéve a sugárzásnak.

6.2.2. lépés: A kockázatok értékelése és prioritási sorrend felállítása

Az irányelv előírja, hogy a munkavállalók optikai sugárzásnak való expozíciójának mértéke ne haladja meg az irányelv I. és II. mellékletében megadott expozíciós határértékeket. Az optikai sugárzás adott munkahelyen megtalálható forrásai között számos triviálisnak bizonyul majd. Jelen útmutató D függeléke ad útmutatást bizonyos alkalmazások tekintetében. Annak megítéléséhez, hogy egy forrás triviális-e vagy sem, mérlegelni kell azt is, hogy a munkavállaló valószínűleg hány forrásból eredő sugárzásnak van kitéve. Triviális forrásról van szó, ha egy darab forrás esetében a munkavállaló helyén az expozíció a teljes munkanapra meghatározott ELV 20%-a alatt marad. Ha azonban 10 ilyen forrás van, akkor csak abban az esetben tekinthetők triviálisnak, ha az egyes források kiváltotta expozíció az ELV 2%-a alatt van.

Fontos hangsúlyozni, hogy az irányelv megköveteli a „kockázatok” megszüntetését vagy a lehető legkisebb mértékűre csökkentését. Ez nem jelenti szükségszerűen azt, hogy az optikai sugárzás mértékét kell a lehető legkisebbre csökkenteni. Egyértelmű, hogy minden fényforrás lekapcsolása a biztonságot veszélyeztetné, és növelné a sérülés kockázatát.

A kockázatok értékelése az alábbi megközelítés szerint történik:



Az expozíció kockázatának – vagyis az expozíció valószínűségének – meghatározása nem minden esetben egyszerű. A munkahelyen megtalálható lehet nagymértékben kollimált lézersugár, és az e sugárnak való

expozíció kockázata lehet alacsony. Azonban ha megtörténik az expozíció, az súlyos következményekkel járhat. Ezzel szemben lehet magas a sok nem koherens mesterséges forrásból eredő optikai sugárzásnak való expozíció kockázata, ám az expozíció következményei lehetnek enyhék.

A legtöbb munkahelyen nem indokolt az expozíció kockázatának számszerűsítése: elegendő a „józan észre hagyatkozva” meghatározni, hogy a valószínűség magas, közepes vagy alacsony.



Az irányelv a „valószínűleg ki vannak téve” kifejezésen belül nem definiálja a „valószínű” jelentését. Ezért – amennyiben a nemzeti követelmények nem mondanak mást – elegendő a józan észre hagyatkozni.

2. lépés

Mérlegelje a triviális források dokumentálásának lehetőségét.

Dokumentálja azokat a forrásokat, amelyeknél fennáll a kockázata az expozíciós határérték meghaladásának.

Ítélje meg a kockázatot.

Mérlegelje, hogy van-e olyan munkavállaló, aki különösen érzékeny a fényre.

Tegye prioritássá a biztonsági intézkedéseket az olyan források esetében, ahol valószínűsíthető a munkavállalók expozíciós határérték fölötti mértékű kitétsége.

Az ultraibolya sugárzás esetében meghatározott expozíciós határértékek használhatók annak kiszámítására, hogy egy munkavállaló egy munkanap során maximálisan mekkora mértékű besugárzott felületi teljesítménynek lehet kitéve, azonban nem ideális, ha a munkavállalót minden munkanapon ilyen expozíció éri. Mérlegelni kell az ultraibolya sugárzásnak való expozíció mértékének a lehető legnagyobb ésszerű, gyakorlatban megvalósítható csökkentését, ahelyett, hogy a sugárzás rendszeresen expozíciós határértéken folya.

6.3.3. lépés: Döntés a megelőző lépésekről

Az útmutató 9. fejezete azon szabályozó intézkedésekről nyújt irányutatót, amelyek a mesterséges optikai sugárzásnak való expozícióból eredő kockázat lehető legkisebbre történő csökkentését célozzák. Általában

elmondható, hogy a csoportos védelem előnyben részesítendő a személyes védelemmel szemben.

3. lépés

Döntsen a megfelelő megelőző lépésről.

Dokumentálja a döntés indokolását.

6.4.4. lépés: Fellépés

Szükséges megelőző lépéseket tenni. A mesterséges optikai sugárzásnak való expozíció kockázatának megítélésével dönthető el, hogy a megelőző lépések végrehajtásáig a munka kellő körülményekkel folytatható-e, vagy fel kell függeszteni.

4. lépés

Döntse el, hogy folytatható-e a munka.

Tegye meg a megelőző lépéseket.

Tájékoztassa a munkavállalókat a megelőző lépésekről.

6.5.5. lépés: Ellenőrzés és felülvizsgálat

Fontos eldönteni, hogy a kockázatértékelés hatékony volt-e, és hogy a megelőző intézkedések megfelelők-e. Továbbá felül kell vizsgálni a kockázatértékelést

abban az esetben, ha a mesterséges optikai sugárzás forrásai megváltoznak, vagy módosulnak a munkahelyi gyakorlatok.

A munkavállalók nem feltétlenül vannak tudatában annak, hogy fényérzékenyek-e; továbbá az is lehetséges, hogy a kockázatértékelés elvégzése után lesznek fényérzékenyek. Minden igénylést dokumentálni kell, és – amennyiben szükséges – ellenőrizni kell egészségügyi állapotukat (lásd a jelen útmutató 11. fejezetét). Szükséges lehet a mesterséges optikai sugárzás forrásának/forrásainak cseréje vagy a munkahelyi gyakorlatok módosítása.

5. lépés

Döntsen a megfelelő rutinszerű egészségügyi ellenőrzések gyakoriságáról – pl. 12 hónap.

Győződjön meg afelől, hogy az egészségi állapot ellenőrzése akkor is megtörténjen, ha változás áll be a körülményekben: például új források jelennek meg, megváltoznak a munkahelyi gyakorlatok, vagy kedvezőtlen események következnek be.

Dokumentálja az egészségügyi ellenőrzéseket és a következtetéseket.

6.6. Referenciák

Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség: <http://osha.europa.eu/en/topics/riskassessment>

7. Az optikai sugárzás mérése

7.1. Az irányelvben meghatározott követelmények

Az optikai sugárzás mérése elvégezhető a kockázatértékelési folyamat részeként. Az irányelv 4. cikke tartalmazza a kockázatértékelésre vonatkozó követelményeket. A dokumentum kimondja a következőket:

„...abban az esetben, ha a munkavállalók mesterséges eredetű optikai sugárzásnak vannak kitéve, a munkáltatónak becsléssel meg kell határoznia, és szükség esetén meg kell mérnie, és/vagy ki kell számíttania az optikai sugárzás általi expozíció azon szintjét, amelynek a munkavállalók valószínűleg ki vannak téve...”

Ez a kijelentés megengedi a munkáltatónak, hogy a munkavállalók expozíciós szintjét ne mérésrel, hanem más eszközökkel határozza meg, azaz számítsa ki (harmadik fél, például a gyártó által szolgáltatott adatok alapján).

Lehetséges olyan adatokat beszerezni, amelyek alkalmasak a kockázatértékelés céljára; ebben az esetben mérés nem szükséges. Ez az ideális eset. Az optikai sugárzás munkahelyen történő mérése összetett feladat. A mérőberendezések viszonylag drágák, és azokat kizárólag szakértő személy tudja eredményesen használni. Tapasztalatlan személy e berendezések kezelése közben könnyen hibákat követhet el, amelynek következtében az adatok igen pontatlanok lesznek. Szükséges továbbá a kockázatértékelés tárgyát képező munkahelyi feladatok idő- és térbeli adatait összegyűjteni.

7.2. További segítség kérése

Amennyiben a munkáltatónak nem áll szándékában optikai sugárzást mérő berendezést vásárolni, valamint nem rendelkezik annak használatához szükséges szaktudással, segítségre lesz szüksége. A kívánt mérőberendezés (és a használatához szükséges szaktudás) hozzáférhető:

- a nemzeti egészségügyi és biztonsági létesítményekben,

- kutatási létesítményekben (például az optikai tanszéket működtető egyetemeken),
- optikai mérőberendezések gyártóinál (és valószínűleg meghatalmazottaiknál),
- szakosodott egészségügyi és biztonsági magán tanácsadó központokban.

A segítség e potenciális forrásainak megkeresésekor ajánlatos figyelembe venni, hogy e forrásoknak a következőket kell felmutatniuk:

- az expozíciós határértékek és azok alkalmazásának ismerete,
- olyan berendezés, amely a kérdéses hullámhossztartományok mindegyikét képes mérni,
- tapasztalat a berendezés használatának terén,
- a berendezés nyomon követhető módon történő kalibrálása valamely, nemzeti szinten hatályban lévő szabvány alapján,
- képesség az összes elvégzett mérés bizonytalanságának a becslésére.

Amennyiben nem teljesül a fenti kritériumok mindegyike, lehetséges, hogy az elvégzett kockázatértékelés hibás lesz, az alábbi okok miatt:

- nem a helyes határértékeket alkalmazták, vagy nem helyes módon alkalmazták azokat,
- nem történt meg azon adatok beszerzése, amelyek összevethetők minden vonatkozó határértékkel,
- az adatok számértékei súlyosan hibásak,
- az adatokat nem lehet összevetni a vonatkozó határértékekkel, így nincs egyértelmű következtetés.

8. A gyártó adatainak felhasználása

Mivel optikai sugárzást igen sokféle forrás bocsát ki, a használatukból adódó kockázatok nagymértékben eltérhetnek. Az optikai sugárzást kibocsátó berendezés gyártói által nyújtott adatok segítik a felhasználókat veszélyességi értékelés elvégzésében, valamint a szükséges intézkedések kialakításában. A kockázatértékelés elvégzése során különösen hasznos lehet a lézer- és nemlézer-források biztonsági osztályozása és a veszélyességi távolságok.

8.1. Biztonsági osztályozás

A lézer- és nemlézer-források osztályozási rendszerének mutatnia kell az egészségkárosító hatások potenciális veszélyét. A felhasználás körülményeitől, az expozíciós időtartamtól vagy környezettől függően ezek a kockázatok nem szükségszerűen jelentenek egészségkárosító hatást. Az osztályozás segítségével a felhasználók kiválaszthatják az e kockázatok minimalizálására szolgáló megfelelő ellenőrző intézkedéseket.

8.1.1. A lézerek biztonsági osztályozása

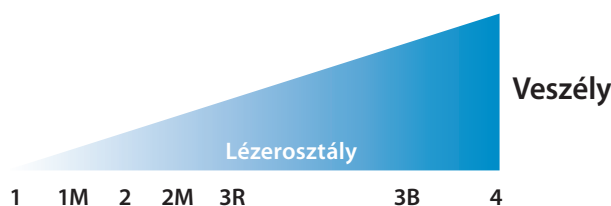
A lézerek osztályozása a hozzáférhető kibocsátás határértéke (accessible emission limit, AEL) alapján történik; ez az érték minden lézercsoport esetében meg van határozva. Az AEL nem csupán a lézertermék kimenetét veszi tekintetbe, hanem azt is, hogy emberek hozzáférhetnek-e a lézersugárzashoz. A lézereket 7 osztályba csoportosítják: minél magasabb osztályba tartozik egy lézer, annál nagyobb a lehetősége a károsodásnak. A kockázat jelentős mértékben csökkenthető további védőintézkedések alkalmazásával, többek között műszaki megoldásokkal, például területek elkerítésével.

Hasznos információ

Az 1M. és 2M. osztályok nevében az „M” betű a „nagyító optikai eszközök”, (magnifying optical viewing instruments) kifejezésből származik.

A 3R. osztály esetében az „R” betű a „csökkentett”, (reduced) vagy „enyhített”, (relaxed) követelmények (requirements) szövegezéséből ered: a követelmények a gyártóra (azaz nem szükséges kulcsos kapcsoló, sugárleállító vagy árnyékoló és reteszelőberendezés) és a felhasználóra nézve egyaránt csökkentettek.

A 3B. osztály esetében a „B” betű használatának történeti okai vannak.



8.1.1.1. 1. osztály

Olyan lézertermékek, amelyek a használat során biztonságosnak tekinthetők abban az esetben is, ha az azt használó személy hosszan és közvetlenül



a sugárba tekint, és egyéb optikai eszközöket (nagyítót és távcsövet) használ. Az 1. osztályba tartozó lézertermékek felhasználói a rendes működés során általában mentesülnek az optikai sugárzás biztonságát szolgáló intézkedések betartása alól. A felhasználó által végzett karbantartás vagy szervizelés során felmerül a magasabb szintű sugárzás lehetősége.

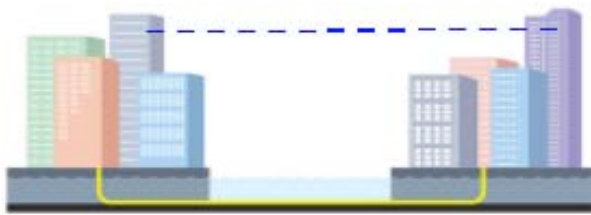
Ez a csoport olyan termékeket foglal magában, amelyek nagy teljesítményű lézert tartalmaznak egy olyan zárt egységben, amely megakadályozza az emberek sugárzásnak való expozícióját, és amelyet a lézer kikapcsolása

nélkül nem lehet kinyitni, vagy amelyben a lézersugár csak bizonyos eszközök használatával férhető hozzá:

- Lézernyomtató
- CD- és DVD-lejátszók és -írók
- Anyagfeldolgozó lézerek

8.1.1.2. 1M. osztály

Ésszerűen előrelátható működési körülmények között a szabad szemre biztonságos, azonban veszélyes lehet, ha a felhasználó optikai eszközöket (pl. nagyítót vagy távcsövet) használ a sugáron belül.



Példa: megszakadt száloptikai távközlési rendszer



A felhasználó az 1. és az 1M. osztályba tartozó látható lézerektől is elvakulhat, ha közvetlenül a sugárba tekint, különösen gyenge háttérvilágításnál.

8.1.1.3. 2. osztály

Látható sugárzást kibocsátó lézertermékek, amelyek igen rövid ideig tartó expozíció esetén biztonságosak (akkor is, ha a felhasználó optikai eszközöket használ), de veszélyesek lehetnek abban az esetben, ha a felhasználó szándékosan a sugárba tekint. A 2. osztályba tartozó lézertermékekről nem mondható el, hogy mindenképpen veszélytelenek a szemre, de feltételezhető, hogy a természetes elkerülő reakciók (ideértve a fejmozgást és pislogási reflexet) elégséges védelmet nyújtanak.



Példák: vonalkód-leolvasók

8.1.1.4. 2M. osztály

Látható sugárzást kibocsátó lézertermékek, amelyek kizárólag rövid ideig tartó expozíció esetén biztonságosak, abban az esetben, ha a felhasználó nem használ optikai eszközöket; nagyító vagy távcső használata mellett az expozíció



szemsérülést okozhat. A szem védelmét általában az elkerülő reakciók – többek közt a pislogási reflex – biztosítják.

Példák: az építőmérnöki tevékenység során használatos szintező és beállító eszközök

8.1.1.5. 3R. osztály

Potenciálisan veszélyt jelenthet, ha a felhasználó közvetlenül a sugárba néz, de a rövid és nem szándékolt expozíció esetében legtöbbször viszonylag alacsony a sérülés kockázata. Mindazonáltal veszélyes lehet, ha képzetlen személy nem megfelelő módon használja. A kockázat korlátozott mértékű, mivel a látható sugárzás esetén az erős fénynek való expozíció hatására működésbe lép az elkerülést szolgáló viselkedés és a szaruhártya távoli infravörös sugárzás hatására történő felmelegedésére adott reakció.

A 3R. osztályba tartozó lézereket csak abban az esetben javasolt használni, ha valószínűtlen az, hogy a felhasználó közvetlenül a sugárba néz.



Példák: felmérőberendezések, nagy teljesítményű lézerműtatók, szintező lézerek

Az elkerülő reakció nem minden esetben következik be.

A 2. és 2M. osztályba tartozó lézerekbe, valamint a 3R. osztályba tartozó, látható sugarat kibocsátó lézertermékek képesek elvakítani a szemlélőt, átmeneti vakságot okozni, és utóképek érzékelését kiváltani, különösen alacsony háttérvilágítás mellett. Ennek – az átmeneti látászavar és a hirtelen ingerre adott reakció miatt – az általános biztonsággal kapcsolatos közvetett következményei lehetnek. A látászavarok különösen abban az esetben jelentenek problémát, ha a felhasználó biztonsági szempontból kritikus műveletet végez, például gépekkel, nagy magasságban vagy nagyfeszültséggel dolgozik, vagy járművet vezet.

8.1.1.6. 3B. osztály

Veszélyes a szemre, ha a közvetlen sugárnak való expozíció a szemre vonatkozó nominális veszélyességi távolságon (nominal ocular hazard distance, NOHD – lásd a 8.2.1. pontot) belül következik be. A diffúz visszaverődés általában biztonságos, amennyiben a szem és a diffúziós felület távolsága minimum 13 cm, és az expozíció

időtartama 10 másodpercnél rövidebb. Azok a 3B. osztályba tartozó lézerek, amelyek az osztály felső határához köze-



lebb helyezkednek el, okozhatnak kisebb bőrsérüléseket, és fennáll annak a kockázata, hogy meggyújtják a gyúlékony anyagokat.

Példák: fizioterápiás kezeléshez használatos lézerek; kutatólaboratóriumi berendezések

beletekint a termékbe, vagy megtörténik a bőr expozíciója; veszélyt jelenthet továbbá, ha a felhasználó diffúz visszaverődésekbe néz bele. Ezek a lézerek sok esetben tűzveszéllyel is járnak.

Példák: lézerkivetítés, lézersebészet és lézeres fémvágás



A 3B. és 4. osztályba tartozó lézertermékek használata előtt kockázatértékelést kell végezni annak meghatározására, hogy a biztonságos működés garantálásához milyen biztonsági intézkedések szükségesek.

8.1.1.7. 4. osztály

Olyan lézertermékek, amelyek esetében veszélyes, ha a felhasználó a veszélyességi távolságon belül közvetlenül

8.1. táblázat: A lézerek biztonsági osztályai esetében megkövetelt intézkedések összefoglalása

	1. osztály	1M. osztály	2. osztály	2M. osztály	3R. osztály	3B. osztály	4. osztály
A veszélyességi osztály leírása	Ésszerűen előrelátható körülmények között biztonságos.	A szabad szem számára biztonságos; optikai eszközök használata mellett veszélyes lehet.	Rövid expozíciós időtartam esetén biztonságos; a szem védelmét az elkerülő reakció biztosítja.	A szabad szem számára rövid expozíciós időtartam esetén biztonságos; optikai eszközök használata mellett veszélyes lehet.	A sérülés veszélye viszonylag alacsony; de ha kiképzetlen személy nem megfelelő módon használja, veszélyes lehet.	A közvetlen beletekintés veszélyes.	Veszélyes a szemre és a bőrre; tűzveszély.
Ellenőrzött terület	nem szükséges	lokalizált vagy zárt	nem szükséges	lokalizált vagy zárt	zárt	zárt és reteszelő-berendezéssel védett	zárt és reteszelő-berendezéssel védett
Kulcs használata	nem szükséges	nem szükséges	nem szükséges	nem szükséges	nem szükséges	szükséges	szükséges
Oktatás	Kövesse a gyártó által megadott, biztonságos használatra vonatkozó utasításokat.	javasolt	Kövesse a gyártó által megadott, biztonságos használatra vonatkozó utasításokat.	javasolt	szükséges	szükséges	szükséges
PPE	nem szükséges	nem szükséges	nem szükséges	nem szükséges	A kockázatértékelés eredményeitől függően szükséges lehet.	szükséges	szükséges

Védőintézkedések	Rendes használat mellett nem szükséges.	Kerülje a nagyító, fókuszáló vagy kollimációs optikai eszközök használatát.	Ne nézzen a sugárba.	Ne nézzen a sugárba. Kerülje a nagyító, fókuszáló vagy kollimációs optikai eszközök használatát.	Kerülje a szem közvetlen expozícióját.	Kerülje a szem és a bőr sugárnak való expozícióját. Védekezzen a nem szándékolt módon létrejövő visszaverődésekkel szemben.	Kerülje a szem sugárnak való közvetlen expozícióját, valamint a szórt visszaverődésnek való expozícióját.
------------------	---	---	----------------------	--	--	---	---

A lézerek osztályozási rendszerének korlátai

A lézerek biztonsági osztályozása a hozzáférhető lézersugárzásra vonatkozik; nem veszi számításba a további veszélyeket, például az elektromosságot, a járulékos sugárzást, a gőzt, a zajt stb.

A lézerek biztonsági osztályozása a termék rendes használatára vonatkozik; nem alkalmazható a karbantartásra vagy szervizelésre, vagy abban az esetben, ha az eredeti eszköz egy komplex berendezés része.

A lézerek biztonsági osztályozása egy termékre vonatkozik; nem veszi számításba a sok forrásból származó kumulatív expozíciót.

- Biztonságos csoport – előrelátható körülmények között nincs fotobiológiai veszély;
- 1. kockázati csoport – alacsony kockázati csoport, a kockázatot az expozíció esetén adott szokásos viselkedési formák korlátozzák;
- 2. kockázati csoport – mérsékelt kockázati csoport, a kockázatot az igen erős fényforrások által kiváltott, az elkerülést szolgáló reakciók korlátozzák. Ezek a reflexszerű reakciók azonban nem minden esetben következnek be;
- 3. kockázati csoport – magas kockázati csoport, az igen rövid ideig vagy rövid ideig tartó expozíció is veszélyt jelenthet.

8.1.2. A nem koherens források biztonsági osztályozása

A nem koherens (szélessávú) források biztonsági osztályozását az EN 62471:2008 tartalmazza, és alapja a termék által kibocsátott maximális hozzáférhető sugárzás, minden hullámhossztartományban, a gyártás utáni működés bármely szakaszában. Az osztályozás tekintetbe veszi az optikai sugárzás mennyiségét, a hullámhossz megoszlását, valamint azt, hogy emberek hozzáférnek-e az optikai sugárzashoz. A szélessávú forrásokat négy kockázati csoportba sorolják; minél magasabb kockázati csoportba tartozik egy lézer, annál nagyobb a lehetősége annak, hogy károsodást okoz.

Az osztályozás az egészségkárosító hatások potenciális kockázatát mutatja. A felhasználás körülményeitől, az expozíciós időtartamtól vagy környezettől függően ezek a kockázatok nem szükségszerűen jelentenek egészségkárosító hatást. Az osztályozás segítségével a felhasználó kiválaszthatja az e kockázatok minimalizálására szolgáló megfelelő intézkedéseket.

A kockázat növekedésével a kockázati csoportok rangsorolása a következőképpen történik:



Az egyes kockázati csoportokban az egyes veszélyekre vonatkozólag eltérő időbeli kritériumokat határoztak meg. E kritériumok kiválasztása úgy történt, hogy az adott időn belül ne történjen meg a vonatkozó ELV túllépése.

8.1.2.1. Biztonságos csoport

Folyamatos, korlátlan használat esetén sincs ésszerűen előrelátható, közvetlen optikaisugárzás-kockázat. E források nem járnak az alábbi fotobiológiai veszélyek egyikével sem:

- aktinikus ultraibolya-veszély 8 órás expozíción belül;
- közeli UV-veszély 1000 s-en belül;
- a recheartyára gyakorolt kékfény-veszély 10 000 s-en belül;
- a recheartya hőkárosodásának veszélye 10 s-en belül;

- a szemre gyakorolt infravörös sugárzási veszély 1000 s-en belül;
- infravörös sugárzási veszély erős vizuális stimuláció nélkül 1000 s-en belül

Példák: háztartási és otthoni világítás, számítógépek képernyői, berendezések kijelzői, jelzőlámpák.



8.1.2.2. 1. kockázati csoport – Alacsony kockázat

E termékek a legtöbb alkalmazás esetén biztonságosak; az igen hosszú időtartamú expozíciók kivételével, ahol számítani lehet a szem közvetlen expozíciójára. Az expozíció által kiváltott viselkedés biztosította szokásos korlátozások miatt e források nem járnak az alábbi veszélyek egyikével sem:



Példa: háztartásokban használatos elemlámpa

- aktinikus ultraibolya-veszély 10 000 másodperces expozíción belül;
- közeli UV-veszély 300 s-en belül;
- a recehártyára gyakorolt kékfény-veszély 100 s-en belül;
- a szemre gyakorolt infravörös sugárzási veszély 100 s-en belül;
- infravörös sugárzási veszély erős vizuális stimuláció nélkül 100 s-en belül

8.1.2.3. 2. kockázati csoport – Mérsékelt kockázat

Az igen erős fényű forrásokra adott elkerülő reakció, a hő által kiváltott kényelmetlen érzés miatt, vagy azokban az esetekben, ahol nem valószínű a hosszú időtartamú expozíció, e források nem járnak az alábbi veszélyek egyikével sem:

- aktinikus ultraibolya-veszély 1000 másodperces expozíción belül;
- közeli UV-veszély 100 s-en belül;
- a recehártyára gyakorolt kékfény-veszély 0,25 s-en belül (elkerülő reakció);
- a recehártya hőkárosodásának veszélye 0,25 s-en belül (elkerülő reakció);
- a szemre gyakorolt infravörös sugárzási veszély 10 s-en belül;

- infravörös sugárzási veszély erős vizuális stimuláció nélkül 10 s-en belül.

8.1.2.4. 3. kockázati csoport – Magas kockázat

Olyan források, amelyek a veszélyességi távolságon belül igen rövid ideig tartó vagy rövid ideig tartó expozíció esetén is veszélyt jelenthetnek. A biztonsági intézkedések kulcsfontosságúak.

A nem kívánatos, túlzott mértékű optikai sugárzás (pl. UV) kiszűrésével, a forrás – az optikai sugárzáshoz való hozzáférés megakadályozását célzó – árnyékolásával vagy a sugarat növelő optikai eszközök alkalmazásával a termék alsóbb kockázati csoportba kerülhet, és csökkenhet az optikai sugárzásból eredő kockázat.

A szélessávú források osztályozásának korlátai

A biztonsági osztályozás a hozzáférhető optikai sugárzásra vonatkozik; nem veszi számításba a további veszélyeket, például az elektromosságot, a járulékos sugárzást, a gőzt, a zajt stb.

A biztonsági osztályozás a termék rendes használatára vonatkozik; nem alkalmazható a karbantartásra vagy szervizelésre, vagy abban az esetben, ha az eredeti eszköz egy komplex berendezés része.

A biztonsági osztályozás egy termékre vonatkozik; nem veszi számításba a több forrásból származó kumulatív expozíciót.

A termékek osztályozásánál figyelembe vett távolságok a következők: az általános világítási rendszereknél az a pont, ahol a megvilágítás mértéke 500 lx, más alkalmazásoknál pedig a forrástól 200 mm-re elhelyezkedő pont. Más használati körülmények esetében nem feltétlenül reprezentatív.

8.1.3. A gépek biztonsági osztályozása

Az optikai sugárzást létrehozó gépek szintén a EN 12198 szerint is csoportosíthatók. Ez a szabvány vonatkozik minden – szándékos vagy járulékos – kibocsátásra, kivéve azokat a forrásokat, amelyeket kizárólag megvilágításra használnak.

A gépeket a hozzáférhető kibocsátás alapján három kategóriába sorolják. E három kategóriát emelkedő kockázati sorrendben a 8.2. táblázat tartalmazza.

8.2. táblázat: A gépek biztonsági osztályozása az EN 12198 alapján

Kategória	Korlátozások és védőintézkedések	Tájékoztatás és oktatás
0	Nincs korlátozás	Nem szükséges tájékoztatás
1	Korlátozások: szükséges lehet a hozzáférés korlátozása és védőintézkedések meghozatala.	A veszélyekről, kockázatokról és másodlagos hatásokról a gyártónak kell tájékoztatást nyújtania.
2	Elengedhetetlenek a speciális korlátozások és védőintézkedések.	A veszélyekről, kockázatokról és másodlagos hatásokról a gyártónak kell tájékoztatást nyújtania. Szükséges lehet az oktatás.

A gépeket e kategóriákba az effektív radiometriai mennyiségek alapján sorolják be. E mennyiségeket (amelyek a 10 cm-es távolságban mért értékeket mutatják) a 8.3. táblázat tartalmazza.

8.3. táblázat: A sugárzás határértékei a gépek EN 12198 szerinti csoportosítása esetében

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

8.2. Információ a veszélyességi távolságról és a veszélyességi értékekről

Bizonyos alkalmazások esetében hasznos lehet tudni, hogy az optikai sugárzás veszélyei milyen távolságra terjednek ki.

Veszélyességi távolságnak nevezik azt a távolságot, ahol az expozíció szintje a vonatkozó expozíciós határértékre esik vissza: ennél nagyobb távolság esetében nem áll fenn a sérülés kockázata. Ha ezt az információt megadják a gyártók, az hasznos lehet a kockázatértékelés során, valamint a biztonságos munkakörnyezet garantálásakor.

8.2.1. Lézerek – Nominális veszélyességi távolság a szem esetében

Amint a lézersugár széttart, egy bizonyos távolságnál a besugárzott felületi teljesítmény eléri a szemre vonatkozó ELV-t. Ezt a távolságot a szemre vonatkozó nominális veszélyességi távolságnak (Nominal Ocular Hazard Distance, NOHD) nevezik. Nagyobb távolságoknál nem

történik meg az ELV-k túllépése – a lézersugár e távolságon túl biztonságosnak tekinthető.

A gyártók a termékírásban gyakran adnak információt a NOHD-ról. Amennyiben ez az információ nem hozzáférhető, a NOHD kiszámítható a gyártó által megadott adatok között szereplő, a lézersugárzásra vonatkozó alábbi paraméterek alapján:

- Sugárzott teljesítmény (W);
- A sugár kezdeti átmérője (m);
- Széttartás (radián);
- Expozíciós határérték (ELV) (W m^{-2}).

Jóllehet a helyzet összetettebb lehet abban az esetben, ha a távolság nagyobb, vagy ha a sugár nem kör alakú, az egyenlet megfelelő módon becsüli meg a NOHD-t.

$$NOHD = \sqrt{\frac{4 \times \text{sugárzott teljesítmény}}{\pi \times VLE}} \times \frac{\text{Kezdeti átmérő}}{\text{Széttartás}}$$

8.2.2. Szélessávú források – Veszélyességi távolság és veszélyességi értékek

Veszélyességi távolságnak (Hazard Distance, HD) nevezik azt a távolságot, amelynél az expozíció szintje a vonatkozó expozíciós határérték mértékére esik vissza: ennél nagyobb távolság esetében nem áll fenn a sérülés kockázata. A HD-t tekintetbe kell venni azon terület határainak meghatározásakor, amely területen belül az optikai sugárzashoz való hozzáférést és a személyzet tevékenységét az optikaisugárzás-védelem érdekében ellenőrzésnek és felülvizsgálatnak kell alávetni. Veszélyességi távolságok meghatározhatók a szem és a bőr expozíciójának esetére.

Az optikai sugárzás veszélyeire vonatkozó információkat veszélyességi érték (Hazard Value, HV) formájában is meg lehet adni. A HV az egy bizonyos távolságban megvalósuló expozíciós szint és az ugyanezen távolságra vonatkozó expozíciós határérték hányadosa:

$$HV = \frac{\text{Expozíció szint (távolság, expozíció időtartam)}}{\text{Expozíciós határérték}}$$

A veszélyességi értéknek nagy gyakorlati jelentősége van. Amennyiben a HV 1-nél nagyobb, az útmutatással szolgál a megfelelő védelmi intézkedésekkel kapcsolatban: az expozíciós időtartamot vagy a forrás hozzáférhetőségét kell korlátozni (tompítás, távolság). Amennyiben a HV 1-nél kisebb, az adott ponton a vizsgált expozíciós időtartam mellett nem történik meg az ELV túllépése.

A gyártók termékleírásai sok esetben nyújtanak információt a veszélyességi távolságról és a veszélyességi értékről. Ez az információ segít a felhasználónak a kockázatértékelés elvégzésében, valamint a megfelelő intézkedések kiválasztásában.

8.3. További hasznos információ

EN 60825-1: 2007. Lézergyártmányok sugárbiztonsági előírásai. 1. rész: Készülékosztályozás és követelmények

IEC TR 60825-14: 2004. Lézergyártmányok sugárbiztonsági előírása. 14. rész: Felhasználói útmutató

EN 62471: 2008. A lámpák és a lámparendszerek fotobiológiai biztonsága

EN 12198-1: 2000. Gépek biztonsága – Gépek által kibocsátott sugárzásból eredő kockázat értékelése és csökkentése. 1. rész: Általános elvek.

EN 12198-2: 2002. Gépek biztonsága – Gépek által kibocsátott sugárzásból eredő kockázat értékelése és csökkentése. 2. rész: A sugárzási emisszió mérési eljárása

EN 12198-3: 2000. Gépek biztonsága – Gépek által kibocsátott sugárzásból eredő kockázat értékelése és csökkentése. 3. rész: A sugárzás csökkentése mérsékléssel vagy árnyékolással.

9. Biztonsági intézkedések

A biztonsági intézkedések alapelve, hogy abban az esetben, ha bármilyen veszély azonosításra kerül, akkor a veszélyt műszaki tervezéssel csökkenteni kell. Alternatív védelmet kizárólag akkor kell biztosítani, amikor a műszaki tervezési eszközök használata nem lehetséges. Igen kevés olyan körülmény van, amely szükségessé teszi egyéni védőeszközök és adminisztratív eljárások alkalmazását.

Az egyes egyedi helyzetekben a megfelelő intézkedések a kockázatértékelés eredménye alapján választhatók ki. Össze kell gyűjteni az optikai sugárzás forrásaira és a lehetséges egyéni expozícióra vonatkozó összes hozzáférhető információt. Általában elmondható, hogy ha a termékleírásokban szereplő sugárzási expozíciót vagy a mért adatokat összevetik a vonatkozó expozíciós határértékkel/határértékekkel, akkor lehetővé válik az optikai sugárzásnak való egyéni munkahelyi expozíció értékelése. A cél olyan egyértelmű eredmény elérése, amelyből megállapítható, hogy valószínű-e a megfelelő határértékek meghaladása.

Ha egyértelműen kijelenthető, hogy az optikai sugárzásnak való expozíció jelentéktelen, és hogy nem fog megtörténni az expozíciós határérték túllépése, további fellépésre nincs szükség.

Amennyiben a sugárzás jelentős mértékű és/vagy intenzív a használat, lehetséges, hogy megtörténik a határértékek túllépése, és szükség van bizonyos védőintézkedésekre. A védőintézkedések alkalmazása után meg kell ismételni az értékelési folyamatot.

A mérés és az értékelés megismétlése szükséges lehet, ha:

- a sugárzás forrása megváltozott (pl. ha újabb forrást helyeztek el, vagy ha a forrás eltérő működési feltételek mellett működtetik);
- megváltozott a munka jellege;
- megváltozott az expozíciós időtartam;
- védőintézkedéseket vezettek be, szüntettek meg vagy változtattak meg;
- az utolsó mérés és értékelés óta hosszú idő telt el, és lehetséges, hogy az eredmények már nem érvényesek;

- új expozíciós határértékeket kell alkalmazni.

A tervezési és beszerelési szakaszban alkalmazott biztonsági intézkedések komoly előnyökkel járhatnak a biztonság és a működés szempontjából. Az ilyen intézkedések későbbi szakaszban történő bevezetése költséges lehet.

9.1. A biztonsági intézkedések hierarchiája

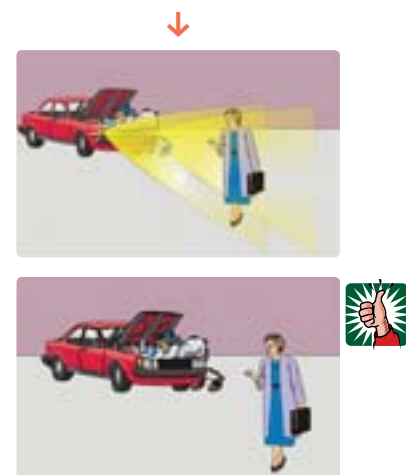
Ahol fennáll az ELV meghaladásának a lehetősége, a veszélyt a megfelelő védelmi intézkedések kombinációjának alkalmazásával kell kezelni. A kockázatkezelés biztonsági prioritásai a következők:

A veszély kiküszöbölése
Helyettesítés kevésbé veszélyes folyamattal vagy berendezéssel
Műszaki intézkedések
Adminisztratív intézkedések
Egyéni védőeszközök

9.2. A veszély kiküszöbölése

Valóban szükség van a veszélyes optikai sugárzás forrására?

Valóban szükséges, hogy ezek a lámpák fel legyenek kapcsolva?



9.3. Helyettesítés kevésbé veszélyes folyamattal vagy berendezéssel

Valóban elengedhetetlenül fontos az optikai sugárzás veszélyes szintje?



Valóban szükséges, hogy ennyire erős fényűek legyenek?



9.4. Műszaki intézkedések

Lehetséges-e a berendezés újratervezése, vagy a veszélyes optikai sugárzás szabályozása vagy a forrásnál történő csökkentése?

Amennyiben a magasabb prioritású biztonsági lépések (a kiküszöbölés vagy a helyettesítés) nem lehetségesek, az expozíció csökkentését szolgáló műszaki eszközöket kell előnyben részesíteni. Az adminisztratív intézkedések magasabb szintű biztonsági intézkedésekkel együtt is alkalmazhatók. Amennyiben az egyéni expozíció csökkentése nem lehetséges, gyakorlati szempontból nem megfelelő vagy nem teljes mértékű, az egyéni védőeszközök (PPE) használatát kell mérlegelni mint utolsó lehetőséget.

Védőburkolat Bekerített helyek Kapcsoló-berendezések Késleltetett bekapcsolást szolgáló kapcsolók	Figyelmeztető lámpák Hangjelzések	Árnyékolók, zsaluk Nézőüvegek és szűrővel ellátott ablakok A visszaverődések kiküszöbölése
	Távvezérlés Beállítást segítő eszközök	

9.4.1. A hozzáférés megakadályozása

Ez rögzített védőburkolatokkal vagy kapcsolóberendezéssel ellátott, mozgatható védőburkolatokkal oldható meg. A rögzített védőburkolatokat

általában a berendezés azon részeihez rögzítik, amelyekhez nem kell rendszeresen hozzáférni, vagy a berendezés részét képezik.

Amennyiben a hozzáférés szükséges, egymáshoz kapcsolt, mozgatható/nyitható védőburkolat használható.

Fontos

A védőburkolatnak megfelelőnek és masszívnak kell lennie.



Nem szabad, hogy további kockázatokat jelentsen. A lehető legkisebb mértékben okozzon akadályozást.

Nem szabad, hogy a rögzített védőburkolat könnyen megkerülhető legyen vagy át lehessen rajta hatolni.

A rögzített védőburkolatot a veszélyes tértől megfelelő távolságra kell elhelyezni.

9.4.2. A korlátozott működéssel biztosított védelem

Amennyiben szükséges, hogy a fizikai védőburkolatokon keresztül a berendezés rendszeresen hozzáférhető legyen, a fenti követelmények túlzott mértékben korlátozók lehetnek, különösen abban az esetben, ha a kezelőnek behelyezést/kivételt vagy beállítási műveleteket kell végrehajtania. Ebben az esetben gyakran alkalmaznak érzékelőket, amelyek érzékelik a kezelő jelenlétét vagy távollétét, és ennek megfelelő leállítási parancsot generálnak. Ezek leállító eszköznek tekinthetők: nem korlátozzák, hanem érzékelik a hozzáférést. Az érzékelők elhelyezését (közelségét) az határozza meg, hogy a gép mennyi idő alatt éri el a biztonságos állapotot.

9.4.3. Vészleállítások

Amennyiben a személyzet hozzáférhet veszélyes környezethez, elengedhetetlen vészleállítások alkalmazása arra az esetre, ha valaki a veszélyzónában bajba kerül. A vészleállításnak gyors reagálásúnak kell lennie, és a veszélyzónában minden működést le kell állítania. A legtöbbször jól ismerik a jellegzetes alakú piros vészleállító gombokat; e gombokat a berendezés körül megfelelő módon kell elhelyezni, elegendő mennyiségben ahhoz, hogy minden esetben elérhető legyen legalább egy. Alternatív megoldás a vészleállító gombbal összekötött huzal. Ez sok esetben alkalmasabb megoldás a védelem biztosítására a veszélyzónában. A mozgó részek körül elhelyezhetők más típusú leállító kapcsolók is, amelyek érzékelik

a váratlan közelséget (pl. visszapattanó kapcsoló, biztonsági sorompó vagy korlát).

9.4.4. Reteszelőberendezések

A reteszelőberendezésnek számos változata létezik, és mindegyiknek megvannak a maga jellegzetességei. Fontos, hogy az alkalmazáshoz megfelelő eszközt válasszunk.

Fontos

A reteszelőberendezésnek jól felépítettnek és az előrelátható szélsőséges körülmények mellett is megbízhatónak kell lennie.

Biztonságosnak kell lennie, és ki kell zárnia a manipulálás lehetőségét.

Állapotát világosan jelezni kell, pl. nagyméretű jelek a kikapcsológombokon és figyelmeztető állapotkijelzők a kezelőpaneleken.

A berendezésnek korlátoznia kell a működést abban az esetben, ha a védőburkolat nincs teljesen zárva.

További hasznos információ

- EN 953: 1997. Gépek biztonsága. Védőburkolatok. Rögzített és nyitható védőburkolatok tervezésének és kialakításának általános követelményei
- EN 13857: 2008. Gépek biztonsága. Biztonsági távolságok a veszélyes terek felső és alsó végtaggal való elérése ellen
- EN 349: 1993. Gépek biztonsága. Legkisebb távolságok a testrészek összenyomódásának elkerüléséhez
- EN 1088: 1995. A védőburkolattal összekapcsolt reteszelőberendezések
- EN 60825-4: 2006. Lézervédelmek

9.4.5. Szűrők és nézőüvegek

Számos ipari folyamat teljesen vagy részlegesen zárt térben zajlik. Ebben az esetben a folyamat távolról – megfelelő nézőüveg, optikai eszköz vagy televíziós kamera használatával – követhető nyomon. A biztonság a veszélyes szintű optikai sugárzást blokkoló megfelelő szűrőanyagok alkalmazásával garantálható. Ebben az esetben nincs szükség szemvédőre, és a kezelő biztonsága és munkakörülményei javulnak.

A példák a nagy méretű vezérlőhelyiségektől az interakciós területet körbevevő kisméretű elkerített területen elhelyezett nézőablakig terjednek.

Fontos

A szűrő anyagának tartósnak és megfelelőnek kell lennie.

Ellen kell állnia a behatásoknak.

Nem veszélyeztetheti a működés biztonságát.



Nézőablakok ellenőrzött területen

Az optikai sugárzás ablakokon és egyéb, optikailag áttetsző elemeken történő áthaladását lehetséges kockázatként kell értékelni. Habár az optikai sugárzás nem feltétlenül jelent közvetlen veszélyt a reccsártyára, az időszakos villanások a közelben végbemenő egyéb eljárásokkal kapcsolatos másodlagos biztonsági problémákhoz vezethetnek.

9.4.6. A beállítást segítő eszközök

Abban az esetben, ha a rutin karbantartáshoz szükség van a sugárpálya összetevőinek beállítására, biztosítani kell a biztonságos kivitelezéshez szükséges eszközöket. Például:

- alacsonyabb teljesítményű célzólézer alkalmazása, amely a nagyobb teljesítményű sugár tengelye mentén halad,
- maszkok vagy célpontok.

Fontos

Az emberi szem vagy bőr semmilyen esetben sem használható a beállítást segítő eszközként.

9.5. Adminisztratív intézkedések

Az adminisztratív intézkedések a hierarchia második szintjén helyezkednek el. Általában az az előfeltételük, hogy a személyzet a tájékoztatás szerint cselekszik – tehát csupán annyira lehetnek hatékonyak, mint a személyzet fellépése. Mindazonáltal, megvan a maguk szerepe, és bizonyos körülmények között (például átadás és szervizelés során) alapvető biztonsági intézkedés lehet.

A megfelelő adminisztratív intézkedések a kockázat alapján határozhatók meg, és magukban foglalják a biztonsági üzemeltetési rendszer részeként személyek kinevezését, a hozzáférés korlátozását, jelzések és címkék elhelyezését, valamint különféle eljárásokat.

Jó gyakorlat hivatalos intézkedéseket tenni az optikai sugárzás biztonsági üzemeltetésének integrált megközelítése érdekében. Ezeket az intézkedéseket dokumentálni kell: rögzíteni kell, hogy milyen intézkedéseket foganatosítottak és milyen célból. A dokumentáció hasznosnak bizonyulhat akkor is, ha esetlegesen egy esemény kivizsgálására kerül sor. A dokumentáció a következőket tartalmazhatja:

- nyilatkozat az optikai sugárzás biztonságával kapcsolatos politikáról;
- a főbb szervezeti intézkedések összefoglalása (kijelölések; az egyes pozíciókba kijelölt személyekkel szemben támasztott elvárások);
- a kockázatértékelés dokumentált másolata;
- cselekvési terv, amely részletezi a kockázatértékelés során azonosított további biztonsági intézkedéseket, valamint végrehajtásuk menetrendjét;
- a végrehajtott intézkedések összefoglalása és az egyes intézkedések rövid indokolása;
- az optikai sugárzás tekintetében ellenőrzött területen végzett munkára vonatkozó egyedi írott intézkedések vagy helyi szabályok;
- a használatra jogosult személyek nyilvántartása;
- a biztonsági intézkedések fenntartására vonatkozó terv. Ez magában foglalhatja a fenntartást és ellenőrzést szolgáló pozitív intézkedések menetrendjét;
- külső vállalkozókkal (például a szervizelést végző mérnökökkel) fenntartott kapcsolatokra vonatkozó hivatalos intézkedések részletei;
- a készenléti tervek részletei;
- ellenőrzési terv;
- az ellenőrzési jelentések másolatai;

- a kapcsolódó levelezés másolatban.

A program hatékonyságát meghatározott időközönként (például évente) felül kell vizsgálni az ellenőrzési jelentések, valamint a jogszabályok és szabványok változásai tekintetbevételével.

9.5.1. Helyi szabályok

Amennyiben a kockázatértékelés feltárta, hogy fennáll az optikai sugárzás veszélyes mértékének való expozíció lehetősége, az optikai sugárzással történő munkavégzés módjának szabályozását szolgáló írott biztonsági előírások (vagy helyi szabályok) rendszerét kell bevezetni. Ennek magában kell a foglalnia a terület leírását; az optikai sugárzási tanácsadó (lásd: 9.5.4. pont) elérhetőségeit; a részleteket arra vonatkozólag, hogy ki jogosult a berendezés használatára; a használat előtt elvégzendő vizsgálat (ha van ilyen) részleteit; a kezelési útmutatókat; a veszélyek összefoglaló leírását; és a készenléti intézkedések részleteit.

A helyi szabályokat normális esetben hozzáférhetővé kell tenni azokon a területeken, amelyekre vonatkoznak, és mindenki olyan számára ki kell adni, akikre vonatkoznak.

9.5.2. Ellenőrzött terület

Ellenőrzött terület kijelölésére abban az esetben lehet szükség, ha valószínűsíthető az ELV-t meghaladó mértékű optikai sugárzáshoz való hozzáférés. Az ellenőrzött területre való hozzáférés korlátozott (kivételt képeznek a jogosult személyek). A terület elhatárolása ideális esetben fizikai eszközökkel, például a teljes helyiség falainak és ajtóinak felhasználásával történik. Az elhatárolás zárral, számkódos beléptető egységekkel vagy korláttal történhet.

A felhasználók vezetőség által történő hivatalos felhatalmazására vonatkozólag intézkedéseket kell bevezetni. A személyzet alkalmasságának a felhatalmazás előtt történő értékelésére hivatalos eljárást kell bevezetni, amelynek tartalmaznia kell annak értékelését, hogy az adott személy képzettsége és kompetenciája megfelelő-e, valamint hogy ismeri-e a helyi szabályokat. Az értékelés eredményeit rögzíteni kell; a jogosult felhasználók nevét hivatalos jegyzékben kell szerepeltetni.

9.5.3. Biztonsági jelzések és útmutatások

Ez minden adminisztratív biztonsági rendszer fontos része. A biztonsági jelzések kizárólag abban az esetben hatásosak, ha érthetőek és egyértelműek, valamint ha kizárólag akkor alkalmazzák őket, ha valóban szükségesek – ellenkező esetben a személyzet gyakran figyelmen kívül hagyja azokat.

A figyelmeztető jelek tartalmazhatnak információt a használatban lévő berendezés típusáról. Amennyiben

a személyzetnek egyéni védőeszközöket kell használnia, ezt is jelezni kell.

A figyelmeztető jelek hatásosabbak, ha csak a berendezés használata során jelennek meg. A biztonsági jelzéseket a legjobb láthatóság biztosítása érdekében szemmagasságban kell elhelyezni.



A munkakörnyezetben használatos, a veszélyekre figyelmeztető és egyéni védőeszközök használatát javasoló tipikus jelek

A biztonsági jelzéseknek meg kell felelniük a biztonsági jelzésekről szóló irányelvben foglalt követelményeknek (92/58/EGK).

9.5.4. Kijelölések

Az optikai sugárzás biztonságát a többi potenciálisan veszélyes tevékenységek kezelése során használatos egészségügyi és biztonsági rendszerrel kell kezelni. A szervezeti intézkedések részletei a szervezet mérete és szerkezete szerint változhatnak.

Sok alkalmazás esetében nem indokolt a sugárzás-biztonsági irányításban jártas szakértő kiképzése.

Nehézséget jelenthet a személyzet számára, hogy naprakész információkkal rendelkezzen az optikai sugárzás biztonságáról abban az esetben, ha készségeiket csak ritkán alkalmazzák. Ennek következtében egyes cégek használhatják az optikai sugárzási biztonságban jártas külső tanácsadók által nyújtott információt. Ezek a tanácsadók ajánlásokat adhatnak a következőkkel kapcsolatban:

- műszaki biztonsági megoldások;

- a berendezés biztonságos használatára vonatkozó írott eljárások, működési és munkahelyi biztonsági intézkedések;
- egyéni védőeszközök kiválasztása;
- a személyzet oktatása és képzése.

A munkahelyi optikai sugárzásbiztonság napi kérdései felülvizsgálatának elvégzésére kijelölhető a személyzet egy jól tájékozott tagja.

9.5.5. Oktatás és konzultáció

9.5.5.1. Oktatás

Az irányelv (6. cikk) megköveteli, hogy a mesterséges optikai sugárzásból eredő kockázatoknak kitett munkavállalók (és/vagy képviselőik) tájékoztatásban és oktatásban részesüljenek. Ezeknek különösen az alábbiakat kell magukban foglalniuk:

Az irányelv végrehajtása érdekében tett intézkedések
Az expozíciós határértékek és a hozzájuk kapcsolódó lehetséges kockázatok
Az ezen irányelv 4. cikkének megfelelően elvégzett becslések, mérések és/vagy számítások eredményei a mesterséges optikai sugárzási expozíció szintjére vonatkozóan, jelentőségük és lehetséges kockázataik magyarázatával
Az expozícióból eredő egészségkárosító hatások felismerésének és jelentésének módja
Azok a körülmények, amelyek feljogosítják a munkavállalókat egészségi állapotuk folyamatos ellenőrzésére
Az expozícióból eredő kockázatokat minimálisra csökkentő biztonságos munkamódszerek
A megfelelő egyéni védőeszközök szakszerű használata

Javasolt, hogy az oktatás szintje feleljen meg a mesterséges optikai sugárzásnak való kitettségéből eredő kockázatnak. Amennyiben minden forrás „triviális”-nak tekinthető, elégséges tájékoztatni erről a munkavállalókat és/vagy képviselőiket. Azonban a munkavállalók vagy képviselőik figyelmét fel kell hívni arra, hogy lehetnek különösen érzékeny kockázati csoportok, valamint az ezek kezelését szolgáló folyamatról.

Amennyiben a munkahelyen jelen van olyan hozzáférhető mesterséges optikai sugárzás, amelyről feltételezhető, hogy meghaladja az expozíciós határértéket, mérlegelni kell a hivatalos oktatás lehetőségét, és adott

esetben azt is, hogy bizonyos feladatok elvégzésére kijelöljék a munkavállalókat. A szükséges oktatás szintjének meghatározásakor a munkáltatónak a következőket kell tekintetbe vennie:

A személyzet szaktudása és jelenlegi ismereteik a mesterséges optikai sugárzásból eredő kockázatokról
Létező kockázatértékelések és következtetések
A kockázatértékelések vagy azok felülvizsgálata során a munkavállalóknak kell segítséget nyújtaniuk?
Statikus jellegű a munkahely? A hivatalosan értékelt kockázat elfogadható? Vagy a környezet gyakran változik?
A munkáltató tud-e külső szaktudást alkalmazni a kockázatkezelés során?
A munkavállalók újonnan érkeztek a munkahelyre? Most dolgoznak-e először mesterséges optikai sugárzással?

Fontos a kockázatok helyes mérlegelése. Például a 2. osztályba tartozó lézermutatók esetében nem indokolt hivatalos oktatási kurzusok kötelezővé tétele. A 3B. és a 4. osztályba tartozó lézereket, valamint a 3. kockázati csoportokba tartozó nem koherens forrásokat használó munkavállalók esetében csaknem mindig szükséges az oktatás. Mindazonáltal nem lehetséges egy adott oktatási program tényleges hosszának vagy megvalósítási módjának meghatározása. Ezért fontos a kockázatértékelés.

Az oktatás szükségességét, valamint megvalósításának módját ideális esetben még a mesterséges optikai sugárzás forrásának használatba vétele előtt meg kell határozni.

9.5.5.2. Konzultáció

Az irányelv 7. cikke a 89/391/EGK irányelv 11. cikkében foglalt általános követelményekre hivatkozik.

11. cikk**Konzultáció a munkavállalókkal és a munkavállalók részvétele**

(1) A munkáltatók konzultálnak a munkavállalókkal, illetve képviselőikkel, és lehetővé teszik, hogy azok részt vehessenek minden, a munkahelyi biztonságra és egészségre vonatkozó kérdéssel kapcsolatos vitában.

Ez feltételezi:

- a munkavállalókkal való konzultációt;
- a munkavállalók, illetve képviselőik javaslattételi jogát;
- a nemzeti jogszabályok, illetve gyakorlat szerinti kiegyensúlyozott részvételt.

(2) A munkavállalók biztonsága és egészsége védelmének különleges feladatát ellátó munkavállalók vagy képviselők részvételének kiegyensúlyozottnak kell lennie a nemzeti jogszabályok, illetve gyakorlat szerint, vagy velük a munkáltatónak előzetesen és kellő időben konzultációt kell folytatnia az alábbiak tekintetében:

- a) minden olyan intézkedés, amely alapvetően érintheti a biztonságot és az egészséget;
- b) a munkavállalóknak a 7. cikk (1) bekezdésében és a 8. cikk (2) bekezdésében említett kijelölése, és a 7. cikk (1) bekezdésében említett tevékenységek;
- c) a 9. cikk (1) bekezdésében és a 10. cikkben említett információ;
- d) a vállalkozáson, illetve telephelyen kívüli szakértők (szolgálatok vagy személyek) szükség szerinti igénybevétele a 7. cikk (3) bekezdésében említettek szerint;
- e) a 12. cikkben említett oktatás megtervezése és megszervezése.

(3) A munkavállalók biztonsága és egészsége védelmének különleges feladatát ellátó képviselőknek jogukban áll megkérni a munkáltatót a megfelelő intézkedések megtételére, és hozzá javaslatokat benyújtani a munkavállalókat fenyegető veszélyek mérséklése, illetve a veszélyforrások eltávolítása céljából.

(4) A (2) bekezdésben említett munkavállalókat és a (2) és (3) bekezdésben említett képviselőket nem érheti hátrány a (2) és (3) bekezdésben említett tevékenységük miatt.

(5) A munkáltatóknak a munkavállalók biztonsága és egészsége védelmének különleges feladatát ellátó képviselőket fizetésük fenntartásával megfelelő ideig fel kell menteniük a munkavégzés alól, és rendelkezésükre kell bocsátaniuk a szükséges eszközöket ahhoz, hogy e képviselők gyakorolhassák az ebből az irányelvből fakadó jogait és feladataikat.

(6) A munkavállalók, illetve képviselőik a nemzeti jogszabályok, illetve gyakorlat szerint a munkahelyi biztonság- és egészségvédelemért felelős hatóságokhoz folyamodhatnak, ha úgy vélik, hogy a munkáltató által megtett intézkedések és alkalmazott eszközök nem megfelelőek a munkahelyi biztonság és egészségvédelem biztosításához.

A munkavállalók képviselőinek lehetőséget kell adni arra, hogy az illetékes hatóságok által végzett munkahelyi ellenőrzés során közöljék észrevételeiket.

1. IEC TR 60825-14: 2004: a lézert használó személyek oktatásának minimumkövetelményeiről tesz ajánlást.
2. EN 60825-2: 2004: meghatározza az optikai szálás távközlési rendszerek területén dolgozó felhasználókra vonatkozó további követelményeket.
3. EN 60825-12: 2004: meghatározza a szabad téri távközlési rendszereken dolgozó felhasználókra vonatkozó további követelményeket.
4. CLC/TR 50448: 2005: útmutatást ad a lézerbiztonsághoz szükséges kompetenciaszintekről.

9.6. Egyéni védőeszközök

Az optikai sugárzásnak való nem szándékolt expozíció csökkentését szerepeltetni kell a berendezés műszaki tervezési leírásában. Az optikai sugárzásnak való expozíciót – a lehető legnagyobb, ésszerűen és a gyakorlatban megvalósítható mértékben – csökkenteni kell, fizikai biztonsági eszközök (például műszaki megoldások) alkalmazásával. Egyéni védőeszköz csupán abban az esetben használandó, ha a műszaki és adminisztratív biztonsági intézkedések gyakorlati szempontból nem megfelelőek vagy nem teljes körűek.

A PPE célja, hogy az optikai sugárzást olyan szintre csökkentse, amely nem okoz egészségkárosodást a kitett személyben. Az optikai sugárzás okozta károsodások nem feltétlenül érzékelhetők az expozíció idején. Megjegyzendő, hogy az expozíciós határértékek függenek a hullámhossztól, ezért a PPE által nyújtott védelem szintjének szintén hullámhossztól függőnek kell lennie.

Habár az optikai sugárzásnak való expozíció által okozott akut bőrsérülés valószínűleg nincs hatással az adott személy életminőségére, fel kell ismerni, hogy a bőrsérülés valószínűsége lehet nagy, különösen a kéz és az arc esetében. Különös problémát jelent a bőr 400 nm alatti

optikai sugárzásnak való expozíciója, amely növelheti a bőrrák kockázatát.

Fontos

A PPE-nek alkalmasnak kell lennie az adott kockázat elhárítására anélkül, hogy önmaga további kockázatot idézne elő.

A PPE-nek meg kell felelnie a munkahelyi viszonyoknak.

A PPE-nek figyelembe kell vennie az ergonómiai követelményeket és a munkavállaló egészségi állapotát.

9.6.1. Egyéb veszélyek elleni védelem

Az optikai sugárzásnak való expozíció ellen védelmet nyújtó megfelelő PPE kiválasztásakor tekintetbe kell venni az alábbi nem optikai jellegű veszélyeket:

- Hatás
- Behatolás
- Kompresszió
- Kémiai
- Hő/Hideg
- Káros por
- Biológiai
- Elektromos

Példákat az alábbi táblázat tartalmaz:

Egyéni védőeszköz	Funkció
Szemvédő felszerelés: biztonsági szemüveg, szemvédő, arcvédő maszk, szemellenző	A védőfelszerelésnek az optikai sugárzást elfogadható szintre kell csökkentenie, de ugyanakkor lehetővé kell tennie, hogy a munkavállaló a munkaterületen mindent lásson. A megfelelő felszerelés kiválasztása több tényezőtől függ, például: hullámhossz, teljesítmény/energia, optikai sűrűség, a munkavállalónak szüksége van-e orvos által felírt lencsére, kényelem stb.
Védőöltözet és -kesztyű	Az optikai sugárzás forrásai tűzveszélyesek lehetnek, és szükség lehet védőöltözetre. Az UV sugárzást kibocsátó eszközök veszélyesek lehetnek a bőrre; a bőrt megfelelő védőöltözettel és kesztyűvel kell befedni. Kesztyűt abban az esetben kell viselni, ha a munkavállaló kémiai vagy biológiai anyagokkal dolgozik. Az alkalmazásra vonatkozó előírások is megkövetelhetik védőöltözet vagy -kesztyű viselését.
Légzőkészülék	A feldolgozás során mérgező és káros gőzök vagy porok képződhetnek. A légzőkészülékre vészhelyzet esetén lehet szükség.
Hallásvédők	A zaj bizonyos ipari alkalmazások esetében jelenthet veszélyt.

9.6.2. A szem védelme

Az optikai sugárzás akkor jár a megsérülés kockázatával, ha az expozíció mértéke meghaladja az expozíciós határértékeket (ELV). Ha az egyéb intézkedések nem elégségesek a szem bármely vonatkozó expozíciós határértéknél nagyobb mértékű expozíciójából adódó kockázat csökkentésére, a berendezés gyártója vagy az optikai sugárzásvédelmi tanácsadó által javasolt, speciálisan az adott hullámhosszokra és kimenő teljesítményre kialakított szemvédő eszközt kell viselni.

A szemvédő felszerelésen egyértelműen fel kell tüntetni a hullámhossztartományt és a megfelelő védelmi szintet. Ez különösen abban az esetben fontos, ha több forrás van, amelyek különböző típusú védőfelszereléseket tesznek szükségessé; ilyenek például a különböző hullámhosszú lézerek, amelyekhez más-más felszerelés szükséges. Javasolt továbbá a szemet védő felszerelés egyértelmű és masszív megjelölése annak biztosítására, hogy világosan jelezze, hogy mely berendezéshez tartozik.

A veszélyes hullámhossztartományban az optikai sugárzás szemvédő felszerelés általi árnyékolásának elégségesnek kell lennie ahhoz, hogy az expozíciós szintet a vonatkozó ELV-k alá csökkentse.

A szemvédő felszerelés fontos jellemzője a fényáteresztés, valamint a szín, amelyben a környezet a szűrőn keresztül megjelenik a kezelő számára. Ezek hatással lehetnek arra, hogy a kezelő képes-e a szükséges műveleteket elvégezni anélkül, hogy a nem optikai sugárzással kapcsolatos biztonságot veszélyeztetné.

A szemvédő felszerelést megfelelő módon kell tárolni, rendszeresen tisztítani kell, és meghatározott vizsgálati folyamatnak kell alávetni.

A szemvédő felszerelés kiválasztásának szempontjai

Kérdés: A védelem szintje



Olyan szemvédő felszerelést válasszon, amelynél az árnyékolás > expozíciós szint ELV-k

Kérdés: Fényátersztés? A látás minősége?	→ Olyan szemvédő felszerelést válasszon, amelynél a fény átbecsátása >20% Ha ez nem lehetséges, növelje a megvilágítás szintjét A szűrőknél ellenőrizze az esetleges karcolásokat és szórást.
Kérdés: A munkakörnyezet érzékelt színe?	→ Ellenőrizze, hogy a berendezés vezérlőberendezése és vészjelzései világosan látszanak a szemvédő felszerelésen keresztül
Kérdés: Túlságosan nagy mértékű a visszaverődés?	→ Kerülje a tükörfényes felületek, a fényes szűrők és keretek használatát.
Kérdés: Ha a szemvédő felszerelést hálózati áram vagy elem működteti, és megszakad az energiaellátás, az eszköz már nem nyújt védelmet?	→ Olyan szűrőt válasszon, amely energiaellátás nélkül is a lehető legnagyobb mértékű árnyékolást biztosítja.

9.6.3. A bőr védelme

Az optikai sugárzásnak való munkahelyi expozíció esetén a leggyakrabban veszélyeztetett bőrfelületek a kéz, az arc, a fej és nyak, mivel a többi területet általában fedi a munkaruha. A kéz védelme biztosítható olyan kesztyű viselésével, amely a veszélyes optikai sugárzást csak kis mértékben engedi át. Az arc védhető elnyelő arcvédő maszkkal vagy szemellenzővel, amelyek ugyanakkor a szemet is védhetik. A megfelelő felszerelés a fejet és a nyakat is védi.



9.7. További hasznos információ

A Tanács 89/656/EGK irányelve a munkavállalók által a munkahelyen használt egyéni védőeszközök egészségvédelmi és biztonsági minimumkövetelményeiről.

9.7.1. Alapvető szabványok

EN 165: 2005. Egyéni szemvédő eszközök. Fogalom meghatározások.

EN 166: 2002. Személyi szemvédő eszközök. Követelmények.

EN 167: 2002. Személyi szemvédő eszközök. Optikai vizsgálati módszerek.

EN 168: 2002. Személyi szemvédő eszközök. Nem optikai vizsgálati módszerek.

9.7.2. Szabványok terméktípus szerint

EN 169: 2002. Személyi szemvédő eszközök. Szűrők hegesztéshez és rokon eljárásokhoz. Áteresztési követelmények és ajánlott használat.

EN 170: 2002. Személyi szemvédő eszközök. Ultraibolya-szűrők. Áteresztési követelmények és ajánlott használat.

EN 171: 2002. Személyi szemvédő eszközök. Infravörös szűrők. Áteresztési követelmények és ajánlott használat.

9.7.3. Hegesztés

EN 175: 1997. Személyi szemvédő eszközök. Szem- és arcvédő eszközök hegesztéshez és hasonló eljárásokhoz.

EN 379: 2003. Személyi szemvédő eszközök. Önműködő hegesztőszűrők.

EN 1598: 1997. Egészség és biztonság a hegesztés és rokon eljárások területén. Fényátersztő hegesztőfüggönyök, szalagfüggönyök és falak ívhegesztő eljárásokhoz.

9.7.4. Lézerek

EN 207: 1998. Lézersugárzás ellen védő szemvédők és szűrők.

EN 208: 1998. Szemvédők lézerberendezéseken és lézerrendszereken végzett munkákhoz.

9.7.5. Intenzív fényforrások

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

and medical applications. Part 1: Specification for products
(Az embereken és állatokon kozmetikai és gyógyászati
céllal használt intenzív fényforrásokkal szemben védelmet
nyújtó szemvédő felszerelés. 1. rész: Termékkövetelmények)
BS 8497-2: 2008. Eyewear for protection against intense
light sources used on humans and animals for cosmetic

and medical applications. Part 2: Guidance on use
(Az embereken és állatokon kozmetikai és gyógyászati
céllal használt intenzív fényforrásokkal szemben védelmet
nyújtó szemvédő felszerelés. 2. rész: Használati útmutató)

10. A kedvezőtlen események kezelése

Az útmutató kontextusában a kedvezőtlen események olyan helyzeteket jelentenek, amikor egy személy megsérül vagy megbetegszik (baleset), valamint a „kvázi balesetek” vagy a nem kívánatos körülmények (esemény).

Kollimált lézersugarak használata esetén a lézersugárnak való kitettség kockázata általában alacsony, de a következmények súlyosak lehetnek. Ezzel szemben a mesterséges optikai sugárzás nem koherens forrásai esetében magas az expozíció kockázata, de a következmények lehetnek enyhék.

Javasolt, hogy készüljenek készenléti tervek, amelyek tekintetbe veszik a mesterséges optikai sugárzás területén ésszerűen előrelátható nem kívánatos eseményeket. A terv részletessége és összetettsége a kockázattól függ. Valószínű, hogy a munkáltató rendelkezik általános készenléti intézkedésekkel, így előnyös az

optikai sugárzás esetében is hasonló megközelítést alkalmazni.

Javasolt, hogy részletes készenléti tervek készüljenek olyan munkahelyi gyakorlatok esetére, ahol valószínűsíthető az alábbi forrásokból származó optikai sugárzáshoz való hozzáférés:

a 3B. osztályba tartozó lézerek

a 4. osztályba tartozó lézerek

a 3. kockázati csoportba tartozó nem koherens források

A készenléti tervnek tartalmaznia kell a következő események során végrehajtandó lépéseket és felelőségeket:

A munkavállaló az ELV-t meghaladó mértékű expozíciója ténylegesen megtörtént

A munkavállaló ELV-t meghaladó mértékű expozíciója feltehetőleg megtörtént

11. Az egészségi állapot folyamatos ellenőrzése

Az irányelv 8. cikke tartalmazza az egészségi állapot folyamatos ellenőrzésére vonatkozó követelményeket, hivatkozva a 89/391/EGK irányelvben foglalt általános követelményekre. Az egészségi állapot folyamatos ellenőrzésének részleteit valószínűleg a nemzeti követelmények határozzák meg. Ennek következtében az ebben a fejezetben meghatározott javaslat igen általános jellegű.

Az e cikkben foglalt követelményeket a munkavállalók mesterséges optikai sugárzásnak való kitettsége több mint százéves története fényében kell vizsgálni. A bejelentett egészségkárosodások száma alacsony, és kevés ágazatban mutatkozik, márpedig ezekben az ágazatokban általában már megtörtént a biztonsági intézkedések végrehajtása az esetek további csökkentése érdekében.

A lézer feltalálását követően ajánlásokat tettek közzé a lézerrel dolgozó munkavállalók rutinszerű szemvizsgálatáról. A csaknem 50 évnyi tapasztalat azonban azt mutatja, hogy az ilyen vizsgálatok nem képezik az egészségügyi felügyeleti program értékes részét, és esetleg újabb kockázatot jelentenek a munkavállalóra.

Egy, a munkavégzés során mesterséges optikai sugárzásnak kitett munkavállalót nem szabad a munkavállalás előtti, rutinszerű és a munkavállalás utáni szemvizsgálatoknak alávetni pusztán azért, mert ilyen munkát végez. Ugyanígy, a bőrvizsgálatok hasznosak lehetnek a munkavállalók számára, de általában elmondható, hogy a mesterséges optikai sugárzásnak való rendszeres expozíció önmagában még nem indokolja e vizsgálatokat.

11.1. Ki végezze el az egészségi állapot ellenőrzését?

Az egészségi állapot ellenőrzését a következő személyeknek kell végezniük:

- orvos;
- foglalkozás-egészségügyi szakember;

- a nemzeti jogszabályok és gyakorlat szerint az egészségügyi felülvizsgálatért felelős orvosi hatóság.

11.2. Dokumentáció

A tagállamok felelősek azért, hogy intézkedéseket léptessenek életbe annak biztosítására, hogy elkészül és rendszeresen frissítésre kerül a dokumentáció. Az egészségügyi dokumentáció az elvégzett egészségi állapot-ellenőrzés eredményeinek összefoglalását tartalmazza.

A dokumentációnak olyan formátumúnak kell lennie, hogy azt később meg lehessen tekinteni, és biztosítania kell a titoktartást.

A munkavállalóknak kérésükre biztosítani kell a hozzáférést a rájuk vonatkozó dokumentumokhoz.

11.3. Orvosi vizsgálat

Orvosi vizsgálat lehetőségét kell biztosítani a munkavállaló számára abban az esetben, ha gyanítható vagy bizonyos, hogy az expozíciós határértéket meghaladó mértékű mesterséges optikai sugárzásnak volt kitéve.

Orvosi vizsgálatot kell elvégezni, ha a munkavállalónak olyan azonosítható betegsége vagy egészségkárosodása van, amely a mesterséges optikai sugárzásnak való expozíció következményének tekinthető.

E követelmény végrehajtásának nehézsége az, hogy számos egészségkárosodás lehet természetes optikai sugárzásnak való expozíció következménye. Ezért fontos, hogy az orvosi vizsgálatot végző személy jól ismerje a mesterséges optikai sugárzás forrásainak való munkahelyi expozíció egyedi forrásai által okozott potenciális egészségkárosodásokat.

11.4. Az expozíciós határérték meghaladása esetében végrehajtandó lépések

Ha feltételezhető, hogy az expozíciós határértékek meghaladása megtörtént, vagy ha az egészségkárosodást vagy az azonosítható betegséget valószínűleg a munkahelyen jelenlévő mesterséges optikai sugárzás váltotta ki, a következő lépéseket kell tenni:

- a munkavállalót informálni kell az eredményekről;
- a munkavállalónak tájékoztatást és tanácsot kell kapnia az egészségi állapot utólagos ellenőrzéséről;
- a munkáltatónak – az orvosi titoktartási kötelezettség figyelembevételével – tájékoztatást kell kapnia;
- a munkáltatónak felül kell vizsgálnia a kockázatértékelést;
- a munkáltatónak felül kell vizsgálnia az érvényben lévő biztonsági intézkedéseket (ehhez szükség lehet szakértő tanácsára);
- ha szükséges, a munkáltatónak meg kell szerveznie az egészségi állapot további folyamatos ellenőrzését.

A. FÜGGELÉK – Az optikai sugárzás jellege

A fény az optikai sugárzás hétköznapi példája: mesterséges optikai sugárzás abban az esetben, ha lámpa bocsátja ki. Az „optikai sugárzás” kifejezést azért alkalmazzák, mert a fény az elektromágneses sugárzás egyik formája, és mert hatást gyakorol a szemre – azaz belép a szembe, a szem ráfókuszál, majd érzékeli.

A fény többféle színű lehet, az ibolya és a kék árnyalataitól kezdve a zöldön és a sárgán át a narancsig és a vörösig. A fényben érzékelt színeket a fény spektrumában jelenlevő hullámhosszak határozzák meg. A rövidebb hullámhosszakat a szem úgy érzékeli, hogy a spektrum kék végén, a hosszabbakat pedig úgy, hogy a spektrum vörös végén helyezkednek el. A szemléltetést megkönnyíti, ha a fényt úgy tekintjük, mint tömeg nélküli részecskék (fotonok) áramát, amelyek mindegyikének megvan a maga jellegzetes hullámhossza.

Az elektromágneses sugárzás spektruma jóval nagyobb az emberi szemmel látható hullámhosszak spektrumánál. Az infravörös sugárzás, a mikrohullámú sugárzás és a rádióhullámok sorrendben egyre növekvő hullámhosszú elektromágneses sugárzások. Az ultraviola sugárzás, a röntgensugarak és a gammasugarak sorrendben egyre rövidebb hullámhosszú sugárzások.

Az elektromágneses sugárzás hullámhossza alapján a sugárzással kapcsolatos egyéb hasznos információ is megtudható.

Minden olyan esetben, amikor az elektromágneses sugárzás kölcsönhatásba lép valamely anyaggal, a kölcsönhatás során valószínűleg kibocsát egy bizonyos mértékű energiát. Ez az energia hatással lehet az anyagra – például a recehártyára érkező látható fény elegendő energiát ad át ahhoz, hogy olyan biokémiai reakciók induljanak meg, amelyek létrehozzák azt a jelet, amelyet a látóideg továbbít az agynak. Az ilyen kölcsönhatások esetében a hozzáférhető energia mennyisége a sugárzás mennyiségétől függ, valamint attól, hogy a sugárzás mennyi energiát hordoz.

Az elektromágneses sugárzás hozzáférhető energiáinak mennyisége összefügg a hullámhosszal. Minél rövidebb a hullámhossz, annál több a sugárzás energiája. Tehát a kék fény energiája több, mint a zöld fényé, míg a zöld fény energiája több, mint a vörös fényé. Az ultraibolya sugárzás energiája több, mint bármely látható hullámhosszé.

A sugárzás hullámhosszától függ az is, hogy milyen mértékben hatol be a testbe és lép kölcsönhatásba azzal. Az UV-A sugárzás például kevésbé hatékonyan lép be a recehártyára, mint a zöld fény.

Az „optikai sugárzás” az elektromágneses spektrum bizonyos láthatatlan részeit is magában foglalja. Ezek az ultraibolya és az infravörös spektrumszakaszok. Habár ezek a sugárzások nem láthatók (a recehártyán nincsenek olyan érzékelők, amelyek ezeket a hullámhosszakat érzékelnék), az ebbe a spektrumszakaszba tartozó bizonyos sugárzások kisebb-nagyobb mértékben behatolhatnak a szembe. Praktikus okokból az optikai sugárzás spektrumát a hullámhossz alapján a következő módon osztják fel:

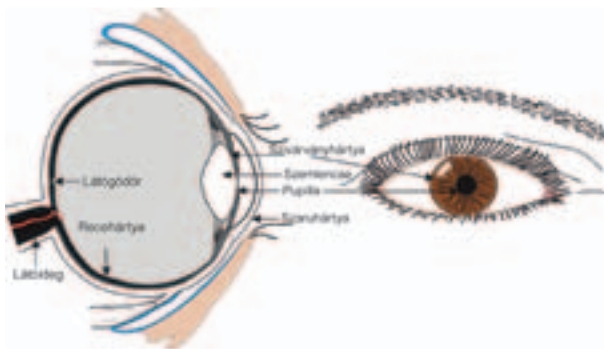
<i>Ultraibolya „C”</i>	(UV-C):	100–280 nm
	UV-B	280–315 nm
	UV-A	315–400 nm
	<i>Látható</i>	380–780 nm
<i>Infravörös „A”</i>	(IR-A)	780–1 400 nm
	IR-B	1 400–3 000 nm
	IR-C	3 000–1 000 000 nm
		(3 µm–1 mm)

Az irányelv tartalmazza az expozíciós határértékeket a 180–3000 nm spektrumtartományban a nem koherens optikai sugárzás esetében és a 180 nm-től 1 mm-ig terjedő szakaszban a lézersugárzás esetében.

B. FÜGGELÉK – Az optikai sugárzás szemre és bőrre gyakorolt biológiai hatásai

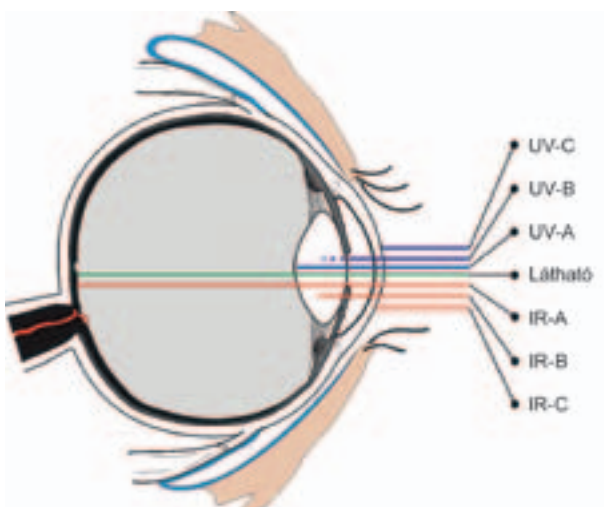
B.1. A szem

B1. ábra – A szem szerkezete



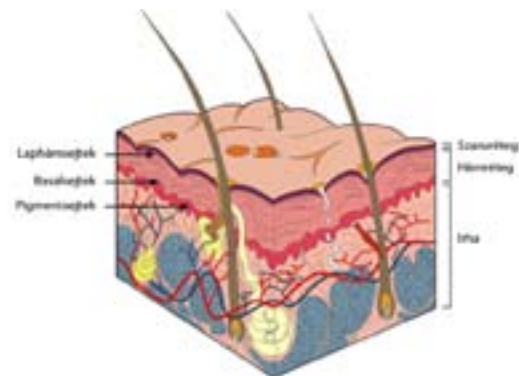
A szembe belépő fény áthatol a szaruhártyán és a csarnokvízen, majd egy változó méretű nyíláson (pupilla), a szemlencsén és az üvegtesten, majd a regehártyán megtörténik a fókuszálás. A szemideg a regehártya fotoreceptoraitól jeleket továbbít az agyba.

B2. ábra – A különböző hullámhosszú sugárzások behatolása a szembe



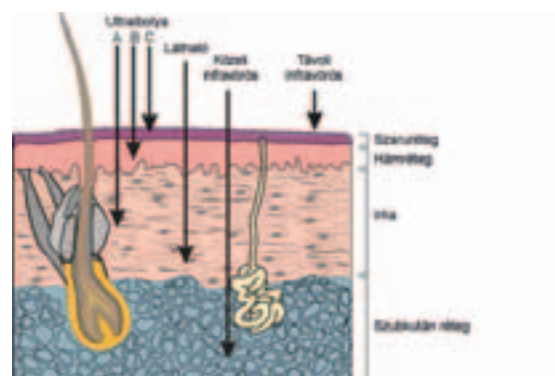
B.2. A bőr

B3. ábra – A bőr szerkezete



A bőr külső rétege (hámréteg) jobbra laphámsejteket tartalmaz, amelyek a basálrétegben keletkeznek, majd a felszínre kerülve lehámlanak. Az irha jobbra kötőszövetből áll; itt található tovább az idegvégződések, az izzadásmirigyek, a szőrtüszők és a véredények.

B4. ábra – A különböző hullámhosszú sugárzások behatolása a bőrbe



B.3. A különböző hullámhosszú sugárzások szemre és bőrre gyakorolt biológiai hatásai

B.3.1. Ultraibolya sugárzás: UV-C (100–280 nm); UV-B (280–315 nm); UV-A (315–400 nm)

A bőrre gyakorolt hatás

Az ultraibolya sugárzást (UV-R) a legtöbb esetben elnyeli a felhám, bár a behatolás mértéke az UV-A hullámhosszak hosszabbodásával jelentős mértékben nő.

Az UV sugárzásnak való túlzott mértékű, rövid időtartamú expozíció bőrpírt okoz – a bőr kivörösödik és megdagad. A tünetek súlyosak is lehetnek; a legerősebb hatás az expozíció után 8–24 órával jelentkezik, 3–4 napig tart, majd a bőr kiszárad és lehámlik. Ezt követheti a bőr pigmentációjának erősödése. Az UV-A sugárzásnak való expozíció emellett okozhat azonnali, bár ideiglenes elváltozást a bőr pigmentációjában (azonnali pigmentsötétedés).

Vannak, akiknél az UV sugárzásnak való expozíció a szokástól eltérő bőrreakciót vált ki (fényérzékenység); ennek lehet genetikai vagy metabolikus oka, kiválthatja egyéb rendellenesség, valamint okozhatja bizonyos gyógyszerek fogyasztása vagy vegyi anyagokkal való érintkezése.

Az UV sugárzás legsúlyosabb hosszú távú következménye a bőrrák. A nem melanóma típusú bőrrákok a basalsejtek és a laphámsejtek rákbetegségei. Fehér emberek esetében viszonylag gyakoriak, bár ritkán halálos kimenetelűek. A legtöbb esetben a test napnak kitett részein (arc, kéz) jelennek meg; előfordulásuk gyakorisága a korrallal emelkedik. A bőrgyógyászati tanulmányok eredményei azt mutatják, hogy a bőrrák mindkét típusának kockázata kapcsolatba hozható az UV sugárzásnak való kumulatív expozícióval, különösképpen hámsejtek rákbetegségeinek esetében. A rosszindulatú melanóma a bőrrák okozta halálesetek leggyakoribb kiváltó oka, annak ellenére, hogy előfordulási gyakorisága kisebb mint a nem melanóma típusú bőrrákoké. Nagyobb számban fordul elő olyan személyeknél, akiknek a bőrén nagy számú anyajegy található, a világos bőrűeknél, vörös vagy szőke hajúaknál, azoknál, akik hajlamosak a szeplősödésre, a leégésre, valamint arra, hogy a napnak való expozíció hatására bőrük nem barnul. A napnak való kitettség okozta akut leégések, a krónikus munkahelyi és rekreációs

célú expozíció növelhetik a rosszindulatú melanóma kialakulásának kockázatát.

Az UV sugárzásnak való krónikus kitettség kiválthatja a bőr elöregedését, amelyre jellemző a ráncosság és a rugalmasság elvesztése. Az UV-A hullámhosszú sugárzások a leghatásosabbak, mivel be tudnak hatolni az irha kollagén- és elasztinrostjaiba. Arra is van bizonyíték, hogy az UV sugárzásnak való expozíció hatással lehet az immunreakciókra.

A UV sugárzásnak való expozíció legjelentősebb ismert előnyös hatása a D-vitamin szintézise, azonban a mindennapi élet során a napfénynek való rövid időtartamú expozíciók hatására is elegendő D-vitamin termelődik (amennyiben az élelmiszerek útján történő bevitel nem elegendő).

A szemre gyakorolt hatás

A szemet érő UV sugárzást a szaruhártya és a lencse nyeli el. A szaruhártya és a kötőhártya a 300 nm-nél kisebb hullámhosszú sugárzásokat képes nagymértékben elnyelni. Az UV-C sugárzást a szaruhártya felső rétegei, az UV-B sugárzást a szaruhártya és a lencse nyeli el. Az UV-A sugárzás áthatol a szaruhártyán, és a lencse nyeli el.

Az emberi szem az UV sugárzásnak való akut túlzott mértékű expozícióra többek között hóvaksággal és kötőhártya-gyulladással reagál (az előbbi a szaruhártya, az utóbbi a kötőhártya gyulladása). A tünetek – melyek az enyhe irritációtól, a fényérzékenységtől és a könnyezésztől az erős fájdalomig terjedhetnek – az expozíció intenzitásától függően 30 perctől egy napig terjedő időszakon belül jelennek meg, és általában pár nap alatt megszűnnek.

Az UV-A és UV-B sugárzásnak való krónikus expozíció a szemlencsében bekövetkező fehérjeelváltozások miatt hályogot okozhatnak. Az esetek többségében a recehártyához az UV sugárzás igen kis része (kevesebb mint 1% UV-A) jut el, mivel a szem elöl elhelyezkedő szövetei elnyelik. Azonban vannak személyek, akik hályogműtéten estek át, és mesterséges szemlencsájuk van. Az ő esetükben – amennyiben nem olyan mesterséges beültetett lencsájuk van, amely elnyeli az UV sugárzást – a recehártyát károsíthatja a szembe belépő UV sugárzás (300 nm hullámhossznál). A károsodást fotokémiai úton okozzák szabadgyökök, amelyek megtámadják a recehártya sejtjeinek szerkezetét. A recehártyát az akut

károsodással szemben általában a látható fény által kiváltott, az elkerülést szolgáló, nem akaratlagos reakciók védik, azonban az UV sugárzás nem vált ki ilyen reakciókat: ezért az olyan személyek esetében, akiknek a szemlencséje nem nyeli el az UV sugárzást, az UV sugárzást kibocsátó forrásokkal való munkavégzés során magasabb a recehártya-károsodás kockázata.

Az UV sugárzásnak való krónikus expozíció az egyik leggyakoribb kiváltója a szaruhártya és a kötőhártya rendellenességeinek, mint amilyen például a klíma keratopátia (a kötőhártyán és a szaruhártyán sárga/barna lerakódások jelennek meg), a kúszóhártya (szövetmegvastagodás, amely a szaruhártyára is kiterjedhet) és esetlegesen a pinguecula (progresszív sárga színű sérülés a kötőhártyán).

B.3.2. Látható sugárzás

A bőrre gyakorolt hatás

A látható sugárzás (fény) belép a bőrbe, és a helyi hőmérsékletet olyan mértékben megemelheti, hogy égést okozhat. A fokozatos hőmérséklet-emelkedéshez a test a hőt elvezető véráramlás fokozásával és izzadással alkalmazkodik. Amennyiben a besugárzás nem elegendő akut égés kiváltásához (10 s vagy kevesebb), a kitett személy számára védelmet biztosítanak a hőre adott, az elkerülést szolgáló természetes reakciók.

A hosszú időtartamú expozíció esetében a legfontosabb káros hatás a test megemelkedett maghőmérsékletéből eredő hőterhelés. Jóllehet az irányelv erről nem tesz explicit említést, mérlegelni kell a környezet hőmérsékletét és a munkaterhet.

A szemre gyakorolt hatások

Mivel a szemnek az a funkciója, hogy összegyűjtse és fókuszálja a látható sugárzást, a recehártya nagyobb veszélynek van kitéve, mint a bőr. Ha a munkavállaló erős fényforrásba tekint, az recehártya-károsodáshoz vezethet. Ha a sérülés a látógödörben alakul ki (például ha valaki közvetlenül egy lézersugár mentén néz egy pontra), súlyos látássérülések alakulhatnak ki. Természetes védekezés többek közt az erős fény elkerülése (az elkerülő reakció körülbelül 0,25 másodpercen belül lép működésbe; a pupilla összehúzódik és a recehártyát érő besugárzott felületi teljesítményt körülbelül harmincad-

jára képes csökkenteni, valamint a fej is elfordulhat nem akaratlagos módon).

A recehártya hőmérséklete 10–20 °C-kal történő emelkedése a fehérjék denaturációja következtében visszafordíthatatlan károsodásokhoz vezethet. Amennyiben a sugárzás forrása a látómező nagy területét foglalja el – tehát a recehártyán képződő kép nagyméretű – a kép középső részén található recehártya-sejtek nehezen képesek a hő gyors leadására.

A látható sugárzás ugyanolyan típusú, fotokémiai úton kiváltott károsodást okozhat, mint az UV sugárzás (bár a látható hullámhosszak esetében az erős fény elkerülése védelmi mechanizmusként szolgálhat). Ez a hatás a 435–440 nm hullámhosszú sugárzás esetében a legerősebb, ezért gyakran „kékfény-veszély”-nek nevezik. A látható fény magas környezeti szintjének való krónikus expozíció okozhatja a recehártya sejtjeinek fotokémiai károsodását, amelynek következtében romlik a színlátás és az éjszakai látás.

Amikor a sugárzás alapvetően párhuzamos sugár (azaz a távoli forráshoz képest kevésbé divergáló sugárzás vagy lézersugárzás) formájában lép be a szembe), a recehártyán kis felületű kép jön létre, amely igen nagyméretben fókuszálja a teljesítményt, és súlyos károsodást okoz. Ez a fókuszáló folyamat elméletben a szemet érő besugárzott felületi teljesítményhez képest akár 500 000-szeresére is növelheti a recehártyát érő besugárzott felületi teljesítményt. Ezekben az esetekben a fényesség mértéke minden ismert természetes és mesterséges fényforrását meghaladhatja. A lézer által kiváltott sérülések a legtöbb esetben égések: a pulzáló, a felső pontjukon nagy teljesítményű lézerek olyan gyors hőmérsékletemelkedést válthatnak ki, hogy a sejtek gyakorlatilag felrobbannak.

B.3.3. IR-A

A bőrre gyakorolt hatás

Az IR-A sugárzás több milliméter mélyen képes behatolni a szövetbe, azaz egészen az irháig. A látható sugárzáséhoz hasonló hőhatásokat képes kiváltani.

A szemre gyakorolt hatások

A látható sugárzáshoz hasonlóan az IR-A sugárzást is a szaruhártya fókuszálja, majd a sugárzás továbbhalad

a recehártyára. Ott a látható sugárzás által okozott sérülésekhez hasonló hőkárosodást okozhat. Azonban a recehártya nem érzékeli az IR-A sugárzást, ezért az elkerülést szolgáló természetes reakciók nem szolgálnak védelemmel. A 380 nm-től 1400 nm-ig terjedő hullámhossztartományt (látható és IR-A sugárzás) másik elnevezése: a recehártya sérülésének veszélyességi tartománya.

Az IR-A sugárzásnak való krónikus expozíció hályogot is okozhat.

Az IR-A sugárzás esetében a fotonok nem rendelkeznek elegendő energiával ahhoz, hogy fotokémiai úton kiváltott károsodás kockázatát jelentsék.

B.3.4. IR-B

A bőrre gyakorolt hatás

Az IR-B sugárzás kevesebb, mint 1 mm mélyen hatol be a szövetbe. A látható sugárzáséhoz és az IR-A sugárzáséhoz hasonló hőhatásokat képes kiváltani.

A szemre gyakorolt hatások

A körülbelül 1400 nm hullámhossznál a csarnokvíz igen nagy mértékben elnyeli a sugárzást; a hosszabb hullámhosszú sugárzást az üvegtest árnyékolja, így a recehártya védelme biztosítva van. A csarnokvíz és a szivárványhártya felmelegedése a környező szövetek hőmérsékletét is megemelheti, így a lencséét is, amelyben nincsenek erek, és így nem képes szabályozni hőmérsékletét.

Ez, valamint az IR-B sugárzás lencse általi közvetlen elnyelése hályog kialakulásához vezethet, amely bizonyos csoportok (például az üvegfúvók és a lánckészítők esetében volt gyakori munkahelyi betegség).

B.3.5. IR-C

A bőrre gyakorolt hatás

Az IR-C csupán a legfelsőbb rétegbe, az elhalt bőrsejtek rétegébe (szaruréteg) hatol be. Az erős lézerek, amelyek képesek arra, hogy a felső réteget eltávolítsák, és károsítsák az alatta elhelyezkedő szöveteket, az IR-C tartományban a legsúlyosabb akut veszélyt jelentik. A károsodási mechanizmus általában hőkárosodás, de a felső pontjukon nagy teljesítményű lézerek mechanikai/akusztikai károsodást is okozhatnak.

A látható fényhez hasonlóan az IR-A és az IR-B hullámhosszak esetében tekintetbe kell venni a hőterhelésből és a test megemelkedett maghőmérsékletéből adódó kényelmetlenséget.

A szemre gyakorolt hatások

Az IR-C sugárzást a szaruhártya nyeli el, ezért a fő veszély a szaruhártya égési károsodása. A hőhatás következtében a szem közelében elhelyezkedő részekben megemelkedhet a hőmérséklet, de e folyamatra hatással van a (párolgással és pislogással bekövetkező) hőveszteség, valamint (a testhőmérséklet okozta) a hőmérséklet-emelkedés.

C. FÜGGELÉK – A mesterséges optikai sugárzás mennyiségei és mértékegységei

Ahogy arra „Az optikai sugárzás jellege” című fejezetben rámutattunk, az optikai sugárzás hatásait a sugárzás energiája és a sugárzás mennyisége határozza meg. Az optikai sugárzás többféle módon mérhető; az irányelvben használt módszerek rövid összefoglalását lásd alább.

C.1. A legfontosabb mértékegységek

C.1.1. Hullámhossz

Az optikai sugárzás jellegzetes hullámhossza. Mértékegységei a méter hányadosai; általában a nanométer (nm), amely egy milliméter egymilliomod része. Hosszabb hullámhosszak esetében gyakran praktikusabb a mikrométer (μm) használata. Egy mikrométer 1000 nanométer.

Az optikai sugárzás vizsgált forrásai sok esetben igen sok hullámhosszon bocsátanak ki fotonokat.

Egyenletekben a hullámhossz jele a λ (lambda).

C.1.2. Energia

Mértékegysége a joule (J). Vonatkozhat az egyes fotonok energiájára (amely összefüggésben áll a foton hullámhosszával). Mutathatja továbbá az adott mennyiségű foton, például egy lézerimpulzus energiáját.

Az energia jele: Q.

C.1.3. Egyéb hasznos mértékegységek

Nyílásszög

Egy tárgy (általában az optikai sugárzás egy forrása) bizonyos pontról nézve (általában arról a pontról, ahol

a méréseket végzik) látható szélessége. A tárgy tényleges szélessége és a tárgy távolságának hányadosa. Fontos, hogy a két érték mértékegysége azonos legyen. E mértékegységtől függetlenül az eredmény (a nyílásszög) mértékegysége a radián (r).

Amennyiben a tárgy a szemlélőhöz viszonyítva egy bizonyos szögben helyezkedik el, a nyílásszöget meg kell szorozni a szög koszinuszával.

A nyílásszöget az irányelvben az α (alfa) jelöli.

Nyílástérszög

A nyílásszög háromdimenziós megfelelője. A tárgy területét elosztjuk a távolság négyzetével. Ha a szemlélő nem a tengelyen helyezkedik el, ebben az esetben is a betekintési szög koszinuszával korrigálható az érték. Mértékegysége a szteradián (sr), jele az ω (omega).

A sugár divergenciája

A szög, amellyel az optikai sugárzás széttart, ahogy a forrástól távolodik. Kiszámításának módja: a sugár szélességének két ponton mért értékének különbsége és a két pont közti távolság hányadosa. Mértékegysége a radián.

C.1.4. Az expozíciós határértékek mértékegységei

Sugárzott teljesítmény

A teljesítmény itt az a sebesség, amellyel az energia egy térbeli ponton áthalad. Mértékegysége a watt (W); 1 watt 1 joule/másodperc. Jele: Φ (fi).

A „teljesítmény” kifejezés vonatkozhat egy meghatározott optikai sugárra is, amely esetben gyakran CW

teljesítménynek nevezik. Egy 1 mW teljesítményű CW lézer például másodpercenként 1 mJ összenergiájú fotonmennyiséget bocsát ki.

A teljesítmény használható az optikai sugárzás egy impulzusának leírására is. Ha például a lézer 1 másodpercben 1 mJ energiát tartalmazó diszkrét impulzust bocsát ki, az impulzus teljesítménye 1 W. Ha az impulzus kibocsátása rövidebb idő alatt, például 1 μ s alatt történik, a teljesítmény 1000 W.

Besugárzott felületi teljesítmény

A besugárzott felületi teljesítmény az a sebesség, amellyel az energia egy adott helyen egy egységnyi területet ér. Ezért függ az optikai sugárzás teljesítményétől, valamint attól, hogy a sugár mekkora területen éri a felületet. Kiszámítása: a teljesítmény és a terület hányadosa; az egységek a watt/négyzetméter ($W m^{-2}$) sokszorosai lesznek. Jele: E.

Besugárzottság

A besugárzottság az az energiamennyiség, amely egy adott helyen egy egységnyi felületre érkezik. A $W m^{-2}$ -ben megadott besugárzott felületi teljesítmény és a másodpercben megadott expozíciós időtartam szorzata. Mértékegysége a joule/négyzetméter ($J m^{-2}$). Jele: H.

Sugársűrűség

A sugársűrűség azt fejezi ki, hogy egy optikai sugár milyen mértékben koncentrált. Kiszámolható az adott hely besugárzott felületi teljesítménye és a forrás ugyanezen helyről látszó térszögének hányadosaként. Mértékegysége a watt/négyzetméter/szteradián ($W m^{-2} sr^{-1}$). Jele: L.

C.1.5. Spektrális és szélessávú mértékegységek

Abban az esetben, ha az optikai sugárzás forrása (például a lézer) kizárólag egy hullámhosszon bocsát ki sugárzást (pl. 633 nm-en), az említett mennyiségek természetesen csupán az adott hullámhosszú sugárzás leírásai lesznek. Például: $\Phi = 5 mW$.

Abban az esetben, ha egynél több hullámhossz van jelen, minden egyes diszkrét hullámhossznak meglesznek a maga értékei. Egy lézer teljesítménye például 633 nm hullámhossznál lehet 3 mW, 1523 nm-nél pedig 1 mW. Ez a forrás

teljesítményének spektrális megoszlása (gyakran alkalmazott jele: Φ_λ). Erre a lézerre a $\Phi = 4 mW$ állítás is igaz – ez a teljes sugárzott teljesítmény (az érték szélessávú érték).

A szélessávú adatok kiszámítása a kérdéses hullámhossztartomány spektrális adatai alapján történik.

C.1.6. Radiometriai mértékegységek és effektív mértékegységek

A fent tárgyalt mértékegységek kivétel nélkül radiometriai mértékegységek. A radiometriai adatok a sugárzást teret számszerűsítik, és annak bizonyos jellegzetességeit írják le. A sugárzásnak kitett biológiai célpontokra gyakorolt hatását nem feltétlenül írják le. Például 270 nm-en az $1 W m^{-2}$ besugárzott felületi teljesítmény veszélyesebb a recehártyára, mint ugyanez a teljesítmény 400 nm-en. Amennyiben a biológia hatásokra vonatkozó információra van szükség, az effektív mennyiségek használandók. Számos expozíciós határértéket effektív mennyiségben fejeznek ki, mivel céljuk a biológiai hatások elkerülésének segítése.

Effektív mennyiségek kizárólag abban az esetben léteznek, ha a tudósok rendelkeznek bizonyos elgondolással arról, hogy az adott hullámhossz függvényében hogyan változik egy adott hatás kapacitása. Például a hóvakság kiváltása tekintetében a sugárzás hatékonysága 250 nm-ről 270 nm-ig emelkedik, majd 400 nm-ig hirtelen csökken. Amennyiben ismert a relatív spektrális hatékonyság, gyakran jelölik azt egy adott szimbólummal (pl. S_λ , B_λ , R_λ). Ezek sorrendben a hóvakság/bőrpír, a recehártya fotokémiai károsodása és a recehártya hőkárosodásának kiváltására vonatkozó relatív spektrális hatékonyságot mutatják.

A relatív spektrális hatékonyság értékeivel szorozhatók a spektrális radiometriai adatok: így kiszámíthatók az effektív spektrális adatok. Ezen effektív adatok összeadásával kiszámítható a szélessávú effektív mennyiség, amelyet sokszor a felhasznált spektrális hatékonysági értékeket jelző alsó indexszel látnak el. Az L_b például a szélessávú sugárzást értéket (L) jelöli, amelynek spektrális súlyozása a B_λ spektrális súlyozási értékek alkalmazásával történt.

C.1.7. Fénysűrűség

A fent említett biológiailag effektív mennyiségek egyike a fénysűrűség. Bár nem használatos minden expozíciós

határérték esetében, igen hasznos a szélessávú fehér-fény-források retina-károsodást kiváltó potenciáljának előzetes értékelése.

A fénysűrűség jele: L_v , mértékegysége a candela/négyzetméter (cd m^{-2}). Az általa leírt biológiai hatás a fényerősség, ahogy azt a nappali fényhez hozzászokott szem

érezkeli, és kapcsolatban áll a megvilágítással (E_v , mértékegysége: lux), amelyet a világítástechnikai mérnökök jól ismernek.

Az összefüggés: $L_v = E_v/\omega$. A fénysűrűség egyszerűen kiszámítható a forrásból a felületet érő megvilágításból, a forrás távolságából és a forrás méreteiből.

D. FÜGGELÉK – Kidolgozott példák

D.1. Iroda

Az alábbi példák a mesterséges sugárzás legtöbb (vagy számos) munkahelyen megtalálható, igen gyakori forrásainak több fajtáját tárgyalják.

Az ezekből az egyszerű forrásokból eredő kockázat értékelése ugyanazon megközelítés alapján történt. A megközelítés részletesebb leírását lásd lent; a példák a megközelítést nagy vonalakban szemléltetik.

D.1.1. Az általános módszer

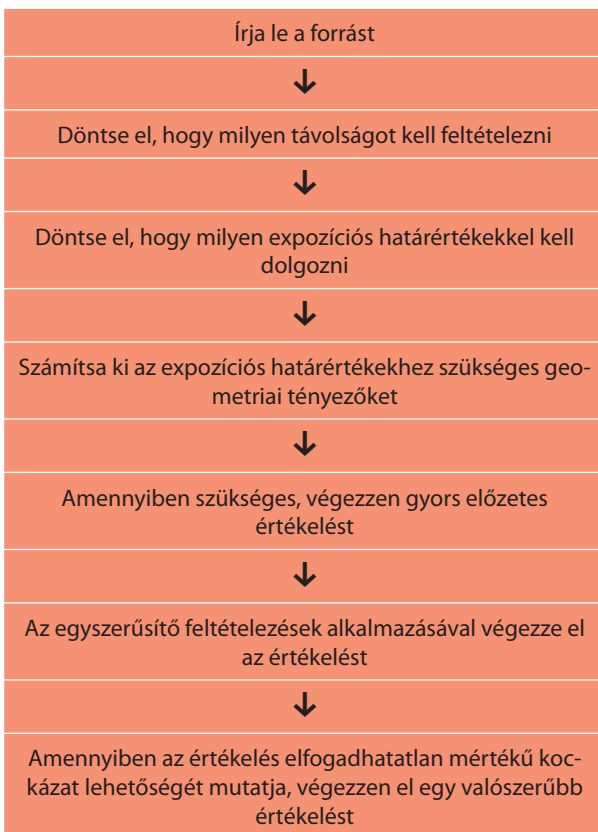
Az általános módszer az EN 62471 (2008)-ra alapul, de ahol lehetséges, egyszerűsítő feltételezéseket alkalmaz, amelyek a recehártya sérüléseivel kapcsolatos veszélyek szempontjából a túlzott biztonság irányában tévednek. Az alább megadott magyarázat igen részletes, mivel célja, hogy a később megadott példák mindegyikére alkalmazható legyen. A kockázatértékelés több lépésben történik.

Először írja le a forrást, és adja meg annak méreteit. E méretek abban az esetben szükségesek, ha a forrás látható vagy az IR-A tartományban bocsát ki sugárzást.

Döntse el, hogy a kockázatértékelést milyen távolságban végzi el. A mérési távolságot úgy kell meghatározni, hogy realista – akár kissé pesszimista – módon mutassa azt, hogy egy személy milyen közel kerülhet a forráshoz; nem az elképzelhető legkisebb távolságot kell megadni.

Az expozíciós határértékek kiválasztása

Melyik a megfelelő expozíciós határérték? Az elképzelhető legrosszabb expozíciót alapul véve (vagyis azt az esetet, amikor egy személy 8 órán keresztül néz bele a forrásba), és az irányelv 1.1. táblázatára hivatkozva:



Index	Hullámhossz (nm)	Mértékegység	Testrész	Veszély	Megfelelőség	
a	180–400 (UV-A, UV-B, UV-C)	$J m^{-2}$	szaruhártya kötőhártya lencsék bőr	hóvakág kötőhártya-gyulladás szürkehályog bőrpír a bőr rugalmatlanná válása bőrrák	Igen, amennyiben a forrás UV sugárzást bocsát ki	
b	315–400 (UV-A)	$J m^{-2}$	szemlencse	szürkehályog	Igen, amennyiben a forrás UV sugárzást bocsát ki	
c	300–700 (kék fény) (ahol $\alpha \geq 11$ mrad és $t \leq 10000$ s)	$W m^{-2} sr^{-1}$	szem recehártya	recehártya-gyulladás	nem, a legrosszabb eset a leghosszabb expozíció	
d	300–700 (kék fény) (ahol $\alpha \geq 11$ mrad és $t > 10000$ s)	$W m^{-2} sr^{-1}$			Igen, amennyiben a forrás a látható tartományban bocsát ki fényt. A határérték a legrosszabb, 8 órás expozícióra vonatkozik.	
e	300–700 (kék fény) (ahol $\alpha < 11$ mrad és $t \leq 10000$ s)	$W m^{-2}$			Nem gyakran; a gyakori források általában igen nagyméretűek.	
f	300–700 (kék fény) (ahol $\alpha < 11$ mrad és $t > 10000$ s)	$W m^{-2}$				
g	380–1400 (látható és IR-A) (ahol $t > 10$ s)	$W m^{-2} sr^{-1}$	szem-recehártya	recehártya égési sérülése	Igen, amennyiben a forrás a látható tartományban bocsát ki fényt. A határérték a legrosszabb, 8 órás expozícióra vonatkozik.	
h	380–1400 (látható és IR-A) (ahol t : 10 μ s-tól 10 s-ig)	$W m^{-2} sr^{-1}$			Nem, a legrosszabb eset a leghosszabb expozíció	
i	380–1400 (látható és IR-A) (ahol $t < 10 \mu$ s)	$W m^{-2} sr^{-1}$				
j	780–1400 (IR-A) (ahol $t > 10$ s)	$W m^{-2} sr^{-1}$	szem-recehártya	recehártya égési sérülése	Nem gyakran; a gyakori források általában látható sugárzást bocsátanak ki, ezért a g , h és i határértékek megfelelőbbek.	
k	780–1400 (IR-A) (ahol t : 10 μ s-tól 10 s-ig)	$W m^{-2} sr^{-1}$				
l	780–1400 (IR-A) (ahol $t < 10 \mu$ s)	$W m^{-2} sr^{-1}$				
m	780–1400 (IR-A, IR-B) (ahol $t \leq 1000$ s)	$W m^{-2}$	szem-szaruhártya lencsék	szaruhártya égési sérülése		
n	780–3000 (IR-A, IR-B) (ahol $t > 1000$ s)	$W m^{-2}$				
o	380–3000 (látható, IR-A, IR-B)	$J m^{-2}$	bőr	égési sérülés	Nem gyakran, mivel csak a nagy teljesítményű, hőtermelő ipari források esetében probléma.	

Ezért általában az **a** és **b** expozíciós határérték alkalmazandó (ha a forrás UV sugárzást bocsát ki), és/vagy a **d** és **g** határértékek (ha a forrás látható és IR-A sugárzást bocsát ki).

Rendkívüli esetekben más expozíciós határértékek alkalmazandók: például a **c** expozíciós határérték, ha a **d** expozíciós határérték túllépése valószínűleg megtörténik, vagy a **h** határérték, ha a **g** expozíciós határérték túllépése valószínűleg megtörténik. Az ilyen esetek kizárólag a kockázatértékelési folyamat előrehaladásával lesznek nyilvánvalóak.

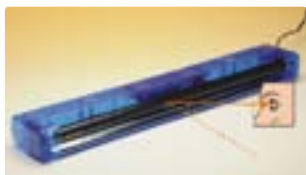
Ezek az expozíciós határértékek a $S(\lambda)$, a $B(\lambda)$ és az $R(\lambda)$ spektrális súlyozó függvények használatával kerültek meghatározásra. E tényezők magyarázatát lásd az 5.2. pontban. Használatukhoz spektrális adatok szükségesek.

Geometriai tényezők

Amennyiben a forrás látható és/vagy IR sugárzást bocsát ki, a megfelelő expozíciós határértékek és a radiometriai adatok kiszámítandó geometriai tényezőktől függenek. E tényezők egy részét definiálja az irányelv, mások magyarázata az EN 62471 (2008) szabványban található. Amennyiben a forrás kizárólag UV sugárzást bocsát ki, e tényezők nem relevánsak.

A geometriai tényezők a következők:

- θ (a forrás felületére merőleges vonalon és a méréshez használt nézet irányvonala által bezárt szög), (lásd a jobb oldali ábrát),
- Z (a forrás átlagos mérete),
- α (a forrás által bezárt szög),
- C_a (az α -tól függő tényező),
- ω (a forrás által bezárt térszög).



Bármely tényező kiszámítása előtt fontos tekintetbe venni, hogy a forrás térben viszonylag homogén mezőt bocsát-e ki. Ha a forrás homogén, minden méret (hosszúság, szélesség stb.) vonatkoztatható a forrás teljes területére. Ha a forrás egyértelműen nem homogén (például egy gyenge tükröző felület elé helyezett erős fényű lámpa), e méreteket kizárólag a legfényesebb területre kell vonatkoztatni. Ha a forrás egy vagy több egyforma kibocsátóból áll, mindegyik tekinthető különálló forrásnak, amely a mért kibocsátás arányos mértékét okozza.

A Z kiszámítása:

a forrás látható hossza, $l = \text{tényleges hossz} \times \cos\theta$

a forrás látható szélessége, $w = \text{tényleges szélesség} \times \cos\theta$

a Z az l és a w átlaga

Megjegyzés:

- ha a forrást felületére merőlegesen nézzük, $\cos\theta = 1$
- ha a forrás kör alakú, és 90° -ban nézzük, Z egyenlő az átmérővel

A forrás látható felülete, A, egyenlő:

tényleges terület $\times \cos\theta$ (kör alakú forrás esetében), vagy

$l \times w$ egyéb források esetében

Ha a forrás távolsága $= r$, és minden méret ugyanabban a mértékegységben megadva szerepel:

$\alpha = Z/r$, radiánban (rad)

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

A C_a az α -ra alapul, és kizárólag a recehártya hőkárosodásának veszélyére vonatkozó expozíciós határérték kiszámítására használatos. Mivel az itt bemutatott értékelések mindegyike az alábbiakban kifejtett egyszerűsítő feltételezéseken alapul, a C_a értéke nem kerül kiszámításra.

Előzetes értékelés

Az expozíciós határértékeket definiáló szerv (ICNIRP) szerint nem szükséges teljes körű spektrális értékelést végezni a „fehér fényű” általános világítóforrások kiváltotta, a recehártýára gyakorolt veszélyről, ha a forrás fény-sűrűsége $< 10^4 \text{ cd m}^{-2}$. Ebbe a kategóriába tartozik minden szűrő nélküli izzólámpa, fluoreszcens lámpa és ívlámpa.

Ez az útmutatásul szolgáló határérték *nem* alkalmas az ultraibolya sugárzás okozta kockázatok értékelésére. Használható azonban annak eldöntésére, hogy van-e szükség a látható és IR sugárzás okozta kockázat teljes körű értékelésére.

Az útmutatásul szolgáló határérték alkalmazásához a 380–760 nm-es sugárzás spektrális besugárzott felületi teljesítménye súlyozható a CIE által meghatározott, a világosság-hoz hozzácsokott szemre és jó megvilágításra vonatkozó spektrális hatásfok függvényével, $V(\lambda)$, majd összeadással megkapható az effektív besugárzott felületi teljesítmény, E_v értéke. Ennek mértékegysége a W m^{-2} . Az érték megszorozható a fény hatásfokának állandójával (683 lm W^{-1}),

így kiszámítható a megvilágítás (lux-ban). A fénysűrűség a megvilágítás és a ω hányadosa.

Megjegyzendő azonban, hogy egy világítótest fénysűrűségének kiszámításához nem szükséges spektrális mérések elvégzése – az érték meghatározható bármely jól megtervezett és kalibrált, erre a célra szolgáló mérőeszközzel. Az előzetes értékelés így gyorsan és egyszerűen elvégezhető.

Szükséges adatok

Általában elmondható, hogy szükséges lesz olyan adatok megadása, amelyek az összes alkalmazandó expozíciós határérték teljes spektrális tartományát lefedik. A legrosszabb esetben ez a 180 nm-től 1400 nm-ig terjedő tartományra vonatkozó adatokat jelenthet.

A spektrális tartomány, amelyre vonatkozólag adatokra van szükség, csökkenthető. Ez egyértelmű abban az esetben, ha egy adott expozíciós határérték nem vonatkozik a forrásra: ha egy forrás nem bocsát ki UV sugárzást, kizárólag a 400 nm-től 1400 nm-ig terjedő sugárzásra vonatkozó adatokra van szükség.

Az is lehetséges, hogy egy adott forrásról ismeretes, hogy egy adott spektrális tartományban zéró a kibocsátása. Például:

- A LED-ek gyakran igen keskeny hullámhossztartományba tartozó sugárzást bocsátanak ki. Egy zöld LED értékelése esetén elegendő a körülbelül 400 nm-től a körülbelül 600 nm-ig terjedő tartományt vizsgálni, mivel feltételezhető, hogy az ezen kívüli tartományra vonatkozó számadatok értéke nulla.
- A 254 nm alatti hullámhosszú sugárzást kibocsátó források igen ritkák, és a legtöbb munkahelyen nem fordulnak elő.
- Számos világítótestnek üvegburkolata van, amely megakadályozza a körülbelül 350 nm-nél alacsonyabb hullámhosszú sugárzás kijutását.
- Az izzólámpák kivételével a legtöbb gyakori forrás IR sugárzása általában elhanyagolható.

Mindenesetre ha megtörtént az adatok spektrális tartományának meghatározása, be kell szerezni az adatokat (mérés útján vagy egyéb módszerekkel). A leghasznosabb adat a spektrális besugárzott felületi teljesítmény. Ezek az adatok az alkalmazandó expozíciós határértékeknek megfelelő ($S(\lambda)$, $B(\lambda)$, $R(\lambda)$ és esetleg $V(\lambda)$) függvények

használatával súlyozhatók. A súlyozott adatokat ezután össze kell adni.

Egyszerűsítő feltételezések

E feltételezések célja a látható spektrális tartományban végzett mérési és értékelési folyamat egyszerűsítése. Nem szükségesek abban az esetben, ha az egyetlen vizsgált veszély az UV sugárzásból származik.

A spektrális besugárzott felületi teljesítményt minden esetben megfelelő készülékkel kell elvégezni: a recehártyára vonatkozó expozíciós határértékek esetében az eszköz mérési látómezejének a γ egyedi értékeire kell korlátozódnia (a várható expozíciós időtartam függvényében). A **d** expozíciós határérték esetében ez a várható expozíciós időtartam 8 óra. A **g** expozíciós határérték esetében a maximális expozíciós időtartam, amelyet tekintetbe kell venni, 10 óra, mivel a határérték ezen időtartam fölött már állandó.

Az irányelv 2.5. táblázata tartalmazza a γ értékeit:

- $\gamma = 110$ mrad a recehártya fotokémiai károsodásának veszélyére vonatkozó expozíciós határérték esetén (azaz: **d** határérték 10 000 s expozíciós időtartamnál).
- $\gamma = 11$ mrad a recehártyára hőkárosodási veszélyére vonatkozó expozíciós határérték esetén (azaz: **g** határérték 10 s expozíciós időtartamnál).

Úgy tűnhet, hogy ezek a látómezővel kapcsolatos követelmények számos méréssort tesznek kötelezővé. Azonban, ha a tényleges forrás γ -nál nagyobb szöget zár be, a korlátlan látómezővel történő mérés során magasabb lesz a besugárzott felületi teljesítmény, így a kockázatértékelés a túlzott óvatosság irányában téved majd. Ez lehetővé teszi, hogy minden számítást egyetlen, a korlátlan látómezőre alapuló mérési adatsor alapján végezzünk el.

A sugársűrűség kiszámítható a besugárzott felületi teljesítmény adataiból: a besugárzott felületi teljesítmény és a térszög hányadosa. Ez a térszög az ω tényleges értéke, vagy a γ alapján kiszámolt érték (amelyik a magasabb).

- A **d** expozíciós határérték esetében a látómezőnek $\gamma = 110$ mrad-nak kellett lennie, amely megfelel a 0,01 sr térszögnek.
- A **d** expozíciós határérték esetében a látómezőnek $\gamma = 11$ mrad-nak kellett lennie, amely megfelel a 0,0001 sr térszögnek.

Az alábbi példákban az értékek jelölése a következő:
$\omega =$ a forrás által bezárt térszög
$\omega_B = 0,01$ sr vagy ω (a nagyobb érték)
$\omega_R = 0,0001$ sr vagy ω (a nagyobb érték)

Ezek az egyszerűsítő feltételezések a γ -nál nagyobb nem homogén források esetében természetellenesen magas eredményekhez vezetnek. Egy ilyen forrás értékelése során, amennyiben úgy tűnik, hogy az expozíciós határérték átlépése megtörtént, ajánlatos megismételni a mérést úgy, hogy a látómezőt a γ megfelelő értékére csökkenti.

Összevetés expozíciós határértékekkel

a határérték
Az expozíciós határérték: $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$
Ha az effektív besugárzott felületi teljesítmény, E_{eff} , mértékegysége W m^{-2} , a legnagyobb megengedett expozíciós határérték (maximum permissible exposure, MPE) másodpercben megadva $= 30 \text{ J m}^{-2} / E_{\text{eff}}$.
<i>Ha ez > 8 óra, nem áll fenn annak kockázata, hogy r távolságnál megtörténik az expozíciós határérték túllépése.</i>
b határérték
Az expozíciós határérték: $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$
Ha az effektív besugárzott felületi teljesítmény, E_{UVA} , mértékegysége W m^{-2} , a legnagyobb megengedett expozíciós határérték (MPE) másodpercben megadva $= 10^4 \text{ J m}^{-2} / E_{\text{UVA}}$.
<i>Ha ez > 8 óra, nem áll fenn annak kockázata, hogy r távolságnál megtörténik az expozíciós határérték túllépése.</i>
d határérték
Az expozíciós határérték: $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$
<i>Ha az effektív sugársűrűség, L_g, alacsonyabb az expozíciós határértéknél, nem áll fenn az expozíciós határérték túllépésének veszélye. Ez minden távolságra érvényes, ha θ nem változik.</i>
g határérték
Az expozíciós határérték $2,8 \times 10^7 / C_a$. Ebben az esetben a C_a az α -tól függ. A leginkább korlátozó expozíciós határérték akkor alakul ki, ha $\alpha \geq 100$ mrad. Ebben az esetben $C_a = 100$ mrad és az expozíciós határérték $280,000 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$
<i>Ha az effektív sugársűrűség, L_g, alacsonyabb az expozíciós határértéknél, nem áll fenn az expozíciós határérték túllépésének veszélye. Ez minden távolságra érvényes, ha θ nem változik.</i>

Az expozíciós határértékek túllépése esetén

ICNIRP fénysűrűségi határérték
Ha a forrás fénysűrűsége meghaladja a 10^4 cd m^{-2} -et, az értékelést meg kell ismételni olyan megfelelő adatokkal, amelyek lehetővé teszik a d és g expozíciós határértékekkel történő összevetést.
a határérték
Ha az MPE időtartam < 8 óra, szükséges annak bizonyítása, hogy r-nél az egy személyre vonatkozó tényleges munkavégzési időtartam kevesebb az MPE időtartamnál.
b határérték
Ha az MPE időtartam < 8 óra, szükséges annak bizonyítása, hogy r-nél az egy személyre vonatkozó tényleges munkavégzési időtartam kevesebb az MPE időtartamnál. Ebben az esetben a munkavégzési időtartamba nem számít bele az az időtartam, amíg a munkavállaló az arcát nem a forrás felé fordítja.
Ha a forrás igen erős fényű, feltételezhető, hogy az elkerülő reakcióknak köszönhetően az egyes expozíciók időtartama 0,25 másodpercre korlátozódik.
d határérték
Ha L_b nagyobb, mint az expozíciós határérték, szükséges az MPE időtartam kiszámítása. Ez a c expozíciós határérték alapján történik.
A c expozíciós határidő $L_b \leq 10^6/t$. Ezért az MPE időtartam (másodpercben): $t_{\max} \leq 10^6/L_b$. Szükséges annak bizonyítása, hogy az egyénre vonatkozó tényleges, a látómezőben történő munkavégzés időtartama kevesebb, mint t_{\max} . Ebben az esetben a munkavégzési időtartamba nem számít bele az az időtartam, amíg a munkavállaló az arcát nem a forrás felé fordítja.
Ha a forrás igen erős fényű, feltételezhető, hogy az elkerülő reakcióknak köszönhetően az egyes expozíciók időtartama 0,25 másodpercre korlátozódik.
Az e expozíciós határérték is használható: a $\alpha = Z/r$ és $L_b = E_b/\omega$ egyenletek használhatók azon távolság kiszámítására, ahol $\alpha = 11 \text{ mrad}$. Ha ebben a távolságban vagy bármely nagyobb távolságban $E_b \leq 10 \text{ mW m}^{-2}$, akkor az adott ponton túl az expozíciós határértékek túllépése nem történik meg.
g határérték
Ha az L_R magasabb, mint az expozíciós határérték, lehetséges, hogy az expozíciós határérték túlságosan korlátozó volt: ha a forrás által bezárt szög $\alpha < 100 \text{ mrad}$, szükséges az expozíciós határérték újbóli kiszámítása.
Ha az L_R továbbra is nagyobb, mint az expozíciós határérték, szükséges az MPE időtartam kiszámítása. Ez a h expozíciós határérték alapján történik.
A h expozíciós határérték $L_R \leq 5 \times 10^7 / c_\alpha t^{0.25}$. Ezért az MPE időtartam (másodpercben): $t_{\max} \leq (5 \times 10^7 / c_\alpha L_R)^4$. Szükséges annak bizonyítása, hogy az egyénre vonatkozó tényleges, a látómezőben történő munkavégzés időtartama kevesebb, mint t_{\max} . Ebben az esetben a munkavégzési időtartamba nem számít bele az az időtartam, amíg a munkavállaló az arcát nem a forrás felé fordítja.
Ha a forrás igen erős fényű, feltételezhető, hogy az elkerülő reakcióknak köszönhetően az egyes expozíciók időtartama 0,25 másodpercre korlátozódik.

D.1.2. A példák formátuma

Az alábbi kidolgozott példák kifejtése a fenti lépések szerint történik. A példa azokban az esetekben is teljesen kidolgozott, amikor egyszerűsítő feltételezések kerültek alkalmazásra, azonban szürke mezőben láthatók azok a lépések, amelyek nem szükségesek abban az esetben, ha

a feltételezések elfogadásra kerülnek. Így szemléltethető az összes, kezdeti szakaszban alkalmazható feltételezés alkalmazhatósága.

A példák eredményeinek összefoglalása jelen függelék végén található.

D.1.3. Mennyezetre szerelt, ernyő mögött elhelyezkedő fluoreszcens fényforrások



3 X 36 W fluoreszcens, általános világítást nyújtó fényforrások, egy 57,5 cm X 117,5 cm méretű mennyezeti világítótestbe szerelve. A világító-

test része egy műanyag ernyő, amely teljes mértékben befedi a fényforrásokat. Így a forrás ésszerűen homogénnek tekinthető.

Az expozíciós határértékek kiválasztása

Ez a fényforrástípus nem bocsát ki jelentős mértékű infravörös sugárzást. A lehetséges veszélyek a látható vagy ultraibolya hullámhosszú sugárzásnak való expozícióból adódnak. A műanyag ernyő az ultraibolya sugárzást is leárnyékolja. Kizárólag a **d** határérték alkalmazandó.

Geometriai tényezők

A spektrális besugárzott felületi teljesítmény mérése a lámpától 100 cm-re történik, közvetlen beletekintéssel.

A forrás átlagos mérete: 87,5 cm.

Ezért: $\alpha = 0,875$ rad.

A forrás területe: 6756 cm².

Ezért: $\omega = 0,68$ sr.

Ezért: $\omega_B = 0,68$ sr és $\omega_R = 0,68$ sr.

Előzetes értékelés

A jó megvilágításra vonatkozó effektív besugárzott felületi teljesítmény mérése megtörtént, értéke 1477 mW m⁻². Eszerint a fénysűrűség 1009 lux.

A forrás fénysűrűsége tehát $1009/0,68 = 1484$ cd m⁻².

További értékelés nem szükséges.

Radiometriai adatok

Az effektív besugárzott teljesítmény mért adatai:

Effektív besugárzott felületi teljesítmény: $E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W m}^{-2}$

UV-A besugárzott felületi teljesítmény $E_{\text{UVA}} = 17 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény), $E_B = 338 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (hőkárosodás), $E_R = 5424 \text{ mW m}^{-2}$

Egyszerűsítő feltételezések

Effektív sugársűrűség (kék fény),

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

Effektív sugársűrűség (hőkárosodás),

$L_R = 5424 \text{ mW m}^{-2} / 0,68 \text{ sr} = 8 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Összevetés expozíciós határértékekkel

a határérték			
Az expozíciós határérték: $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W m}^{-2}$	→ MPE időtartam > 8 óra
b határérték			
Az expozíciós határérték: $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 17 \text{ mW m}^{-2}$	→ MPE időtartam > 8 óra
d határérték			
Az expozíciós határérték: $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_B = 0,5 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Az expozíciós határérték nincs átlépve
g határérték			
Az expozíciós határérték: $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 8 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Az expozíciós határérték nincs átlépve

D.1.4. Mennyezetre szerelt, ernyő nélküli fluoreszcens lámpa

153 cm x 2 cm méretű 58 wattos fluoreszcens, általános világítást nyújtó fényforrás egy 153 cm x 13 cm méretű, elől nyitott mennyezeti világítótestben, amelyben a fényforrás mögött fényvisszaverő felület található. A forrás nem homogén; legfényesebb része a fényforrás.



Lásd a D.1.5. példát is.

Az expozíciós határértékek kiválasztása

Ez a fényforrástípus nem bocsát ki jelentős mértékű infravörös sugárzást. A lehetséges veszélyek a látható vagy ultraibolya hullámhosszú sugárzásnak való expozícióból adódnak. Az **a**, **b** és **d** határérték alkalmazandó.

Geometriai tényezők

A spektrális besugárzott felületi teljesítmény mérése a lámpától 100 cm-re történik, közvetlen beletekintéssel.

A fényforrás átlagos mérete: 77,5 cm.

Ezért: $\alpha = 0,775$ rad.

A fényforrás területe: 306 cm².

Ezért: $\omega = 0,03$ sr.

$\omega_b = 0,03$ sr és $\omega_r = 0,03$ sr.

Előzetes értékelés

A jó megvilágításra vonatkozó effektív besugárzott felületi teljesítmény mérése megtörtént, értéke 1640 mW m⁻². Eszerint a fénysűrűség 1120 lux.

E forrás fénysűrűsége tehát $1120/0,03 = 37333$ cd m⁻².

A recehátya-károsodás veszélyének további értékelése szükséges. El kell végezni továbbá az UV sugárzás értékelését.

Radiometriai adatok

Az effektív besugárzott teljesítmény mért adatai:

Effektív besugárzott felületi teljesítmény: $E_{\text{eff}} = 600 \mu\text{W m}^{-2}$

UV-A besugárzott felületi teljesítmény $E_{\text{UVA}} = 120 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény),
 $E_b = 561 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (hőkárosodás),
 $E_r = 7843 \text{ mW m}^{-2}$

Egyszerűsítő feltételezések

Effektív sugársűrűség (kék fény),
 $L_b = 561 \text{ mW m}^{-2} / 0,03 \text{ sr} = 19 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effektív sugársűrűség (hőkárosodás),
 $L_r = 7843 \text{ mW m}^{-2} / 0,03 \text{ sr} = 261 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Összevetés expozíciós határértékekkel

a határérték		
Az expozíciós határérték: $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 600 \mu\text{W m}^{-2}$ → MPE időtartam > 8 óra
b határérték		
Az expozíciós határérték: $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 120 \text{ mW m}^{-2}$ → MPE időtartam > 8 óra
d határérték		
Az expozíciós határérték: $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 19 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Az expozíciós határérték nincs átlépve
g határérték		
Az expozíciós határérték: $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_r = 261 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Az expozíciós határérték nincs átlépve

D.1.5. Mennyezetre szerelt, ernyő nélküli fluoreszcens fényforrások



Négy darab 57 cm x 2 cm méretű, 18 wattos fluoreszcens, általános világítóforrásként funkcionáló fényforrás 57 cm x 57 cm

méretű mennyezeti, elől nyitott világítótestben, amelyben a fényforrás mögött fényvisszaverő felület található. Ez a forrás igen hasonló a D.1.4. példában szemléltetett világítótesthez, azzal a különbséggel, hogy a fényforrásokat más gyártó készíti. A forrás nem homogén; a legfényesebb kibocsátó a 4 fényforrás.

Az expozíciós határértékek kiválasztása

Ez a fényforrástípus nem bocsát ki jelentős mértékű infravörös sugárzást. A lehetséges veszélyek a látható vagy ultraibolya hullámhosszú sugárzásnak való expozícióból adódnak. Az **a**, **b** és **d** határérték alkalmazandó.

Geometriai tényezők

A spektrális besugárzott felületi teljesítmény mérése a fényforrástól 100 cm-re történik, közvetlen beletekintéssel.

Az egyes fényforrások átlagos mérete: 29,5 cm.

Ezért: $\alpha = 0,295$ rad.

Az egyes fényforrások felülete: 114 cm².

Ezért: $\omega = 0,011$ sr.

$\omega_B = 0,011$ sr és $\omega_R = 0,011$ sr.

Előzetes értékelés

A jó megvilágításra vonatkozó effektív besugárzott felületi teljesítmény mérése megtörtént, értéke 1788 mW m⁻². Ez a 4 fényforrás teljesítménye; mivel az egyes fényforrások különálló vizuális források, egy-egy fényforrás teljesítménye 447 mW m⁻². Eszerint a megvilágítás lámpánként 305 lux.

Egy fényforrás fénysűrűsége tehát $305/0,011 = 28\,000$ cd m⁻².

A recehártya-károsodás veszélyének további értékelése szükséges. El kell végezni továbbá az UV sugárzás értékelését.

Radiometriai adatok

Az effektív besugárzott teljesítmény mért adatai:

Effektív besugárzott felületi teljesítmény:

$$E_{\text{eff}} = 1,04 \text{ mW m}^{-2}$$

UV-A besugárzott felületi teljesítmény $E_{\text{UVA}} = 115 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény),

$$E_B = 555 \text{ mW m}^{-2} = 139 \text{ mW m}^{-2} \text{ lámpánként.}$$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (hőkárosodás),

$$E_R = 8035 \text{ mW m}^{-2} = 2009 \text{ mW m}^{-2} \text{ lámpánként.}$$

Egyszerűsítő feltételezések

Effektív sugársűrűség (kék fény),

$$L_B = 139 \text{ mW m}^{-2} / 0,011 \text{ sr} = 13 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}.$$

Effektív sugársűrűség (hőkárosodás),

$$L_R = 2009 \text{ mW m}^{-2} / 0,011 \text{ sr} = 183 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}.$$

Összevetés expozíciós határértékekkel

a határérték

Az expozíciós határérték: $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$ → $E_{\text{eff}} = 1,04 \text{ mW m}^{-2}$ → MPE időtartam > 8 óra. Ez közel áll az expozíciós határérték túllépéséhez.

Habár a gyakorlatban nem valószínű a 100 cm-es távolságon történő folyamatos expozíció, ezt az információt tekintetbe kell venni abban az esetben, ha az UV sugárzás egyéb forrásai is megtalálhatók a környezetben.

b határérték

Az expozíciós határérték: $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$ → $E_{\text{UVA}} = 115 \text{ mW m}^{-2}$ → MPE időtartam > 8 óra

d határérték

Az expozíciós határérték: $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → $L_B = 13 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Az expozíciós határérték nincs átlépve

g határérték

Az expozíciós határérték: $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → $L_R = 183 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Az expozíciós határérték nincs átlépve

D.1.6. Katódsugárcsöves vizuális megjelenítő egység



Katódsugárcsöves vizuális megjelenítő egységet tartalmazó asztali személyi számítógép

Az expozíciós határértékek kiválasztása

A katódsugárcsövek nem bocsátanak ki jelentős mértékű ultraibolya és infravörös sugárzást. A veszélyek a látható hullámhosszú sugárzásnak való expozícióból adódnak. A **d** határérték alkalmazandó.

Geometriai tényezők

A vizuális megjelenítő egység a három alapszín keverésével állítja elő a színes képeket. A legrosszabb eset az, amikor mindhárom alapszín jelen van, azaz a kép fehér. A spektrális besugárzott felületi teljesítmény mérése a homogén fehér téglalaptól 10 cm-re történik, közvetlen beletekintéssel.

A forrás átlagos mérete: 17 cm.

Ezért: $\alpha = 1,7$ rad.

A forrás felülete: 250 cm².

Ezért: $\omega = 2,5$ sr.

Ezért: $\omega_b = 2,5$ sr és $\omega_r = 2,5$ sr.

Előzetes értékelés

A jó megvilágításra vonatkozó effektív besugárzott felületi teljesítmény mérése megtörtént, értéke 64 mW m⁻².

Eszerint a fénysűrűség 43 lux.

E forrás fénysűrűsége tehát $43/2,5 = 17$ cd m⁻².

További értékelés nem szükséges.

Radiometriai adatok

Az effektív besugárzott teljesítmény mért adatai:

Effektív besugárzott felületi teljesítmény: $E_{\text{eff}} = 130 \mu\text{W m}^{-2}$

UV-A besugárzott felületi teljesítmény $E_{\text{UVA}} = 8 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény),
 $E_b = 61 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (hőkárosodás),
 $E_r = 716 \text{ mW m}^{-2}$

Egyszerűsítő feltételezések

Effektív sugársűrűség (kék fény),
 $L_b = 61 \text{ mW m}^{-2} / 2,5 \text{ sr} = 24 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

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

Összevetés expozíciós határértékekkel

a határérték		
Az expozíciós határérték: $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 130 \mu\text{W m}^{-2}$ → MPE időtartam > 8 óra
b határérték		
Az expozíciós határérték: $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 8 \text{ mW m}^{-2}$ → MPE időtartam > 8 óra
d határérték		
Az expozíciós határérték: $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 24 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Az expozíciós határérték nincs átlépve
g határérték		
Az expozíciós határérték: $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_r = 286 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Az expozíciós határérték nincs átlépve

D.1.7. Laptop megjelenítő egysége



LCD-kijelzős hordozható személyi számítógép

Az expozíciós határértékek kiválasztása

A LCD-képernyők nem bocsátanak ki jelentős mértékű ultraibolya és infravörös sugárzást. A veszélyek a látható hullámhosszú sugárzásnak való expozícióból adódnak. A **d** határérték alkalmazandó.

Geometriai tényezők

Az LCD-egység a három alapszín keverésével állítja elő a színes képeket. A legrosszabb eset az, amikor mindhárom alapszín jelen van, azaz a kép fehér. A spektrális besugárzott felületi teljesítmény mérése a homogén fehér téglalaptól 10 cm-re történik, közvetlen beletekintéssel.

A forrás átlagos mérete: 13 cm.

Ezért: $\alpha = 1,3$ rad.

A forrás felülete: 173 cm^2 .

Ezért: $\omega = 1,7$ sr.

Ezért: $\omega_b = 1,7$ sr és $\omega_r = 1,7$ sr.

Előzetes értékelés

A jó megvilágításra vonatkozó effektív besugárzott felületi teljesítmény mérése megtörtént, értéke 134 mW m^{-2} .

Eszerint a fénysűrűség 92 lux.

E forrás fénysűrűsége tehát $92/1,7 = 54 \text{ cd m}^{-2}$.

További értékelés nem szükséges.

Radiometriai adatok

Az effektív besugárzott teljesítmény mért adatai:

Effektív besugárzott felületi teljesítmény: $E_{\text{eff}} = 70 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$

UV-A besugárzott felületi teljesítmény, $E_{\text{UVA}} = 4 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény), $E_b = 62 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (hőkárosodás), $E_r = 794 \text{ mW m}^{-2}$

Egyszerűsítő feltételezések

Effektív sugársűrűség (kék fény), $L_b = 62 \text{ mW m}^{-2} / 1,7 \text{ sr} = 36 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effektív sugársűrűség (hőkárosodás), $L_r = 794 \text{ mW m}^{-2} / 1,7 \text{ sr} = 467 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Összevetés expozíciós határértékekkel

a határérték		
Az expozíciós határérték: $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 70 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$ → MPE időtartam > 8 óra
b határérték		
Az expozíciós határérték: $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 4 \text{ mW m}^{-2}$ → MPE időtartam > 8 óra
d határérték		
Az expozíciós határérték: $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 36 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Az expozíciós határérték nincs átlépve
g határérték		
Az expozíciós határérték: $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_r = 467 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Az expozíciós határérték nincs átlépve

D.1.8. Kültéri fényszóró fémhalogén fényforrása



Egy darab 70 wattos fémhalogén fényforrás olyan világítótestbe szerelve, amely tartalmaz egy 18 x 18 cm méretű hátsó tükröző felületet és egy áttetsző burkolatot is. Építkezési állványokra szerelve az alattuk található területet világítják meg. A forrás nem homogén – a legfényesebb rész maga az ív, amely a becslés szerint nagyjából gömb alakú, és keresztmetszete körülbelül 5 mm.

Az expozíciós határértékek kiválasztása

A lehetséges veszélyek a látható vagy ultraibolya hullámhosszú sugárzásnak való expozícióból adódnak. A fémhalogén fényforrások igen nagy mennyiségű ultraibolya sugárzást bocsáthatnak ki. A példában szereplő fényforrás külső burkolattal rendelkezik, amely csökkentheti a sugárzás mértékét, valamint van egy olyan fedőlapja, amely csökkenti a sugárzást, de mindezek ellenére kibocsáthat annyi UV-A sugárzást, amely problémákat okozhat. A **b**, **d** és **g** határértékek alkalmazandók.

Geometriai tényezők

A spektrális besugárzott felületi teljesítmény mérése a lámpától 100 cm-re történik, közvetlen beletekintéssel. Az ív átlagos mérete: 0,5 cm. Ezért: $\alpha = 0,005$ rad. Ez < 11 mrad, ezért a **d** határérték felfereshető az **f** határértékkel, amennyiben a forrásba hosszasan tartóan kell beletekinteni. A példában ez nem áll fenn,

ezért az értékelés során a **d** határérték használendő. Lásd az irányelv 1.1. táblázatára vonatkozó 2. megjegyzést.

A forrás felülete: $0,2 \text{ cm}^2$.

Ezért: $\omega = 0,00002 \text{ sr}$.

Ezért: $\omega_b = 0,01 \text{ sr}$ és $\omega_r = 0,0001 \text{ sr}$.

Előzetes értékelés

A jó megvilágításra vonatkozó effektív besugárzott felületi teljesítmény mérése megtörtént, értéke 4369 mW m^{-2} . Eszerint a fénysűrűség 2984 lux .

E forrás fénysűrűsége tehát

$$2984/0,00002 = 149\,000\,000 \text{ cd m}^{-2}.$$

A recehártya-károsodás veszélyének további értékelése szükséges; a potenciális UVR-veszélyt még értékelni kell.

Radiometriai adatok

Az effektív besugárzott teljesítmény mért adatai:

$$\text{Effektív besugárzott felületi teljesítmény: } E_{\text{eff}} = 110 \mu\text{W m}^{-2}$$

$$\text{UV-A besugárzott felületi teljesítmény, } E_{\text{UVA}} = 915 \text{ mW m}^{-2}$$

$$\text{Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény), } E_b = 2329 \text{ mW m}^{-2}$$

$$\text{Effektív besugárzott felületi teljesítmény (hőkárosodás), } E_r = 30172 \text{ mW m}^{-2}$$

Egyszerűsítő feltételezések

Effektív sugársűrűség (kék fény),

$$L_b = 2329 \text{ mW m}^{-2} / 0,01 \text{ sr} = 233 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}.$$

Effektív sugársűrűség (hőkárosodás),

$$L_r = 30172 \text{ mW m}^{-2} / 0,0001 \text{ sr} = 302 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}.$$

Összevetés expozíciós határértékekkel

a határérték		
Az expozíciós határérték: $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	$\rightarrow E_{\text{eff}} = 110 \mu\text{W m}^{-2} \rightarrow$	MPE időtartam > 8 óra
b határérték		
Az expozíciós határérték: $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	$\rightarrow E_{\text{UVA}} = 915 \text{ mW m}^{-2} \rightarrow$	MPE időtartam 3 óra
<i>Azonban a fényforrás intenzív fénye következtében az egyes expozíciók időtartama valószínűleg nem lépi túl a 0,25 másodpercet.</i>		
d határérték		
Az expozíciós határérték: $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	$\rightarrow L_b = 233 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \rightarrow$	Az expozíciós határérték nincs átlépve
<i>Az MPE időtartam kiszámításához tehát a c határértéket kell használni.</i>		
c határérték		
Az expozíciós határérték: $L_b < 10^6 / t \text{ W m}^{-2}$	$\rightarrow t_{\text{max}} = 10^6 / L_b \rightarrow$	E forrás esetében az MPE időtartam körülbelül 70 perc.
<i>Azonban a fényforrás intenzív fénye következtében az egyes expozíciók időtartama valószínűleg nem lépi túl a 0,25 másodpercet. Megjegyzendő, hogy amennyiben hosszabb ideig kell a forrásba tekinteni, a t_{max} időtartam kiszámításának alapja az e határérték $= 100 / E_b$ vagy körülbelül 40 másodperc.</i>		
g határérték		
Az expozíciós határérték: $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	$\rightarrow L_r = 302 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \rightarrow$	Az $\alpha > 0,1$ rad egyszerűsítő feltételezésből kiindulva az expozíciós határérték túllépése megtörtént.
<i>Ha a tényleges α ($= 5$ mrad) alapján ismételtelen kiszámítjuk az expozíciós határértéket, valószínűbb értéket kapunk ($5600 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$). Ebben az esetben az expozíciós határérték átlépése nem történik meg.</i>		

D.1.9. Kültéri fényszóró kompakt fluoreszcens fényforrással



Egy 3x13 cm méretű 26 wattos fluoreszcens fényforrás, olyan világítótestbe szerelve, amely tartalmaz egy hátsó visszatükröző felületet és egy átlátszó fedelet is. Építkezési állványokra szerelve az alattuk található területet világítják meg. E nem homogén forrásban a fényforrás bocsátja ki a legerősebb sugárzást.

Az expozíciós határértékek kiválasztása

Ez a fényforrástípus nem bocsát ki jelentős mértékű infravörös sugárzást. A lehetséges veszélyek a látható és az ultraibolya hullámhosszú sugárzásnak való expozícióból adódnak. A műanyag ernyő az ultraibolya sugárzást is leárnyékolja. A **d** határérték alkalmazandó.

Geometriai tényezők

A spektrális besugárzott felületi teljesítmény mérése a lámpától 100 cm-re történik, közvetlen beletekintéssel.

A forrás átlagos mérete: 8 cm.

Ezért: $\alpha = 0,08$ rad.

A forrás felülete: 39 cm^2 .

Ezért: $\omega = 0,0039$ sr.

Ezért: $\omega_b = 0,01$ sr és $\omega_r = 0,0039$ sr.

Előzetes értékelés

A jó megvilágításra vonatkozó effektív besugárzott felületi teljesítmény mérése megtörtént, értéke 366 mW m^{-2} .

Eszerint a fénysűrűség 250 lux .

E forrás fénysűrűsége tehát $250/0,0039 = 64\,000 \text{ cd m}^{-2}$.

A recehártya-károsodás veszélyének további értékelése szükséges.

Radiometriai adatok

Az effektív besugárzott teljesítmény mért adatai:

Effektív besugárzott felületi teljesítmény: $E_{\text{eff}} = 10 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$

UV-A besugárzott felületi teljesítmény, $E_{\text{UVA}} = 2 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény),
 $E_b = 149 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (hőkárosodás),
 $E_R = 1962 \text{ mW m}^{-2}$

Egyszerűsítő feltételezések

Effektív sugársűrűség (kék fény),
 $L_b = 149 \text{ mW m}^{-2} / 0,01 \text{ sr} = 15 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effektív sugársűrűség (hőkárosodás),
 $L_R = 1962 \text{ mW m}^{-2} / 0,0039 \text{ sr} = 503 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Összevetés expozíciós határértékekkel

a határérték			
Az expozíciós határérték: $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$	→ MPE időtartam > 8 óra
b határérték			
Az expozíciós határérték: $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 2 \text{ mW m}^{-2}$	→ MPE időtartam > 8 óra
d határérték			
Az expozíciós határérték: $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 15 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Az expozíciós határérték nincs átlépve
g határérték			
Az expozíciós határérték: $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 503 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Az expozíciós határérték nincs átlépve

D.1.10. Elektromos rovarirtó



Az elektromos rovarirtók gyakran alacsony nyomású higanykislüléses fényforrást tartalmaznak, amely a spektrum UV-A és kék tartományában bocsát ki sugárzást, és ezzel csalja a rovarokat a nagyfeszültségű rácsra. A példában szereplő forrás 25 wattot fogyaszt, és kettő (egyenként 26 x 1 cm méretű) fényforrást tartalmaz, amelyek egy vízszintes panelen, egymástól 10 cm-re helyezkednek el.

Az expozíciós határértékek kiválasztása

Az elektromos rovarirtóknak meg kell felelniük az EN 60335-2-59 termékszabványnak, amely meghatározza, hogy a UVR_{eff} besugárzott felületi teljesítménynek 1 m-en $\leq 1 \text{ mW m}^{-2}$ -nek kell lennie. Ezért az **a** határértéket a továbbiakban nem szükséges tekintetbe venni. A **b** határértéket továbbra is alkalmazni kell. Mivel ez nem fényforrás, nem szükséges a fénysűrűség alapján meghozott biztonsági intézkedés alkalmazása. Azonban mivel az elektromos rovarirtók kevés vizuális ingeret hoznak létre, nincs szükség a recehártya sérülése veszélyének mérlegelésére.

Geometriai tényezők

A spektrális besugárzott felületi teljesítmény adatainak mérése az elektromos rovarirtótól 100 cm-es távolságban történik. Mivel az elektromos rovarirtó falra szerelhető, a mérés körülbelül fejmagasságban történik. Így a mérőeszköz a rovarirtóra a vízszinteshez képest körülbelül 30°-os szögből tekint. Mivel az elektronikus rovarirtók lámpáinak keresztmetszete kör alakú, feltételezhető, hogy a szemlélő a felületükhöz képest 90°-os szögből nézi a forrásokat.

Az egyes lámpák átlagos mérete: 13,5 cm.

Ezért: $\alpha = 0,135 \text{ rad}$.

Az egyes lámpák látható felülete: 26 cm^2 .

Ezért: $\omega = 0,0026 \text{ sr}$.

Ezért: $\omega_B = 0,01 \text{ sr}$ és $\omega_R = 0,0026 \text{ sr}$.

Radiometriai adatok

Az effektív besugárzott teljesítmény mért adatai:

Effektív besugárzott felületi teljesítmény: $E_{eff} = 10 \mu\text{W m}^{-2}$

UV-A besugárzott felületi teljesítmény, $E_{UVA} = 34 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény),
 $E_B = 17 \text{ mW m}^{-2} = 8,5 \text{ mW m}^{-2}$ lámpánként.

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (hőkárosodás),
 $E_B = 172 \text{ mW m}^{-2} = 86 \text{ mW m}^{-2}$ lámpánként.

Egyszerűsítő feltételezések

Effektív sugársűrűség (kék fény),
 $L_B = 8,5 \text{ mW m}^{-2} / 0,01 \text{ sr} = 0,85 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effektív sugársűrűség (hőkárosodás),
 $L_R = 86 \text{ mW m}^{-2} / 0,0026 \text{ sr} = 33 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Összevetés expozíciós határértékekkel

a határérték			
Az expozíciós határérték: $H_{eff} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{eff} = 10 \mu\text{W m}^{-2}$	→ MPE időtartam > 8 óra
b határérték			
Az expozíciós határérték: $H_{UVA} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{UVA} = 34 \text{ mW m}^{-2}$	→ MPE időtartam > 8 óra
d határérték			
Az expozíciós határérték: $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_B = 0,85 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Az expozíciós határérték nincs átlépve
g határérték			
Az expozíciós határérték: $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 33 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Az expozíciós határérték nincs átlépve

D.1.11. Mennyezetre szerelt spotlámpa



A mennyezetre szerelt spotlámpa egy 50 wattos volfrám halogénlámpát tartalmaz zárt világítótestben, továbbá egy kétszínű visszatükröző felületet és egy elől elhelyezett üvegfedelelet. A zárt világítótest átmérője 4 cm. Bekapcsolva a forrás homogénnek látszik.

Az expozíciós határértékek kiválasztása

A veszélyek a látható hullámhosszú sugárzásnak való expozícióból adódnak (a volfrám halogénlámpák bizonyos mértékű ultraibolya sugárzást is kibocsátanak, de a példában szereplő világítótest elülső fedele csökkenti a sugárzás mértékét). A **d** és **g** határérték alkalmazandó.

Geometriai tényezők

A spektrális besugárzott felületi teljesítmény mérése a lámpától 100 cm-re történik, közvetlen beletekintéssel.

A forrás átlagos mérete: 4 cm.

Ezért: $\alpha = 0,04$ rad.

A forrás felülete: 13 cm^2 .

Ezért: $\omega = 0,001$ sr.

Ezért: $\omega_b = 0,01$ sr és $\omega_r = 0,001$ sr.

Előzetes értékelés

A jó megvilágításra vonatkozó effektív besugárzott felületi teljesítmény mérése megtörtént, értéke 484 mW m^{-2} . Eszerint a fénysűrűség 331 lux .

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

A recehártya-károsodás veszélyének további értékelése szükséges.

Radiometriai adatok

Az effektív besugárzott teljesítmény mért adatai:

Effektív besugárzott felületi teljesítmény $E_{\text{eff}} = 30 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$

UV-A besugárzott felületi teljesítmény $E_{\text{UVA}} = 12 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény),
 $E_B = 129 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény),
 $E_B = 2998 \text{ mW m}^{-2}$

Egyszerűsítő feltételezések

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény),
 $L_B = 129 \text{ mW m}^{-2} / 0,01 \text{ sr} = 12,9 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effektív sugársűrűség (kék fény),
 $L_B = 2998 \text{ mW m}^{-2} / 0,001 \text{ sr} = 2998 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Összevetés expozíciós határértékekkel

a határérték			
Az expozíciós határérték: $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$	→ MPE időtartam > 8 óra
b határérték			
Az expozíciós határérték: $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 12 \text{ mW m}^{-2}$	→ MPE időtartam > 8 óra
d határérték			
Az expozíciós határérték: $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_B = 12,9 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Az expozíciós határérték nincs átlépve
g határérték			
Az expozíciós határérték: $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 2998 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Az expozíciós határérték nincs átlépve

D.1.12. Lokalizált világítást adó, asztalra szerelt világítótest



A lokalizált világítást adó, asztalra szerelt lámpa egy szabványos volfrámlámpát tartalmaz egy elől nyitott világítótestben. A világítótest átmérője 17 cm. A 60 wattos, diffúz felületű fényforrás átmérője 5,5 cm. A forrás nem homogén; a fényforrás erősebb sugárzást bocsát ki, mint a visszatükröző felület.

Az expozíciós határértékek kiválasztása

A veszélyek a látható hullámhosszú sugárzásnak való expozícióból adódnak (a volfrám halogénlámpák bizonyos mértékű ultraibolya sugárzást is kibocsátanak, de az üvegburkolat szűrőként működik). A **d** és **g** határérték alkalmazandó.

Geometriai tényezők

A spektrális besugárzott felületi teljesítmény mérése a lámpától 50 cm-re történik, közvetlen beletekintéssel.

A forrás átlagos mérete: 5,5 cm.

Ezért: $\alpha = 0,11$ rad.

A forrás felülete: 24 cm².

Ezért: $\omega = 0,0096$ sr.

Ezért: $\omega_b = 0,01$ sr és $\omega_r = 0,0096$ sr.

Előzetes értékelés

A jó megvilágításra vonatkozó effektív besugárzott felületi teljesítmény mérése megtörtént, értéke 522 mW m⁻². Eszerint a fénysűrűség 357 lux.

E forrás fénysűrűsége tehát $357/0,006 = 37\,188$ cd m⁻².

A recehártya-károsodás veszélyének további értékelése szükséges.

Radiometriai adatok

Az effektív besugárzott teljesítmény mért adatai:

Effektív besugárzott felületi teljesítmény: $E_{\text{eff}} = 50 \mu\text{W m}^{-2}$

UV-A besugárzott felületi teljesítmény $E_{\text{UVA}} = 18 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény), $E_b = 92 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény), $E_r = 4815 \text{ mW m}^{-2}$

Egyszerűsítő feltételezések

Effektív sugársűrűség (kék fény), $L_b = 92 \text{ mW m}^{-2} / 0,1 \text{ sr} = 0,92 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effektív sugársűrűség (hőkárosodás), $L_r = 4815 \text{ mW m}^{-2} / 0,0096 \text{ sr} = 501 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Összevetés expozíciós határértékekkel

a határérték			
Az expozíciós határérték: $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 50 \mu\text{W m}^{-2}$	→ MPE időtartam > 8 óra
b határérték			
Az expozíciós határérték: $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 18 \text{ mW m}^{-2}$	→ Az MPE időtartam > 8 óra
d határérték			
Az expozíciós határérték: $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 0,92 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Az expozíciós határérték nincs átlépve
g határérték			
Az expozíciós határérték: $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_r = 501 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Az expozíciós határérték nincs átlépve

D.1.13. Asztalra szerelhető, nappali fényű, lokalizált világítást adó fényforrás



A lokalizált világítást adó, asztalra szerelt fényforrás egy 60 wattos volfrámlámpát tartalmaz egy elől nyitott világítótestben. A fényforrás színezése miatt a természetes nappali fényhez hasonló színű fényt bocsát ki; felülete nem diffúz. A világítótest átmérője 14 cm. A forrás nem homogén. A fény-

forrás működése közben az izzószál világosan látszik. Az izzószál méreteit nehéz meghatározni; hossza körülbelül 3 cm, keresztmetszete körülbelül 0,5 mm.

Az expozíciós határértékek kiválasztása

A veszélyek a látható hullámhosszú sugárzásnak való expozícióból adódnak (a volfrám halogénlámpák bizonyos mértékű ultraibolya sugárzást is kibocsátanak, de az üvegburkolat szűrőként működik). A **d** és **g** határérték alkalmazandó.

Geometriai tényezők

A spektrális besugárzott felületi teljesítmény mérése a lámpától 50 cm-re történik, közvetlen beletekintéssel.

Az izzószál mérete: 1,5 cm.

Ezért: $\alpha = 0,03$ rad.

Az izzószál felülete: $0,15 \text{ cm}^2$.

Ezért: $\omega = 0,00006$ sr.

Ezért: $\omega_b = 0,01$ sr és $\omega_r = 0,0001$ sr.

Előzetes értékelés

A jó megvilágításra vonatkozó effektív besugárzott felületi teljesítmény mérése megtörtént, értéke 559 mW m^{-2} .

Eszerint a fénysűrűség 383 lux .

E forrás fénysűrűsége tehát

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

A recehártya-károsodás veszélyének további értékelése szükséges.

Radiometriai adatok

Az effektív besugárzott felületi teljesítmény mért értékei:

$$\text{Effektív besugárzott felületi teljesítmény: } E_{\text{eff}} = 110 \mu\text{W m}^{-2}$$

$$\text{UV-A besugárzott felületi teljesítmény } E_{\text{UVA}} = 26 \text{ mW m}^{-2}$$

$$\text{Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény), } E_b = 138 \text{ mW m}^{-2}$$

$$\text{Effektív besugárzott felületi teljesítmény (hőkárosodás), } E_g = 5172 \text{ mW m}^{-2}$$

Egyszerűsítő feltételezések

$$\text{Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény), } L_b = 138 \text{ mW m}^{-2} / 0,01 \text{ sr} = 14 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}.$$

$$\text{Effektív sugársűrűség (hőkárosodás), } L_g = 5172 \text{ mW m}^{-2} / 0,0001 \text{ sr} = 52 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}.$$

Összevetés expozíciós határértékekkel

a határérték		
Az expozíciós határérték: $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 110 \mu\text{W m}^{-2}$ → MPE időtartam > 8 óra
b határérték		
Az expozíciós határérték: $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 26 \text{ mW m}^{-2}$ → MPE időtartam > 8 óra
d határérték		
Az expozíciós határérték: $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 14 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Az expozíciós határérték nincs átlépve
g határérték		
Az expozíciós határérték: $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_g = 52 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Az expozíciós határérték nincs átlépve

D.1.14. Fénymásológép



A fénymásológépben szkennelő fényforrás található (két megvilágított szalag). A szalagok 21 cm hosszúak és egymástól 1,5 cm-re találhatók. A jobb oldali ábrán a fénymásológép üvegfedelétől balra láthatók. Egy megvilágított szalag keresztben körülbelül 3 mm-es nagyságú.

Az expozíciós határértékek kiválasztása

A veszélyek a látható hullámhosszú sugárzásnak való expozícióból adódnak (az üvegfedél csökkenti az ultraibolya sugárzást). A **d** és **g** határérték alkalmazandó.

Geometriai tényezők

A spektrális besugárzott felületi teljesítmény adatainak mérése az üvegfedéltől 30 cm-es távolságban történik. Az üvegfedél és az optikai sugárzás forrása közötti távolság elhanyagolható. A mérések közvetlenül a forrásra tekintve kerülnek elvégzésre; ez pesszimista forgatókönyv, mivel az emberi expozíció valószínűleg valamilyen szögben történik.

Az egyes források átlagos mérete: 10,7cm.

Ezért: $\alpha = 0,36$ rad.

Az egyes források felülete: 6,3 cm².

Ezért: $\omega = 0,007$ sr.

Ezért: $\omega_b = 0,01$ sr és $\omega_r = 0,007$ sr.

Előzetes értékelés

A jó megvilágításra vonatkozó effektív besugárzott felületi teljesítmény mérése megtörtént, értéke 197 mW m⁻². Ez a 2 szalag teljesítménye; mivel az egyes szalagok különböző vizuális források, egy-egy szalag teljesítménye 98,5 mW m⁻². Eszerint a megvilágítás fényforrásonként 67 lux. A forrás fényűrűsége tehát 67/0,007 = 9643 cd m⁻². További értékelés nem szükséges.

Radiometriai adatok

Az effektív besugárzott felületi teljesítmény mért értékei:

Effektív besugárzott felületi teljesítmény $E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W m}^{-2}$

UV-A besugárzott felületi teljesítmény $E_{\text{UVA}} = 22 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény),
 $E_b = 124 \text{ mW m}^{-2} = 62 \text{ mW m}^{-2}$ szalagonként.

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (hőkárosodás),
 $E_b = 1606 \text{ mW m}^{-2} = 803 \text{ mW m}^{-2}$ szalagonként.

Egyszerűsítő feltételezések

Effektív sugársűrűség (kék fény),
 $L_b = 62 \text{ mW m}^{-2} / 0,01 \text{ sr} = 6,2 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effektív sugársűrűség (hőkárosodás),
 $L_r = 803 \text{ mW m}^{-2} / 0,007 \text{ sr} = 115 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Összevetés expozíciós határértékekkel

a határérték			
Az expozíciós határérték: $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W m}^{-2}$	→ MPE időtartam > 8 óra
b határérték			
Az expozíciós határérték: $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 22 \text{ mW m}^{-2}$	→ MPE időtartam > 8 óra
d határérték			
Az expozíciós határérték: $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 6,2 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Az expozíciós határérték nincs átlépve
g határérték			
Az expozíciós határérték: $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_r = 115 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Az expozíciós határérték nincs átlépve

D.1.15. Asztali digitális kivetítő



A 150 wattos kivetítő elöl található lenszérének átmérője 4,7 cm.

Lásd a D.1.16. példát is.

A kivetítő három szín keverésével állítja elő a színes képeket. A legrosszabb eset az, amikor minden szín jelen van, azaz a kivetített kép fehér. Üres fehér kép grafikai szoftvercsomag használatával állítható elő. A spektrális besugárzott felületi teljesítmény mérése a kivetítőtől 200 cm-re történik; a kivetítő beállítása szerint e távolságon a lehető legkisebb éles képet adja. A kivetítő lenszérének látható átmérője 4,7 cm. Azonban a használat során a lencse nem tűnik homogén módon megvilágítottnak. A legerősebben bevilágított terület szélessége körülbelül 3 cm.

Az expozíciós határértékek kiválasztása

Ez a forrástípus nem bocsát ki jelentős mértékű ultraibolya vagy infravörös sugárzást, ezért a veszélyek a látható hullámhosszú sugárzásnak való expozícióból adódnak. A **d** és **g** határérték alkalmazandó.

Geometriai tényezők

A színes képek a három alapszín keverése során jönnek létre. A legrosszabb eset az, amikor mindhárom alapszín

jelen van, azaz a kép fehér. A spektrális besugárzott felületi teljesítmény mérése a lámpától 200 cm-re történik, közvetlen beletekintéssel.

A forrás átlagos mérete: 3 cm.

Ezért: $\alpha = 0,02$ rad.

A forrás felülete: 7 cm².

Ezért: $\omega = 0,0001$ sr.

Ezért: $\omega_B = 0,01$ sr és $\omega_R = 0,0001$ sr.

Előzetes értékelés

A jó megvilágításra vonatkozó effektív besugárzott felületi teljesítmény mérése megtörtént, értéke 2984 mW m⁻².

Eszerint a fénysűrűség 2038 lux.

E forrás fénysűrűsége tehát

$$2038/0,0001 = 20\,000\,000 \text{ cd m}^{-2}.$$

A recehártya-károsodás veszélyének további értékelése szükséges.

Radiometriai adatok

Az effektív besugárzott felületi teljesítmény mért értékei:

Effektív besugárzott felületi teljesítmény: $E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$

UV-A besugárzott felületi teljesítmény $E_{\text{UVA}} = 1,0 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény),

$$E_B = 2237 \text{ mW m}^{-2}$$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (hőkárosodás),

$$E_B = 24988 \text{ mW m}^{-2}$$

Egyszerűsítő feltételezések

Effektív sugársűrűség (kék fény),

$$L_B = 2237 \text{ mW m}^{-2} / 0,01 \text{ msr} = 224 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}.$$

Effektív sugársűrűség (hőkárosodás),

$$L_R = 24988 \text{ mW m}^{-2} / 0,0001 \text{ msr} = 250 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}.$$

Összevetés expozíciós határértékekkel

a határérték		
Az expozíciós határérték: $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$ → MPE időtartam > 8 óra
b határérték		
Az expozíciós határérték: $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 1 \text{ mW m}^{-2}$ → MPE időtartam > 8 óra
d határérték		
Az expozíciós határérték: $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_B = 224 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Az expozíciós határérték nincs átlépve Az MPE időtartam kiszámításához tehát a c határértéket kell használni.
c határérték		
Az expozíciós határérték: $L_B < 10^6 / t \text{ W m}^{-2}$	→	$t_{\text{max}} = 10^6 / L_B$ → E forrás esetében az MPE időtartam körülbelül 70 perc. Azonban a forrás intenzív fénye következtében az egyes expozíciók időtartama valószínűleg nem lépi túl a 0,25 másodpercet.
g határérték		
Az expozíciós határérték: $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 250 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Az expozíciós határérték nincs átlépve

D.1.16. Hordozható digitális projektor



A 180 wattos kivetítő elöl található lenszérének átmérője 3,5 cm. Lásd a D.1.15. példát is.

A projektor három szín keverésével állítja elő a színes képeket. A legrosszabb eset az, amikor minden szín jelen van, azaz a kivetített kép fehér. Üres fehér kép grafikai szoftvercsomag használatával állítható elő. A spektrális besugárzott felületi teljesítmény mérése a kivetítőtől 200 cm-re történik; a kivetítő beállítása szerint e távolságon a lehető legkisebb éles képet adja. A kivetítő lenszérének átmérője 3,5 cm és a használat során homogénnek látszik.

Az expozíciós határértékek kiválasztása

Ez a forrástípus nem bocsát ki jelentős mértékű ultraibolya vagy infravörös sugárzást, ezért a veszélyek a látható hullámhosszú sugárzásnak való expozícióból adódnak. A **d** és **g** határérték alkalmazandó.

Geometriai tényezők

A színes képek a három alapszín keverése során jönnek létre. A legrosszabb eset az, amikor mindhárom alapszín jelen van, azaz a kép fehér. A spektrális besugárzott felületi teljesítmény mérése a lámpától 200 cm-re történik, közvetlen beletekintéssel.

A forrás átlagos mérete: 3,5 cm.

Ezért: $\alpha = 0,02$ rad.

A forrás felülete: 9,6 cm².

Ezért: $\omega = 0,0002$ sr.

Ezért: $\omega_b = 0,01$ sr és $\omega_r = 0,0002$ sr.

Előzetes értékelés

A jó megvilágításra vonatkozó effektív besugárzott felületi teljesítmény mérése megtörtént, értéke 681 mW m⁻². Eszerint a fénysűrűség 465 lux.

E forrás fénysűrűsége tehát 465/0,0002 = 2 325 000 cd m⁻².

A recehártya-károsodás veszélyének további értékelése szükséges.

Radiometriai adatok

Az effektív besugárzott felületi teljesítmény mért értékei:

Effektív besugárzott felületi teljesítmény: $E_{\text{eff}} = >10 \mu\text{W m}^{-2}$

UV-A besugárzott felületi teljesítmény ELL $E_{\text{UVA}} = 0,5 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény), $E_b = 440 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (hőkárosodás), $E_R = 5333 \text{ mW m}^{-2}$

Egyszerűsítő feltételezések

Effektív sugársűrűség (kék fény),

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

Effektív sugársűrűség (hőkárosodás),

$L_R = 5333 \text{ mW m}^{-2} / 0,0002 \text{ msr} = 27 \text{ kW m}^{-2} \text{sr}^{-1}$.

Összevetés expozíciós határértékekkel

a határérték			
Az expozíciós határérték: $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$	→ MPE időtartam > 8 óra
b határérték			
Az expozíciós határérték: $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 1 \text{ mW m}^{-2}$	→ MPE időtartam > 8 óra
d határérték			
Az expozíciós határérték: $100 \text{ W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 44 \text{ W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$	→ Az expozíciós határérték nincs átlépve
g határérték			
Az expozíciós határérték: $280 \text{ kW m}^{-2} \text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 27 \text{ kW m}^{-2} \text{sr}^{-1}$	→ Az expozíciós határérték nincs átlépve

D.1.17. Digitális interaktív tábla



A falra szerelt digitális interaktív tábla mérete 113 x 65 cm.

Az expozíciós határértékek kiválasztása

Ez a forrástípus nem bocsát ki mérhető ultrabolya vagy infravörös sugárzást, ezért a veszélyek a látható hullámhosszú sugárzásnak való expozícióból adódnak. A **d** határérték alkalmazandó.

Geometriai tényezők

Az interaktív tábla a három alapszín keverésével állítja elő a színes képeket. A legrosszabb eset az, amikor mindhárom alapszín jelen van, azaz a kép fehér. A spektrális besugárzott felületi teljesítmény mérése a forrástól 200 cm-re történik, közvetlen beletekintéssel.

A forrás átlagos mérete: 89 cm.

Ezért: $\alpha = 0,45$ rad.

A forrás felülete: 7345 cm².

Ezért: $\omega = 0,18$ sr.

Ezért: $\omega_b = 0,18$ sr és $\omega_r = 0,18$ sr.

Előzetes értékelés

A jó megvilágításra vonatkozó effektív besugárzott felületi teljesítmény mérése megtörtént, értéke 11 mW m⁻². Eszerint a fénysűrűség 8 lux.

E forrás fénysűrűsége tehát $8/0,18 = 44$ cd m⁻².

További értékelés nem szükséges.

Radiometriai adatok

Az effektív besugárzott teljesítmény mért értékei:

Effektív besugárzott felületi teljesítmény: $E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W m}^{-2}$

UV-A besugárzott felületi teljesítmény $E_{\text{UVA}} = 250 \mu\text{W m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény),
 $E_b = 10 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (hőkárosodás),
 $E_b = 112 \text{ mW m}^{-2}$

Egyszerűsítő feltételezések

Effektív sugársűrűség (kék fény),
 $L_b = 10 \text{ mW m}^{-2} / 0,18 \text{ sr} = 56 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

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

Összevetés expozíciós határértékekkel

a határérték			
Az expozíciós határérték: $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W m}^{-2}$	→ MPE időtartam > 8 óra
b határérték			
Az expozíciós határérték: $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 250 \mu\text{W m}^{-2}$	→ MPE időtartam > 8 óra
d határérték			
Az expozíciós határérték: $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 56 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Az expozíciós határérték nincs átlépve
g határérték			
Az expozíciós határérték: $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 0,6 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ Az expozíciós határérték nincs átlépve

D.1.18. A mennyezetre szerelt, süllyesztett kompakt fluoreszcens lámpa



Két darab 2 cm x 13 cm méretű, 26 wattos kompakt fluoreszcens fényforrás egy elöl nyitott, mennyezetre süllyesztett világítótestbe szerelve. A világítótest magában foglal egy hátsó

fényvisszaverő felületet; átmérője 17 cm. A fényvisszaverő felület jó minőségű, és a forrás csaknem homogénnek látszik. Az értékelés úgy történik, mintha a forrás nem lenne homogén, mivel ez a túlzott biztonság irányában jelent tévedést.

Az expozíciós határértékek kiválasztása

Ez a fényforrástípus nem bocsát ki jelentős mértékű infravörös sugárzást. A lehetséges veszélyek a látható és az ultraibolya hullámhosszú sugárzásnak való expozícióból adódnak. Az **a**, **b** és **d** határérték alkalmazandó.

Geometriai tényezők

A spektrális besugárzott felületi teljesítmény mérése a lámpától 100 cm-re történik, közvetlen beletekintéssel.

Az egyes fényforrások átlagos mérete: 7,5 cm.

Ezért: $\alpha = 0,075$ rad.

Az egyes fényforrások felülete: 26 cm².

Ezért: $\omega = 0,0026$ sr.

Ezért: $\omega_B = 0,01$ sr és $\omega_R = 0,0026$ sr.

Előzetes értékelés

A jó megvilágításra vonatkozó effektív besugárzott felületi teljesítmény mérése megtörtént, értéke 1558 mW m⁻². Ez a 2 fényforrás teljesítménye; mivel az egyes fényforrások különálló vizuális források, egy-egy fényforrás teljesítménye 779 mW m⁻². Eszerint a megvilágítás fényforrásonként 532 lux.

Egy fényforrás fénysűrűsége tehát

$$532/0,0026 = 204\ 615 \text{ cd m}^{-2}.$$

A recehártya-károsodás veszélyének további értékelése szükséges. Az UV sugárzás értékelését is el kell végezni.

Radiometriai adatok

Az effektív besugárzott teljesítmény mért értékei:

Effektív besugárzott felületi teljesítmény: $E_{\text{eff}} = 40 \mu\text{W m}^{-2}$

UV-A besugárzott felületi teljesítmény $E_{\text{UVA}} = 55 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény), $E_B = 321 \text{ mW m}^{-2} = 161 \text{ mW m}^{-2}$ lámpánként.

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (hőkárosodás), $E_B = 5580 \text{ mW m}^{-2} = 2790 \text{ mW m}^{-2}$ lámpánként.

Egyszerűsítő feltételezések

Effektív sugársűrűség (kék fény),

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

Effektív sugársűrűség (hőkárosodás),

$$L_R = 2790 \text{ mW m}^{-2} / 0,0026 \text{ sr} = 1073 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}.$$

Összevetés expozíciós határértékekkel

a határérték		
Az expozíciós határérték: $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 40 \mu\text{W m}^{-2}$ → MPE időtartam > 8 óra
b határérték		
Az expozíciós határérték: $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 55 \text{ mW m}^{-2}$ → MPE időtartam > 8 óra
d határérték		
Az expozíciós határérték: $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_B = 16 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Az expozíciós határérték nincs átlépve
g határérték		
Az expozíciós határérték: $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 1073 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Az expozíciós határérték nincs átlépve

D.1.19. LED kijelző

Zöld LED-eket általában a számítógép billentyűzetén elhelyezett jelzőlámpákban használnak. Az egyes LED-ek különálló források, méretük 1 x 4 mm.



Az expozíciós határértékek kiválasztása

A LED-ek kizárólag a spektrum egy szűk régiójában bocsátanak ki sugárzást: mivel a példában szereplő LED zöld, ultraibolya vagy infravörös sugárzást nem bocsát ki. Kizárólag a **d** határérték alkalmazandó.

Geometriai tényezők

A spektrális besugárzott felületi teljesítmény mérése a LED-től 5 mm-re történik, közvetlen beletekintéssel.

A világítótest átlagos mérete: 2,5 mm.

Ezért: $\alpha = 0,5$ rad.

A világítótest felülete: 4 mm².

Ezért: $\omega = 0,16$ sr.

Ezért: $\omega_b = 0,16$ sr és $\omega_r = 0,16$ sr.

Előzetes értékelés

A jó megvilágításra vonatkozó effektív besugárzott felületi teljesítmény mérése megtörtént, értéke 30 mW m⁻².

Eszerint a fénysűrűség 20 lux.

E forrás fénysűrűsége tehát $20/0,16 = 125$ cd m⁻².

További értékelés nem szükséges.

Szükséges adatok

Az effektív besugárzott teljesítmény mért értékei:

Effektív besugárzott felületi teljesítmény: $E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W m}^{-2}$

UV-A besugárzott felületi teljesítmény $E_{\text{UVA}} = 40 \mu\text{W m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény), $E_b = 190 \mu\text{W m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (hőkárosodás), $E_R = 35 \text{ mW m}^{-2}$

Egyszerűsítő feltételezések

Effektív sugársűrűség (kék fény), $L_b = 190 \mu\text{W m}^{-2} / 0,16 \text{ sr} = 1,2 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

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

Összevetés expozíciós határértékekkel

a határérték		
Az expozíciós határérték: $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W m}^{-2}$ → MPE időtartam > 8 óra
b határérték		
Az expozíciós határérték: $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 40 \mu\text{W m}^{-2}$ → MPE időtartam > 8 óra
d határérték		
Az expozíciós határérték: $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 1,2 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Az expozíciós határérték nincs átlépve
g határérték		
Az expozíciós határérték: $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 0,22 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Az expozíciós határérték nincs átlépve

D.1.20. Digitális személyi asszisztens (personal digital assistant, PDA)

A digitális személyi asszisztens képernyőjének mérete 5 cm x 3,5 cm.



Az expozíciós határértékek kiválasztása

A digitális személyi asszisztens képernyője nem bocsát ki jelentős mértékű ultraibolya és infravörös sugárzást. A veszélyek a látható hullámhosszú sugárzásnak való expozícióból adódnak. A **d** határérték alkalmazandó.

Geometriai tényezők

A képernyő a három alapszín keverésével állítja elő a színes képeket. A legrosszabb eset az, amikor mindhárom alapszín jelen van, azaz a kép fehér. A spektrális besugárzott felületi teljesítmény mérése a lehető legfehérebb fényűre beállított képernyőtől 2 cm-re történik, közvetlen beletekintéssel.

Összevetés expozíciós határértékekkel

a határérték		
Az expozíciós határérték: $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W m}^{-2}$ → MPE időtartam > 8 óra
b határérték		
Az expozíciós határérték: $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$ → MPE időtartam > 8 óra
d határérték		
Az expozíciós határérték: $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_{\text{b}} = 6 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Az expozíciós határérték nincs átlépve
g határérték		
Az expozíciós határérték: $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_{\text{r}} = 75 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Az expozíciós határérték nincs átlépve

A forrás átlagos mérete: 4,25 cm.

Ezért: $\alpha = 2,1$ rad.

A forrás felülete: $17,5 \text{ cm}^2$.

Ezért: $\omega = 4,4$ sr.

Ezért: $\omega_{\text{b}} = 4,4$ sr és $\omega_{\text{r}} = 4,4$ sr.

Előzetes értékelés

A jó megvilágításra vonatkozó effektív besugárzott felületi teljesítmény mérése megtörtént, értéke 47 mW m^{-2} .

Eszerint a fénysűrűség 32 lux .

E forrás fénysűrűsége tehát $32/4,4 = 7,3 \text{ cd m}^{-2}$.

További értékelés nem szükséges.

Szükséges adatok

Az effektív besugárzott teljesítmény mért értékei:

Effektív besugárzott felületi teljesítmény: $E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W m}^{-2}$

UV-A besugárzott felületi teljesítmény $E_{\text{UVA}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény),
 $E_{\text{b}} = 27 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (hőkárosodás),
 $E_{\text{r}} = 330 \text{ mW m}^{-2}$

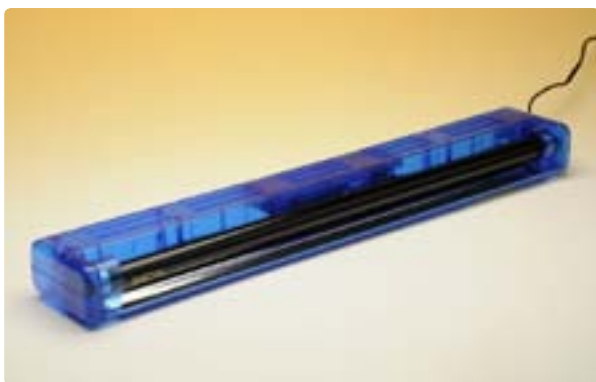
Egyszerűsítő feltételezések

Effektív sugársűrűség (kék fény),
 $L_{\text{b}} = 27 \text{ mW m}^{-2} / 4,4 \text{ sr} = 6 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effektív sugársűrűség (hőkárosodás),
 $L_{\text{r}} = 330 \text{ mW m}^{-2} / 4,4 \text{ sr} = 75 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

D.1.21. UV-A feketefény-forrás

Az UV-A feketefény-források sok esetben alacsony nyomású higanyüleses lámpák, amelyek az UV-A tartományban, igen kevés látható sugárzást bocsátanak ki. A fluoreszcencia megindítására használják, különböző célokra (roncsolásmentes vizsgálat, hamisítás felderítése, vagyontárgyak megjelölése, szórakoztatóiparban használatos effektek). A példában szereplő forrás egy 20 wattos, 55 x 2,5 cm-es fényforrás. A fényforrás nyitott panelre szerelt, azaz a fényforrás előtt nincs üveg/műanyag fedél.



Az expozíciós határértékek kiválasztása

A forrás hasonló a fluoreszcens lámpához, de a látható kimenet a nagyobb UV-A kimenet érdekében igen kis mértékre van szorítva. Ezért a renehártya-károsodás veszélyének mérlegelése nem szükséges, és az **a** és **b** határérték alkalmazandó. A fénysűrűség értékelése nem szükséges, mivel a vizsgált eszköz nem fehérfény-forrás.

Geometriai tényezők

A spektrális besugárzott felületi teljesítmény adatainak mérése a fényforrástól 50 cm-es távolságban történik.

A lámpa átlagos mérete: 29 cm.

Ezért: $\alpha = 0,575$ rad.

Az egyes lámpák felülete: 138 cm².

Ezért: $\omega = 0,055$ sr.

Ezért: $\omega_B = 0,055$ sr és $\omega_R = 0,055$ sr.

Radiometriai adatok

Az effektív besugárzott teljesítmény mért adatai:

Effektív besugárzott felületi teljesítmény: $E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$

UV-A besugárzott felületi teljesítmény $E_{\text{UVA}} = 176 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény), $E_B = 3 \text{ mW m}^{-2}$.

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (hőkárosodás), $E_R = 14 \text{ mW m}^{-2}$.

Egyszerűsítő feltételezések

Effektív sugársűrűség (kék fény),

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

Effektív sugársűrűség (hőkárosodás),

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

Összevetés expozíciós határértékekkel

a határérték		
Az expozíciós határérték: $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$ → MPE időtartam > 8 óra
b határérték		
Az expozíciós határérték: $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 176 \text{ mW m}^{-2}$ → MPE időtartam > 8 óra
d határérték		
Az expozíciós határérték: $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_B = 55 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Az expozíciós határérték nincs átlépve
g határérték		
Az expozíciós határérték: $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 255 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Az expozíciós határérték nincs átlépve

D.1.22. Fémhalogén fényforrást tartalmazó utcai lámpa



Az utcai lámpa egy ezüstözött fém zsalukkal körülvett burkolatba szerelt, 150 wattos fémhalogén fényforrást tartalmaz. A zsaluk lefelé néznek; a távolság közöttük 2,5 cm. Maga a fényforrás körülbelül 1 x 2 cm méretű, és egy 8 x 5 cm-es burkolatba van szerelve. A teljes világítótestet körbeveszi egy henger alakú, az időjárásnak ellenálló műanyag tok. A forrás nem homogén; legfényesebb része a belső izzó. A fényforrásba lehetséges közvetlenül beletekinteni, abban az esetben, ha a szemlélő a zsaluk között egy bizonyos szögben néz át.

Az expozíciós határértékek kiválasztása

A lehetséges veszélyek a látható vagy ultraibolya hullámhosszú sugárzásnak való expozícióból adódnak. A fémhalogén fényforrások igen nagy mennyiségű ultraibolya sugárzást bocsáthatnak ki. A példában szereplő fényforrás külső burkolattal rendelkezik, amely csökkentheti a sugárzás mértékét, valamint a fényforrás is egy, a sugárzást csökkentő belső burkolattal van ellátva. Mindezek ellenére a világítótest kibocsáthat annyi UV-A sugárzást, amely már problémákat okozhat. A **b**, **d** és **g** határérték alkalmazandó.

Geometriai tényezők

Mivel a fényforrás burkolatát a tervek szerint a lámpaoszlop tetején helyezik el, az expozíció a legrosszabb esetben (azaz amikor a szemlélő közvetlenül, a zsalukon keresztül

tekint a forrásba) is csak körülbelül 7 m-es távolságban lehetséges. Ennek ellenére a spektrális besugárzott felületi teljesítmény mérése a lámpától 100 cm-re történik, felfelé, a zsalukon keresztül beletekintve.

Az ív átlagos mérete: 1,5 cm.

Ezért: $\alpha = 0,015$ rad.

A forrás felülete: 2 cm².

Ezért: $\omega = 0,0002$ sr.

Ezért: $\omega_b = 0,01$ sr és $\omega_r = 0,0002$ sr.

Előzetes értékelés

A jó megvilágításra vonatkozó effektív besugárzott felületi teljesítmény mérése megtörtént, értéke 327 mW m⁻². Eszerint a fénysűrűség 223 lux.

E forrás fénysűrűsége tehát $223/0,0002 = 1\,115\,000$ cd m⁻².

A recehártya károsodása veszélyének további értékelése szükséges; a potenciális UVR-veszélyt még értékelni kell.

Radiometriai adatok

Az effektív besugárzott teljesítmény mért adatai:

Effektív besugárzott felületi teljesítmény: $E_{\text{eff}} = 7 \mu\text{W m}^{-2}$

UV-A besugárzott felületi teljesítmény $E_{\text{UVA}} = 29 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény),
 $E_b = 86 \text{ mW m}^{-2}$

Effektív besugárzott felületi teljesítmény (hőkárosodás),
 $E_r = 1323 \text{ mW m}^{-2}$

Egyszerűsítő feltételezések

Effektív sugársűrűség (kék fény),
 $L_b = 86 \text{ mW m}^{-2} / 0,01 \text{ sr} = 8,6 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Effektív sugársűrűség (hőkárosodás),
 $L_r = 1323 \text{ mW m}^{-2} / 0,0002 \text{ sr} = 6,7 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Összevetés expozíciós határértékekkel

a határérték		
Az expozíciós határérték: $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 7 \mu\text{W m}^{-2}$ → MPE időtartam > 8 óra
b határérték		
Az expozíciós határérték: $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 29 \text{ mW m}^{-2}$ → MPE időtartam > 8 óra
d határérték		
Az expozíciós határérték: $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 8,6 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Az expozíciós határérték nincs átlépve
g határérték		
Az expozíciós határérték: $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_r = 6,7 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → Az expozíciós határérték nincs átlépve

D.1.23. A példák adatainak összefoglalása

A fent megadott 18 példában bemutatott adatok összevethetők az expozíciós határértékekkel: az effektív sugársűrűséget vagy a 8 órás sugársűrűséget el kell osztani

a megfelelő expozíciós határértékkel. Ezeket az értékeket lásd lent: azok az értékek, amelyek alacsonyabbak az expozíciós határérték 1%-ánál, nem kerültek további részletezésre. Az 1-nél nagyobb értékeket piros szín jelöli.

Forrás	Távolság	Veszélyességi érték (a kibocsátás és az expozíciós határérték hányadosa)				
		Fénysűrűség	Effektív UV sugárzás (a határérték)	UV-A (b határérték)	Kékfény-veszély (d határérték)	A recehártya hőkárosodásának veszélye (g határérték)
Fluoreszcens térvilágító lámpák (ernyő mögött)	100 cm	0,15	<0,01	0,05	0,01	<0,01
Fluoreszcens térvilágító lámpa (ernyő nélkül)	100 cm	3,7	0,58	0,35	0,19	<0,01
Négy fluoreszcens térvilágító lámpa (ernyő nélkül)	100 cm	2,8	1,0	0,33	0,13	<0,01
Katódsugaras megjelenítő egység	10 cm	<0,01	0,12	0,02	<0,01	<0,1
Hordozható számítógép kijelzője	10 cm	<0,01	0,07	0,01	<0,01	<0,01
Fémhalogén fényszóró	100 cm	15000	0,1	2,6	2,3	1,08
Kompakt fluoreszcens fényszóró	100 cm	6,4	0,01	<0,01	0,15	<0,01
Rovarirtó	100 cm	nincs adat	0,01	0,10	<0,01	<0,1
Volfrám halogén spotlámpa	100 cm	33,1	0,03	0,04	0,13	0,01
Lokalizált világítást adó fényforrás	50 cm	3,7	0,05	0,05	<0,01	<0,01
Lokalizált világítást adó fényforrás (nappali fény spektruma)	50 cm	600	0,11	0,08	0,14	0,19
Fénymásológép	30 cm	0,96	0,01	0,06	0,06	<0,01
Asztali kivetítő	200 cm	2000	0,03	<0,01	2,2	0,89
Hordozható kivetítő	200 cm	233	<0,01	<0,01	0,44	0,10
Interaktív tábla	200 cm	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Kompakt fluoreszcens térvilágítás	100 cm	20	0,04	0,16	0,16	<0,01
LED-kijelző	0,5 cm	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Digitális személyi asszisztens	2 cm	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
UV-A feketefény-forrás	50 cm	nincs adat	0,03	0,51	<0,01	<0,01
Utcai lámpa	100 cm	112	<0,01	0,08	0,09	0,02

A táblázatból látható, hogy minden olyan esetben, ahol a forrás fénysűrűsége $< 10^4$ cd m⁻², a recehártýára vonatkozó expozíciós határértékek (**d** és **g**) egyikének átlépése sem történik meg. Azokban az esetekben is, ahol a forrás fénysűrűsége meghaladta a 10^4 cd m⁻², a legtöbb forrásról bebizonyosodott, hogy nem veszélyeztetik a recehártýát.

A fentebb megvizsgált példák közül csak a fémhalogén fényszóróról és az asztali kivetítőről bizonyosodott be, hogy fennáll a lehetősége az expozíciós határértékek túllépésének. A legtöbb esetben ezek a recehártýa védelme érdekében meghatározott expozíciós értékek voltak; a további számítások (lásd az egyes példákat) azt mutatják, hogy az elkerülő reakcióknak és az eredeti értékelés túlzottan konzervatív feltételeinek köszönhetően nem valószínű, hogy megtörténik az expozíciós határértékek túllépése. Ez nem jelenti azt, hogy e forrásokat nem kell megfelelő óvatossággal kezelni, mivel lehetséges, hogy az elkerülő reakciók nem működnek. Amennyiben egy forrás

a perifériális látómezőben helyezkedik el, az elkerülő reakciók nem feltétlenül lépnek működésbe. Ennek következtében megtörténhet az expozíciós határértékek túllépése.

Két igen hasonló, fluoreszcens fényforrásokat tartalmazó, elöl nyitott, mennyezetre szerelt világítótestet vizsgáltunk. Megjegyzendő, hogy 1100 – 1200 lux világítási erősség mellett az egyik világítótest által kibocsátott UV sugárzás az effektív UVR-határérték közelében volt, míg a másik sugárzása nem. A különbség oka az, hogy a fluoreszcens fényforrások más gyártótól származnak, és azt mutatja, hogy a látszólag egyforma fényforrások is igen különböző mértékben bocsátanak ki nem szándékolt sugárzást.

A hasonló forrásokból származó eltérő mértékű sugárzást mutatja a két megvizsgált kivetítő összehasonlítása is. Bár az asztali kivetítő kisebb teljesítményű (a forrás felületével kapcsolatos feltételezések mellett), láthatólag veszélyesebb, mint a hordozható kivetítő.

D.2. Lézershow



A lézereket az 1970-es évek óta használják szórakoztatás céljára, élő és zenei felvételek aláfestésére. A legsúlyosabb aggály az, hogy a közönség expozíciójának mértéke meghaladja az expozíciós határértéket. Az irányelv azonban csupán a munkavállalók expozíciójának figyelembevételét követeli meg. A példa egy ideiglenes rendezvény keretében rendezett lézershow eszközeinek beszerelését és működését vizsgálja. Az alapelgondolások azonban bármilyen típusú lézershow-ra vonatkozathatók.

D.2.1. Veszélyek és a veszélyeztetett személyek

Egyetlen veszélyforrás került vizsgálatra: a lézersugár. Az egyéb veszélyek nagyobb kockázattal sérülés vagy akár halál kockázatával járnak.

Számos lézershow során használnak a 4. kategóriába tartozó lézereket. A sugárzott teljesítmény definíció szerint meghaladja az 500 mW-ot. A szem egyszeri, véletlenszerű expozícióját feltételezve az expozíciós határérték meghatározható az irányelv II függelékének 2.2. táblázata alapján.

Az ELV a 400 és 700 nm közötti hullámhosszak esetében $18 t^{0,75} \text{ J m}^{-2}$. A $t = 0,25 \text{ s}$ behelyettesítéssel kiszámolt expozíciós határérték $6,36 \text{ J m}^{-2}$. Mivel a lézersugár valószínűleg folytonos sugár, a besugárzottságot javasolt az expozíciós időtartammal (0,25 s) elosztani, és így kiszámítani a besugárzott felületi teljesítményt. Eszerint a besugárzott felületi teljesítmény formájában megadott ELV $25,4 \text{ W m}^{-2}$.

A szem látható lézersugaraknak való expozíciója esetében a határolónyílás 7 mm. Következésképpen lehetséges meghatározni azt – a 7 mm-es nyílásra vonatkozó – legnagyobb megengedhető teljesítményt, amelynél még nem történik meg az ELV túllépése. Ez az érték az ELV és a 7 mm-es nyílás területének szorzata. A feltételezés szerint a nyílás kör alakú, ezért területe $3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$. A $25,4 \text{ W m}^{-2}$ és a $3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ szorzata körülbelül 0,001 W, azaz 1 mW.



Az ELV legalább 500-szoros – azaz az 1 mW fölötti mW-ok számával azonos mértékben – lesz túllépve, abban az esetben, ha a lézersugár átmérője 7 mm vagy kisebb.

Az értékelés azt mutatja, hogy a sugarat nem szabad a munkavállalók szeme felé fordítani, kivéve ha a sugárzás nagy mértékben széttart, és így a besugárzott felületi teljesítmény $25,4 \text{ W m}^{-2}$ alá csökken.

Az alábbi lista azokat a munkavállalókat sorolja fel, akik a lézer beszerelése során veszélynek lehetnek kitéve. Az életciklusnak csak azon szakaszait kell tekintetbe venni, amikor lézersugárzás történik.

A sugár beállítása

A lézert beszerelő mérnök
A lézer kezelője
A beszerelésben részt vevő mérnökök
Biztonsági személyzet
A helyszínen dolgozó személyzet

Lézershow

A lézer kezelője
Világítás- és hangtechnikai mérnökök
Előadók
Biztonsági személyzet
A helyszínen dolgozó személyzet
Kereskedők

A lézershow-k során ritkán alkalmaznak statikus lézersugarakat. A mintázatot a lézersugár mozgásával generálják, általában számítógép által vezérelt merőleges helyzetű, galvanométerrel ellátott tükrökkel szabályozzák. Azonban számos mintázat esetében ugyanazt a pontot kell ismételtelen pásztázni, így egy adott személy szemébe – ahogy a minta áthalad az arcán – érkezik több, robbanásszerű lézerimpulzus.

Impulzusrendszerű lézer használata esetén az értékelés során tekintetbe kell venni, hogy a hozzáférhető helyeken a lézersugárzás egy impulzusából, valamint egy impulzussorozatból származó expozíció meghaladja-e az expozíciós határértéket.

D.2.2. A kockázatok értékelése és a prioritási sorrend felállítása

A lehetséges expozíció és az ELV összevetésével történő értékelés megmutatja, hogy fennáll a valószínűsége annak, hogy az ELV átlépése megtörténik. Egy 500 mW-os

lézer esetében meghatározható az is, hogy mennyi idő szükséges ahhoz, hogy a biztonsági intézkedések hatékonyak legyenek. Az EC TR 60825-3 javasolja, hogy tekintetbe kell venni azt az időt, amely a hibaállapot kialakulása és a biztonsági intézkedés hatékonnyá válása között eltelik.

Feltételezve azt, hogy a sugár 500 mW-os, a besugárzott felületi teljesítmény $0,5 \text{ W}/3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ vagy körülbelül $13\,000 \text{ W m}^{-2}$. Mivel az ELV-k a 10 s-nél rövidebb időtartamú expozíciók esetében besugárzottságban (J m^{-2}) kerülnek meghatározásra, a besugárzott felületi teljesítményből – az expozíciós időtartammal történő szorzással – ki számítható a besugárzottság: $13\,000 \times t \text{ J m}^{-2}$.

A t értéke úgy határozható meg, hogy minden ELV esetében az egyenletet az idő függvényében meg kell oldani, egészen addig, amíg a t az ELV tartományán belül marad. Ez $3,8 \times 10^{-7} \text{ s}$, ha az ELV $5 \times 10^{-3} \text{ J m}^{-2}$ a 10^{-9} -tól az $1,8 \times 10^{-5} \text{ s}$ -ig terjedő időtartamon belül.



Egy 500 mW-os CW lézer esetében 0,38 μs -on belül kell hatékonyá válnia minden olyan biztonsági intézkedésnek, amely garantálja, hogy a szemre vonatkozó ELV átlépése nem történik meg.

Ez a következtetés azt mutatja, hogy a lézersugárnak való expozíciók elkerülése magas prioritás.

D.2.3. Döntés a megelőző lépésekről és intézkedés

Mivel a lézersugár a sérülés komoly kockázatát jelenti, fontos, hogy a szem expozíciójának kockázata a lehető legalacsonyabb legyen. Azonban a szándékolt szórakoztató hatás kiváltásához a lézersugárnak láthatónak kell lennie a levegőben vagy képernyőről való visszatükröződésként. Ezért a kockázatkezelés annak biztosítása, hogy a sugarak pályáján nincsenek munkavállalók. A kockázatkezelés javasolt módjai a következők:

A lézer kezelőit és a támogató személyzetet megfelelő oktatásban kell részesíteni.

A beállítás során a lehető legkevesebb személynek szabad jelen lennie.

Minden sugarat a nem foglalt területekre kell irányítani.

A lézereket és a további berendezéseket (ideértve a visszaverő tükröket is) megfelelő módon kell elhelyezni és rögzíteni ahhoz, hogy az előadás során ne mozdulhassanak el.

A sugarak pályáját fizikai eszközökkel kell blokkolni annak garantálására, hogy nem irányulnak olyan területekre, ahol személyek tartózkodnak. Szoftveres blokkolás csak abban az esetben használható, ha a szoftver tanúsítványa szerint megfelel a vonatkozó magas biztonsági szabványoknak.

A kezelőknek olyan pozíciót kell elfoglalniuk, hogy képesek legyenek ellenőrizni a sugarak pályáját, és szükség esetén meg tudják szakítani a sugárzást.

Külséri működtetés esetén tekintetbe kell venni a légi forgalom biztonságát is. Ezzel kapcsolatban nemzeti követelmények lehetnek alkalmazásban.

D.2.4. Ellenőrzés és felülvizsgálat

A személyzetnek folyamatosan ellenőriznie kell a lézersugarak pályáit a beállítás és az előadás alatt, és készen kell állniuk arra, hogy szükség esetén megfelelően időzített korrekciót alkalmazzanak. Amennyiben a lézer állandó berendezés, szükséges lesz az értékelés időszakos felülvizsgálata, és adott esetben a show-k előtt alkalmazandó ellenőrzési listák is használhatók.

D.2.5. Következtetés

A show olyan megtervezése, amely garantálja, hogy nem történik meg a munkavállalók lézersugaraknak való expozíciója azt jelenti, hogy a részletes, általában összetett és időigényes, az ELV-k felhasználásával történő értékelésekre nincs szükség. A kezelők oktatásának és az egyértelmű biztonsági intézkedéseknek garantálniuk kell, hogy a munkavállalók esetében nem történik meg az ELV-k túllépése.

D.3. Az optikai sugárzás orvosi alkalmazásai

A gyógyászat területén a mesterséges optikai sugárzás forrásait igen változatos célokra használják. Egyes források – például a térvilágításhoz, vizuális kijelző berendezésekhez (lásd: fénykép), jelzőlámpákhoz, fényképezéshez, laboratóriumi elemzésekhez és járművek jelzőlámpáihoz használt források – általában más környezetekben is megtalálhatók, és jelen útmutató más pontjai tárgyalják azokat. E források esetében – ha a forrásokat nem módosították és nem lényegesen különböző módon használják – az expozíciók nem tekintendők alapvetően más jellegűnek, mint a többi, általánosabb környezetekben bekövetkező expozíciók.



Képernyők használata a radiográfiában

Van azonban igen nagy számú olyan speciális forrás, amelyet gyógyászati alkalmazásra terveztek. E források többek között a következők:

Lokalizált világítást adó fényforrások	Terápiás források
Műtőlámpák	Fényterápiás ultraibolya-források
Szülés levezetésénél használt lámpák	Fényterápiás kékfény-források
Spotlámpák	Fotodinamikus terápiás források
Röntgenfelvételek megtekintéséhez használt fényforrások	Fizioterápiás lézerek
Diagnosztikai fényforrások	Sebészeti lézerek
A magzat átvilágítására szolgáló fényforrás	Szemészeti lézerek
Réslámpák és egyéb szemészeti eszközök	Intenzív pulzáló fényforrások
Lézerdiagnosztikai eszközök, például retinaszkennerek	Vizsgálathoz használt speciális források
Woods-lámpák	Szoláris szimulátorok

D.3.1. Lokalizált világítás

A lokalizált világítást nyújtó legerősebb fényforrások általában a műtőben használatos lámpák. A D3.1. táblázat a műtőben használt lámpák több fajtájának értékelésére ad példát, és látható, hogy az egyik értékelt egység kékfény-veszélyt jelent abban az esetben, ha a szemlélő közvetlenül a forrásba tekint.



Példák a műtőben használatos fényforrásokra

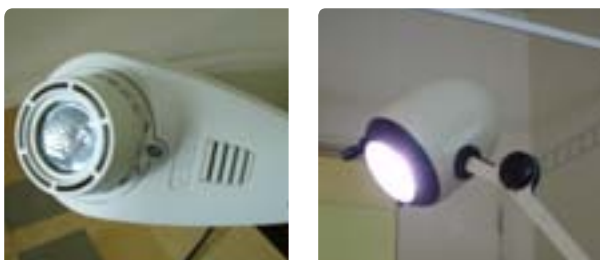
D.3.1. táblázat – A műtőlámpák értékelése, a forrásba történő közvetlen beletekintést feltételezve*

Forrás	Aktinikus UV-veszély	UV-A veszély	Kékfény-veszély	Egyéb optikai-sugárzás-veszélyek
Hanalux 3210	nincs	nincs	~30 perces közvetlen beletekintés esetén fennáll a túllépés lehetősége	nincs
Hanalux Oslo	nincs	a 8 órás expozícióra érvényes expozíciós határérték alatt	~30 perces közvetlen beletekintés esetén fennáll a túllépés lehetősége	nincs
Hanalux 3004	nincs	nincs	az ELV <20% -a	nincs
Martin ML702HX	nincs	nincs	az ELV <20% -a	nincs
Martin ML502HX	nincs	nincs	az ELV <20% -a	nincs
Martin ML 1001	nincs	nincs	az ELV <20% -a	nincs

* Az értékelés adatait a Medical Physics Department, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, London bocsátotta rendelkezésünkre.

Megjegyzendő, hogy a fényforrások fentről adnak világítást, és ezért valószínűtlen, hogy valaki közelről, közvetlenül a forrásba tekintsen. Emellett a fény erős, ezért kényelmetlen lenne hosszú ideig közvetlenül beletekinteni. Ennek következtében a gyakorlatban az expozíciók értéke jóval alacsonyabb a D.3.1. táblázatban szereplő értékekénél, így nem valószínű, hogy veszélyt jelentenek.

Az egészségügyi ágazatban jellemzően használt, lokalizált világítást adó egyéb fényforrások például a helyi világítást biztosító spotlámpák és a szülés levezetése során használt lámpák. A valószínűsíthető expozíciós forgatókönyvek tekintetében mindkét fényforrástípus a műtőben használt lámpákéhoz hasonló problémát vet fel. Mindkettő célzott sugárzást bocsát ki, amelyet helyi világítás biztosítására használnak, és valószínűtlen, hogy bárki hosszú időn keresztül a forrásba tekintene. Általánosságban elmondható, hogy a spotlámpák és a szülés levezetése során használt lámpák kimenete a műtőlámpákéhoz képest alacsonyabb, és ezen az alapon általában elfogadott, hogy nem jelentenek veszélyt.



Példák a szülés levezetése során használt fényforrásokra

Megvilágított nagyítókat gyakran használnak az orvosi gyakorlatban, és alapvető feladatuk, hogy lokalizált megvilágítást biztosítsanak egy nagyméretű nagyítóolencséhez, ahogy az az alábbi képen látható.



Megvilágított nagyító (Luxo Wave Plus)

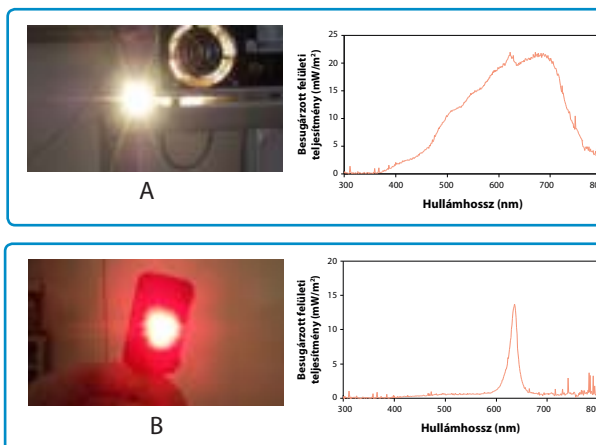
A Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust orvosi fizikai részlege által elkészített értékelés azt mutatja, hogy a Luxo Wave Plus fényforrás az ultraibolya és a látható hullámhossztartományokban bocsát ki sugárzást. Azonban

a közvetlen közelben történő folyamatos expozíció az aktinikus UV esetén nem fogja meghaladni az ELV-t. Habár jelentős mértékű kékfény-kibocsátás történik, ez nem haladja meg a vonatkozó ELV 1%-át. Jelentős UV-A- vagy hőkárosodás-veszély nem áll fenn. Valószínű, hogy a többi hasonló eszköz hasonlóan alacsony kockázatot jelent.

A röntgenképek megtekintésére szolgáló fényforrások viszonylag alacsony intenzitású, diffúz megvilágítást nyújtanak. A Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust orvosi fizikai részlege által elkészített értékelés azt mutatja, hogy a forrásba közvetlen közelről történő beletekintés – amely a forrás felhasználási módját tekintetbe véve valószínűleg gyakori – a kék fénynek való olyan mértékű expozíciót jelent, amely az expozíciós határérték kevesebb mint 5%-a. Az aktinikus UV, az UV-A és a hő kiváltotta mechanizmusok tekintetében nem áll fenn jelentős mértékű veszély.

D.3.2. Diagnosztikai célú világítás

A magzat átvilágítására szolgáló fényforrásokat rendszeresen használnak kórházakban; céljuk a diagnózis felállításának segítése a belső struktúrák megjelenítésével, valamint a véredények azonosítása. Ez azt jelenti, hogy e forrásoknak általában kis teret kell megvilágítaniuk, de eléggé intenzíveknek kell lenniük ahhoz, hogy áthaladjanak a szöveteken és láthatók legyenek a kimeneti oldalon.



A magzat átvilágítására szolgáló készülék és a mért kimeneti spektrumok. (A) Neonate 100. (B) Wee Sight™

A Neonate 100 eszköz kimeneti spektruma lefedi a teljes látható tartományt, és bizonyos mértékű UV-A és IR-A sugárzást is kibocsát. Az értékelések azt mutatják, hogy az UV-kibocsátás még közvetlen közelben bekövetkező expozíció esetében sem jelent veszélyt (D.3.2. táblázat). Azonban jelentős mértékű a kékfény-kibocsátás, és ez 10 percet

meghaladó időtartamú expozíciók esetén veszélyt jelent. Ahogy az a fenti fényképen látható, a forrás rendkívül fényes, és várható, hogy a szokásos elkerülő reakció az egyes expozíciók időtartamát 0,25 másodpercre korlátozza. Ezek a munkanap során kumulálódnak, azonban az eszköz teljes használati ideje viszonylag rövid, így várhatóan még a pesszimistán feltételezett kumulatív expozíció sem haladja meg az ELV 5%-át. A látható és a közeli infravörös

hullámhossztartományban kibocsátott erős sugárzás miatt a recehártya hőkárosodásának veszélyét is értékelni kell. Ezt a veszélyt azonban az elkerülő reakció korlátozza, és az ELV 2%-át abban az esetben sem haladja meg, ha a személy hosszú időn keresztül a forrásba tekint – ami igen kellemetlen. A Wee Sight™ eszköz a LED-forrásokhoz hasonlóan viszonylag szűk tartományban bocsát ki sugárzást, és várhatólag nem jelent semmiféle optikai veszélyt.

D.3.2. táblázat – A magzat átvilágítására szolgáló fényforrások értékelése*

Forrás	Aktinikus UV-veszély	UV-A veszély	Kékfény-veszély	Hőkárosodás veszélye
Neonate 100	nincs	nincs	az ELV < 5%-a	az ELV < 2%-a
Wee Sight™	nincs	nincs	nincs	nincs

*A méréseket a Royal Berkshire NHS Foundation Trust (Reading) Sugárvédelmi Osztálya végezte el.

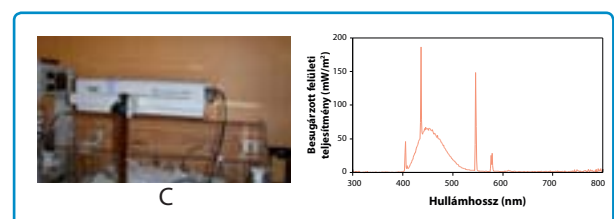
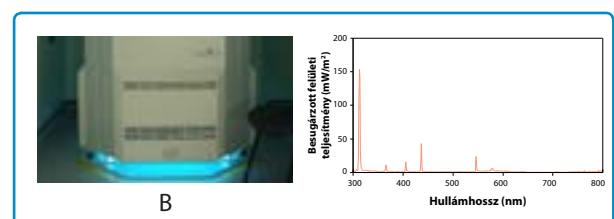
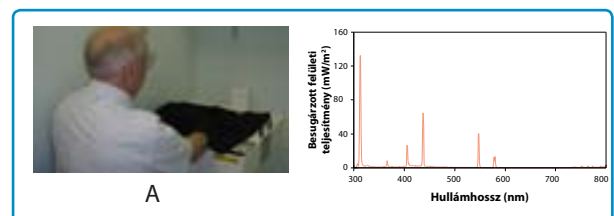
A réslámpák és az egyéb szemészeti műszerek réslámpát tartalmaznak, de szemészeti vizsgálatok során kerülnek alkalmazásra, és ezért minimális veszélyt jelentenek. Emellett nagymértékben irányítottak, és ennek következtében nem valószínű, hogy jelentős, nem szándékolt munkahelyi expozíciót okoznának. Ugyanígy, a diagnosztikus felállítását segítő szemészeti műszerek (például a retina-skenner) tartalmazhatnak lézerforrásokat, de értékelésük a szándékolt expozíció tekintetében történt, és általában az 1. osztályba tartoznak. Ennek következtében a személyzet veszélyes expozíciójának kockázata minimális.

A diagnosztikai célokra használt Woods-lámpák elsősorban Woods-üvegszűrőt tartalmazó higanylámpák, ahol a szűrő megakadályozza a rövid hullámhosszú UV és a látható sugárzás kibocsátását. Ennek következtében ezek az eszközök UV-A veszélyt jelentenek, és – a szűrés hatékonyságától függően – aktinikus UV kockázatával is járhatnak. A Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust orvosi fizikai részlege által elkészített értékelés azt mutatja, a Woods-lámpa kimenetének való, több mint 50 perc időtartamú közvetlen expozíció során megtörténik az UV-A-ra vonatkozó ELV túllépése. Ugyanezen értékelés kimutatta, hogy 7,5 óránál hosszabb időtartam lenne szükséges az aktinikus UV esetében meghatározott ELV túllépéséhez, míg a többi optikai sugárzási veszély jelentéktelen. A Woods-lámpákat vizsgálatokhoz használják, és a kezelők oktatásának, valamint az egyéni szemvédő felszerelés viselésének együttes alkalmazása korlátozza mind a forrásnak való közvetlen kitettséget, mind a szórt UV-A-nak való expozíciót. Figyelembe véve azt, hogy az aktinikus UV esetében az ELV meghaladása csak a közvetlen sugárzásnak való hosszú időtartamú expozíció után

történik meg, nem valószínű, hogy a szórt aktinikus UV jelentős mértékű veszélyt jelentene.

D.3.3. Terápiás források

Többféle forrást használnak fényterápiás kezelésekhez. Az ultrabolya fényterápiás forrásokat a bőr kezelésére használják, míg a kék fényű fényterápiás forrásokkal általában az újszülöttek sárgaságát kezelik (az újszülöttek 60%-a szenved ebben).



Fényterápiás eszközök és a mért kimeneti spektrumok.
(A) Waldmann UV 7001 UVB. (B) Waldmann UV 181 BL.
(C) Dräger PhotoTherapy 4000

A fenti spektrum mutatja, hogy az ultraibolya fényterápiás források (A és B példa) általában erős sugárzást bocsátanak ki az UV hullámhossztartományban, és ugyanakkor a látható tartományban (különösen a spektrum kék végén) is sugározhatnak. Ahogy várható, a veszély értékelése (D.3.3. táblázat) azt mutatja, hogy az ezekből az egységekből

adódó alapvető veszélyek az aktinikus UV vagy az UV-A sugárzashoz kapcsolódnak. A C példa mutatja a kék fényű fényterápiás forrásból származó sugárzás spektrumát, és – ahogy az várható – ez a látható tartomány kék régiójában bocsát ki erős sugárzást, és keveset (vagy egyáltalán nem) az ultraibolya és a közeli infravörös tartományban.

D.3.2. táblázat – A fényterápiás eszközök értékelése

Forrás	Aktinikus UV-veszély	UV-A veszély	Kékfényveszély	Egyéb optikaisugárzás-veszélyek
Waldmann UV 7001 UVB*	~ 5 óra alatt átléphető	az expozíciós határérték alatt	az expozíciós határérték alatt	nincs
Waldmann TL01 UV5000**	~ 7,5 óra alatt átléphető	az expozíciós határérték alatt	nincs	nincs
Waldmann UV6 UV5001BL**	~ 4 óra alatt átléphető	az expozíciós határérték alatt	nincs	nincs
Waldmann UV 181 BL*	az expozíciós határérték alatt	az expozíciós határérték alatt	az expozíciós határérték alatt	nincs
Waldmann UV 7001 UVA**	nincs	~ 5 óra alatt átléphető	az expozíciós határérték alatt	nincs
Sellamed UVA1 24000**	nincs	~ 45 perc alatt átléphető	az expozíciós határérték alatt	nincs
Draeger 4000**	nincs	az expozíciós határérték alatt	az expozíciós határérték alatt	nincs

* A méréseket a Royal Berkshire NHS Foundation Trust (Reading) Sugárvédelmi Osztálya végezte el.
** Az értékelés adatait a Medical Physics Department, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, London bocsátotta rendelkezésünkre.

A leggyakrabban használt ultraibolya-fényterápiás kabinok nem teszik lehetővé a közvetlen sugárzashoz való hozzáférést addig, amíg a berendezés működésben van. Előfordulhat azonban szivárgás (lásd az A példát fent), amely a személyzetre nézve jelenthet problémát. A kabin teteje sok esetben nyitott, hogy biztosítsa a levegő áramlását és csökkentse a páciens a bezártságérzetét. Ennek következtében a mennyezetről jelentős mennyiségű UV sugárzás szóródhat szét. Általában a veszély viszonylag alacsony, mivel a személyzet valószínűleg nem áll a kabin közelében a működés teljes ideje alatt. Azonban fennáll az UV sugárzásnak való kumulatív expozíció hosszú távú hatásaiból eredő kockázat – ez minimalizálható egyszerű műszaki eszközök használatával, amelyek többek között a következők: kijelölt terápiás helyiségek, a kabin körül elhelyezett függönyök és távvezérléses ellenőrző munkaállomások. A fenti (A) példa esetében a kabin körül elhelyezett függöny az aktinikus UV-re vonatkozó ELV eléréséhez szükséges időtartamot 5 órától csaknem 13 órára emelte. Bizonyos egyéb fényterápiás eszközök, például a (B) példában mutatott, a kéz és az arc expozícióját szolgáló egység használatánál a személyzet expozíciójának minimalizálásához az eljárás igen nagyfokú szabályozására van szükség. Ebben az esetben a személyzet

fekete színű törülközőket helyez a használatban lévő egységre, s ezzel csökkenti a szórt UV sugárzás jelenlétét a környezetben. Ez az eljárás helyettesíthető azzal, hogy az egységet egy elfüggönyözött kabinban helyezik el. Egyes esetekben a kórházi személyzetnek a minőségbiztosítási ellenőrzés során hozzá kell férnie a kezelőberendezéshez. A biztonsági intézkedések megkövetelhetik tőlük UV arcvédő maszk, megfelelő kesztyű és ruházat alkalmazását. Amennyiben különösen meghatározó szerepe van az eljárási eszközöknek, ezt egyértelműen dokumentálni kell.

A kék fényű fényterápiás egységeket az újszülöttek ágyai fölött helyezik el, általában 0,3 m-es magasságban. Ez általában megakadályozza azt, hogy a személyzet közvetlenül a forrásba tekintsen; emellett a csecsemők rendszeres ellenőrzése óránként körülbelül 10 percet vesz igénybe, tehát a személyzet expozícióját ez is korlátozza. Az expozíció így az egyes részlegeken gyakorlatnak számító 12 órás műszakok esetében sem haladja meg az ELV 1%-át.

A fotodinamikus terápiák optikai sugárzást alkalmaznak bizonyos fotokémiai reakciók kiváltására, és gyakran foglalnak magukban kémiai fényérzékenyítő anyagokkal

történő előkezelést. Az ultraibolya hullámhosszú sugarak legtöbbször igen hatékonyan képesek a fényérzékenyítő anyagokat gerjesztett állapotba hozni, de ezeket a sugarakat általában nem használják, mivel a szöveten igen kevéssé hatolnak át. Valószínű, hogy a személyzetre – akik nem voltak kitéve a fényérzékenyítő anyagnak – az expozíció sokkal gyengébb hatással van, bár ennek biztosítására megfelelő intézkedéseket kell tenni.



Fotodinamikus terápia forrásai. (A) UV-X. (B) Aktelite CL128

D.3.2. táblázat – Fotodinamikus források értékelése

Forrás	Aktinikus UV-veszély	UV-A veszély	Kékfény-veszély	Hőkárosodás veszélye
UV-X	az expozíciós határérték alatt	az expozíciós határérték alatt	nincs	nincs
Aktelite CL128 lámpa*	nincs	nincs	az ELV < 3%-a	nincs

* Az értékelés adatait a Medical Physics Department, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, London bocsátotta rendelkezésünkre.

A D.3.4. táblázatban bemutatott értékelések mutatják, hogy a fotodinamikus források várhatólag csekély veszélyt jelentenek, ha a kitett személy nem érintkezik fényérzékenyítő anyagokkal.

A 3.B. osztályba tartozó lézereket fizioterápia során használhatják arra, hogy közvetlenül energiát juttassanak a sérült szövetekbe. Az ilyen lézerek veszélyt jelentenek a szemre (általában a rezhártya hőkárosodásának veszélyét), de az esetek többségében igen széttartók, és így csak viszonylag rövid távolságon belül veszélyesek. A kockázatkezelés eszköze általában eljárási eszközök alkalmazása (elfüggönyözött kabinok, jelölések és a személyzet oktatása) és a szemet a lézer ellen védő felszerelés alkalmazása.

A sebészeti lézereket széles körben használják, több eljáráshoz. Ezek általában olyan, a 4. osztályba tartozó eszközök, amelyek komoly veszélyt jelentenek a szemre és a bőrre. A kockázatok ebben az esetben is eljárási eszközökkel és egyéni védőeszközök használatával kezelhetők. Bizonyos esetekben a lézert egy, a testbe vezetett endoszkópon átvezetett szálon keresztül juttatják el az adott pontba. Ilyenkor a kockázat általában nagymértékben csökken – abban az esetben, ha a szál nem törik meg. Lézereket gyakran használnak a szemészetben is; ezek általában a 3.B. vagy a 4. osztályba tartoznak. Ahogy a lézerek egyéb gyógyászati alkalmazása esetén is, a szem – és adott esetben a bőr – sérülésének kockázatát eljárási eszközökkel és egyéni védőfelszerelés használatával kezelik.

Mivel fennáll a lehetősége annak, hogy az endoszkóp szálán keresztül visszaverődések továbbítódna, megfelelő szűrők használata szükséges, és/vagy az endoszkópot kamerán keresztül kell nyomon követni.

Intenzív pulzáló fényforrásokat gyakran alkalmaznak a bőr kezelésére. Ezekben az eszközökben általában xenon villanófény található, amelynek szűrője elnyeli a spektrum ultraibolya-szakaszának rövidebb hullámhossztartományába tartozó sugárzást. Mivel a sugárzás felső pontján nagy a teljesítmény, ezeknek az eszközöknek a használata a szem és a bőr hőkárosodásának veszélyével jár. A kockázatok kezelése általában a személyzet közvetlen kimenetnek való expozíciójának elkerülését célzó eljárási eszközök alkalmazásával, és egyéni szemvédő felszerelés használatával történik. A szűrés minőségétől függően az ilyen eszközök kékfényveszélyt is jelenthetnek.

D.3.4. Speciális vizsgálati források



Szoláris szimulátor képe

Diagnózis és kutatás céljára az orvostudomány különböző ágaiban többféle, vizsgálatra használt speciális forrást is alkalmaznak. Ezeket általában eseti alapon értékelik. Az alábbi, D.3.5. táblázatban bemutatott példák szemléltetik, hogy a szélessávú források esetében (pl. szoláris szimulátor) szükséges lehet több lehetséges optikaisugárzás-veszélyre elvégezni az értékelést.

D.3.5. táblázat – Szoláris szimulátor értékelése*

Forrás	Akutinikus UV-veszély	UV-A veszély	Kékfény-veszély	Egyéb optikaisugárzás-veszélyek
Oriel 81292 szoláris szimulátor: közvetlen expozíció	~ 6 perc alatt átléphető	~ 3 perc alatt átléphető	az expozíciós határérték alatt	nincs
Oriel 81292 szoláris szimulátor: testről visszaverődve	az expozíciós határérték alatt	az expozíciós határérték alatt	az expozíciós határérték alatt	nincs

* Az értékelés adatait a Medical Physics Department, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, London bocsátotta rendelkezésünkre.

Az orvosi gyakorlatban a lokalizált és a diagnosztikus célú világítás rendes használat mellett általában nem jelent nagy kockázatot.

A terápiás források bizonyos körülmények között lehetnek veszélyesek. E források között több olyan található, amely az ultrabolya és kékfényveszéllyel járó tartományokban képes olyan expozíciót kiváltani, ahol a munkanap során az expozíciók kumulálódnak, és hosszú távon egészségkárosodás kockázatát jelentik. Ezért az expozíciók értékelése során fontos, hogy valószerű expozíciós forgatókönyvek kerüljenek értékelésre, és hogy az összes expozíció értékelésénél megtörténjen a munkaritmus figyelembevétele is. Ha jelentős mértékű kockázatok kerülnek azonosításra, azokat – ahol csak lehetséges – a sugárzásához való hozzáférés korlátozásával kell kezelni. Amennyiben eljárási eszközöket kell alkalmazni, azoknak szigorúaknak és írásban rögzítetteknek kell lenniük.

D.4. Vezetés munkavégzés közben

A munkavégzés során az embereket gépkocsiból eredő optikai sugárzás érheti, amikor:

- vezetnek
- az út mellett végeznek munkát (pl. közúti rendőrök és útépítő munkások)
- gépkocsikat szervizelnek és javítanak műhelyekben.



Ahogy az eredmények mutatják majd, az első két példa triviális szintű: az expozíció csökkentése miatt nem szükséges a láthatóság vagy a közúti biztonság veszélyeztetése. A gépkocsik szervizelése és javítása során bekövetkező, az expozíciós határértékeket meghaladó optikai sugárzásnak való potenciális expozíció a megfelelő munkafolyamatokkal és helyi szabályokkal kezelhető.

Az optikai sugárzásnak való expozíció mértékének meghatározásához négy gépkocsi értékelését végezték el:



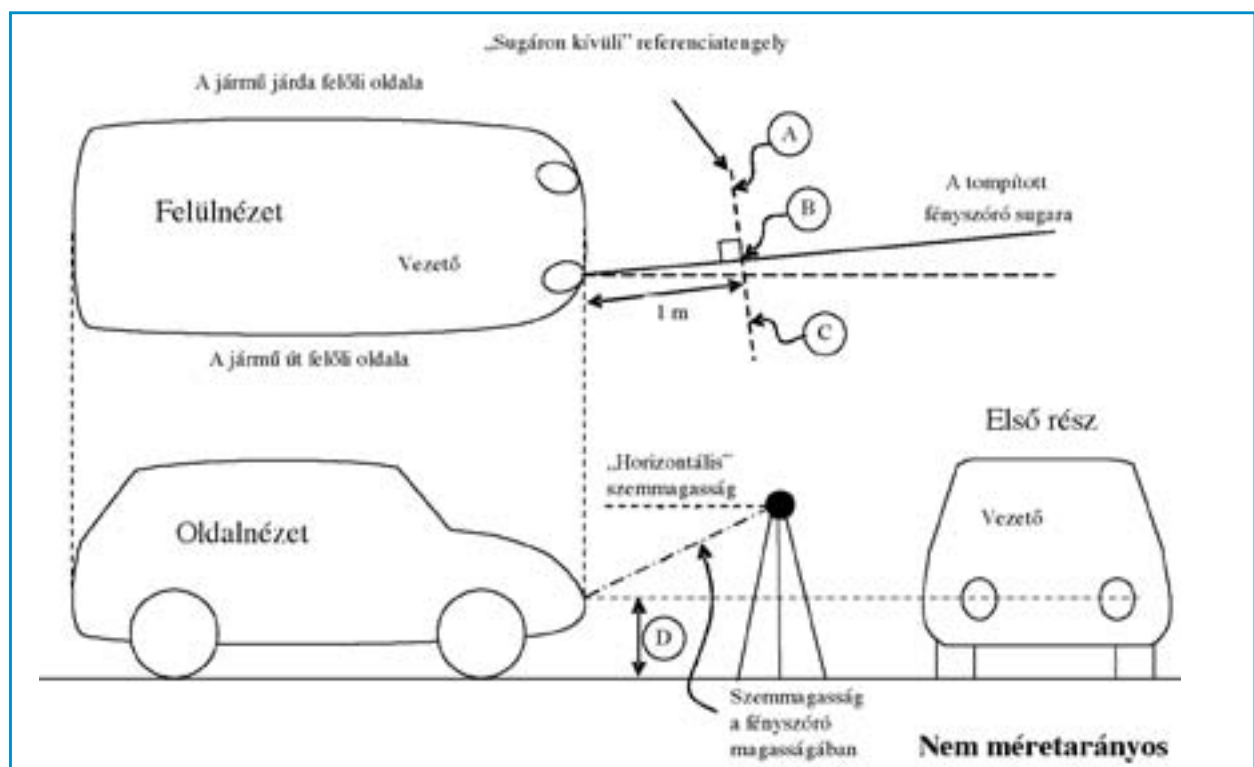
- nagy teljesítményű Mazda RX8 Xe fényszórókkal;
- közepes családi autó: Mercedes A180;
- Compact Fiat 500;
- LDV minibusz.

Az értékelés körülményei úgy kerültek kiválasztásra, hogy az előrelátható munkahelyi expozíció legrosszabb esetét reprezentálják: lásd a D.4.6. táblázatot és a D.4.1. ábrát.

D.4.6. táblázat – A személygépkocsi világítása értékelésének körülményei

	Helyzet a lámpához képest	Távolság	Mikor valósulhat meg az expozíció
Fényszóró: tompított és országúti	A lámpa magassága: a szemlélő közvetlenül a sugárba tekint	0,5 m, 1 m, 2 m és 3 m	Szervizelés és javítás: a gépkocsi megemelt rakfelületen Vezetés
	Szemmagasság	A lámpára tekintve Vízszintes irányban tekintve	1 m
Index-, fék-, tolató- és ködlámpák	A lámpa magassága: a szemlélő közvetlenül a sugárba tekint	0,5 m	Vezetés Szervizelés és javítás: Útépítő munkások, közlekedési rendőrök

D.4.1. ábra: A gépkocsi világítása értékelésének sematikus ábrája



Az autó lámpái spektrális besugárzott felületi teljesítményének és egyedi konfigurációjának mért értékei alapján történt az optikaisugárzás-veszélyek felmérése és az expozíciós határértékekkel (ELV) történő összevetés.

D.4.7. táblázat – Az autó világításából adódó optikaisugárzás-veszélyek összefoglalása

Veszély	RX8	A180	F500	LDV
aktinikus UV	nincs	nincs	nincs	nincs
UV-A	nincs	nincs	nincs	nincs
kék fény	Túllépése lehetséges: a részleteket lásd a D.4.8. táblázatban.	Túllépése lehetséges: a részleteket lásd a D.4.8. és D.4.9. táblázatban.	Túllépése lehetséges: a részleteket lásd a D.4.8. táblázatban.	Túllépése lehetséges: a részleteket lásd a D.4.8. táblázatban.
recekártya égési sérülése	az ELV < 30%-a	az ELV < 10%-a	az ELV < 3%-a	az ELV < 2%-a

D.4.8. táblázat – Az autó fényszórója által kiváltott kékfény-veszély

A kék fényre vonatkozó ELV túllépéséhez szükséges idő	RX8	A180	F500	LDV
A lámpa magassága: a szemlélő közvetlenül a sugárba tekint	~ 3 perc	~ 5 perc	~ 30 perc	~ 1 óra
Szemmagasság: a szemlélő a sugárra tekint	~ 2 óra	~ 8 óra	>8 óra	>8 óra
Szemmagasság: vízszintes irányban tekintve	>8 óra	>8 óra	>8 óra	>8 óra

D.4.9. táblázat – Kékfény-veszély a Mercedes A180 világítása esetében

A gépkocsi lámpái	A kék fényre vonatkozó expozíciós határérték túllépéséhez szükséges idő		A túlzott mértékű expozíció kockázata
Fényszóró, a lámpa 1 m-es magasságban, a szemlélő közvetlenül a sugárba tekint a D.4.1. ábrán a B pozíció	tompított	~ 45 perc	Nem valószínű; az igen erős fényre adott elkerülő reakció megakadályozza azt, hogy a szemlélő közvetlenül a sugárba tekintsen. A munkafolyamatokat úgy kell módosítani, hogy minimalizálják a szükségtelen expozíciót.
	országúti	~ 15 perc	
Fényszóró, a lámpa 1 m-es magasságban, a szemlélő közvetlenül a sugárba tekint – a D.4.1. ábrán az A és C (=0,5 m) pozíció	tompított	>8 óra	nincs
	országúti	>8 óra	
Fényszóró, 1 m-es szemmagasságban, a szemlélő a lámpára tekint	tompított	>8 óra	nincs
	országúti	>8 óra	
Fényszóró, 1 m-es szemmagasságban, a szemlélő vízszintes irányba néz	tompított	>8 óra	nincs
	országúti	>8 óra	
Ködlámpa	>8 óra		nincs
Féklámpa	>8 óra		nincs
Indexlámpa	>8 óra		nincs
Tolatólámpa	>8 óra		nincs

Ha a szemlélő a fényszóró szintje magasságában közvetlenül a sugárba tekint, fennállhat a kékfény-veszély és a túlzott mértékű expozíció kockázata. A túlzott mértékű expozíció azonban nem valószínű, mert:

- az igen erős fényre adott elkerülő reakció megakadályozza, hogy a szemlélő hosszú ideig a sugárba tekintsen;
- a sugárzás középpontjától való elmozdulással gyorsan csökken a veszély szintje;
- a szemmagasságban a veszély szinte nagymértékben csökken.

Fontos

A gépkocsi világítása valószínűleg nem jelent UV-veszélyt, amennyiben a lámpa elülső üvege vagy szűrője sértetlen. Azonban az olyan gépkocsival végzett munka, amely lámpáján nincs, vagy sérült elülső üveg van, növelhet az UV sugárzásnak való expozíció veszélyét. A munkafolyamatokat úgy kell módosítani, hogy a munkavállaló elkerülje a sérült elülső üvegű vagy szűrőjű lámpának való expozíciót.

A fényszóró és a fényszóró optikájának módosítása megváltoztathatja a veszély szintjét.

Habár kicsi a kockázata annak, hogy a szemlélő közvetlenül a gépkocsi fényszórójába tekint, és ezzel túlzott expozíció történik, ahol lehetséges, a munkafolyamatokat úgy kell átalakítani, hogy a szükségtelen expozíció lehetősége minimális legyen.

A gépkocsik világítása az utakat használó személyek számára (ideértve a vezetőket, a közlekedési rendőröket és az útépítő munkásokat) várhatóan nem jár az optikai sugárzásnak való túlzott mértékű expozíció kockázatával. Azonban azok az egyedi műveletek, amelyekhez szükséges, hogy a munkavállaló a lámpa magasságában hosszabb ideig közvetlenül a fényszórába tekintsen, a kétfényveszély alacsony kockázatával járhat.

D.5. A hadsereg

A hadsereg igen sok esetben használ mesterséges optikai sugárzást kibocsátó forrásokat. A hadműveletek során a parancsnokoknak adott esetben döntést kell hozniuk egy fellépés veszélyeit és lehetséges hasznát mérlegelve: az expozíciós határértékek túllépésével járó alacsony kockázatot kell összevetniük az egyéb veszélyek jelentette kockázattal (ami súlyos sérülés vagy halál is lehet). A következő szakasz ezért kizárólag a hadműveleten kívüli esetekre nézve (ideértve a kiképzést is) nyújt útmutatást.

A mesterséges optikai sugárzás katonai felhasználása a következőket foglalhatja magában:

Keresőfények	
Katonai repülőterek világítása	
Infravörös távközlési rendszerek	
Infravörös célpontmegvilágítók	
Lézeres célmeghatározók	
Szimulációs fegyverrendszerek	
Infravörös ellencsapások	
Magnéziumvillanások	
Robbanásból származó optikai sugárzás	

A legtöbb alkalmazás esetében a mesterséges optikai sugárzásnak nyitott környezetben, a legtöbbször a szabadban kell végbemennie. Ez azt jelenti, hogy az optikai

sugárzás elkerítése (amely a szokásos prioritási sorrendben az első biztonsági intézkedés) nem megfelelő lépés. Igen nagy a kiképzés fontossága: a katonai személyzetet arra képzik ki, hogy engedelmességedjenek az utasításoknak és a parancsoknak.

Az irányelv 4. cikkében előírt kockázatértékelés elvégzése során tekintetbe kell venni a hadseregen belül és más- hol dolgozó munkavállalókat. Valószínűleg nem minden esetben biztosítható, hogy a lehetséges expozíciós szintek az expozíciós határértékek alatt maradjanak. Ezért ebben az ágazatban alkalmazzák – többek között – a valószínűségekre alapuló kockázatértékelés (PRA) megközelítést is. Ezzel a módszerrel számszerűsíthető 4. cikkben megfogalmazott követelményben szereplő „valószínű” kifejezés. A PRA részeként több érték használható. Azonban egy 10^{-8} -os valószínűségű esemény elfogadhatónak tekinthető, még olyan nem kívánatos eseménynél is, amely bekövetkezése esetén katasztrofális következményekkel járna.

Egy 10^{-8} -nál kisebb valószínűségű esemény nem tekinthető „valószínűnek”.

A PRA alkalmazása összetett, és speciális szaktudást igényel. A megközelítés azonban a hadsereg érdekét szolgálja annyiban, hogy megengedi mesterséges optikai sugárzás használatát olyan helyzetekben, amelyek kevésbé részletes értékelés mellett nem lennének elfogadhatónak tekinthetők.

D.6. Gázüzemű, fejmagasság fölé szerelt hőszugárzók

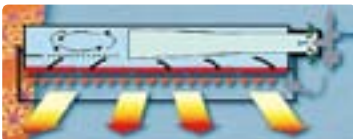
Az értékeléseket az ELVHIS európai szervezet bocsátotta rendelkezésünkre.



Az emberek ki lehetnek téve a gázüzemű, fejmagasság fölé szerelt hőszugárzókból származó optikai sugárzásnak, amely eszközök a következők fűtésére szolgálnak:

- ipari épületek
- középületek
- logisztikai épületek
- tűzoltóállomások
- kiállítótermek
- fedett sportlétesítmények
- éttermek, bárók teraszai stb.

A gyártó által nyújtott előírások szerint e hőszugárzókat a munkavállalók fölött, egy bizonyos minimális távolságban kell elhelyezni, hogy ne a szem és a szemlélt tárgy vonalában helyezkedjenek el.



Gázüzemű, fejmagasság fölé szerelt hőszugárzó (fényt kibocsátó típus)

A magasba szerelt gázüzemű hőszugárzó felületi hőmérsékleti tartománya 700 °C és 1000°C között van, amely a Wien-törvény alkalmazásával megfeleltethető a 2275 nm és 2980 nm közötti λ_{\max} hullámhossznak:

$$\lambda_{\max} = \frac{hc}{4.965 \cdot kT} = \frac{2.898 \cdot 10^{-3}}{T} \quad [\text{m} \cdot \text{°K}]$$

Az AICVF ajánlásának megfelelően ebben az esetben a kibocsátás: $E_{\text{IR}} [\text{W} \cdot \text{m}^{-2}] = 0,71 \times \alpha_k \times f_p \times \eta_r \times P_u / d^2$

ahol

α_k – emberi abszorpciós tényező

f_p – az irány mint tényező

η_r – a sugárzási hatékonyság mint tényező

P_u – a hőszugárzó teljesítmény

d – az emberi test és a hőszugárzó közötti távolság

A legmagasabb értékek (a legrosszabb eset az SBM-gyártó szerint):

$$\alpha_k = 0,97$$

$$f_p = 0,10$$

$$\eta_r = 0,65$$

$$P_u = 27\,000 \text{ W}$$

Az emberi test és a hőszugárzó közötti d távolságra, a hőszugárzó P teljesítményére és a 35°-os maximális I hajlásszögére a legrosszabb eset a következőképpen került kiszámításra:

$$d = h_i - 1, \text{ ahol } h_i = \left[\left(\frac{P_u}{540} - 0,5 \right) \times \cos I \right] + 2$$

és eredménye: $d = 6,4 \text{ m}$

Itt az expozíció legrosszabb esete: $E_{\text{IR max}} = 29,1 \approx 30 \text{ W m}^{-2}$

A 780–3000 nm hullámhossztartományban az expozíciós határérték $t > 1000 \text{ s}$ expozíciós időtartamok esetében: $E_{\text{IR}} = 100 \text{ W m}^{-2}$

A gázüzemű hőszugárzók várhatólag nem járnak az optikai sugárzásnak való túlzott mértékű expozíció veszélyével, és triviális forrásnak tekinthetők: az ilyen hőszugárzók esetében a legrosszabb előrelátható expozíció jelentős mértékben a vonatkozó expozíciós határértékek alatt marad.

További információ

AICVF: Association des Ingénieurs en Climatique, Ventilation et Froid – Franciaország

ELVHIS: Association Européenne Principale des Fabricants de Panneaux Radiants Lumineux a Gaz

Recommendation 01-2006; „CHAUFFAGE: déperditions de base” a EN 12831 – March 2004: Heating systems in buildings; Methods for calculation of the design heat load (Épületek fűtési rendszerei. A hőterhelés kiszámításának módjai) dokumentum alapján

SBM International – 3 Cottages de la Norge – 21490 Clenay – Franciaország

D.7. Anyagfeldolgozó lézer

A lézereknek igen sokféle, az anyagfeldolgozás kategóriájába tartozó alkalmazása van. Az alábbi példában fémvágásra használt lézer szerepel, de az alapelvek hasonlóak a lézeres hegesztés, fúrás és megjelölés esetében is.

Feltételezhető, hogy a lézer egy impulzusának besugárzott teljesítménye vagy energiája szerint a lézer a 4. osztályba tartozó rendszer. Ez azt jelenti, hogy a szem vagy a bőr lézersugárnak való véletlen expozíciója valószínűleg súlyos sérülést okoz.



Európában sok ezer ilyen lézert használnak rendszeresen. Az alábbi értékelés kizárólag a lézersugarat vizsgálja. Az egyéb veszélyek nagyobb kockázattal – sérülés vagy akár halál kockázatával – is járhatnak.

D.7.1. A veszélyek és a veszélyeztetettek meghatározása

Az anyagfeldolgozó lézer életciklusának több olyan szakasza van, amely során a munkavállalók ki lehetnek téve a lézersugárnak:

Átadás
Rendes működés
Karbantartás
Szervizelés

Az életciklus egyes szakaszaiban a műveleteket más munkáltatói szervezet (például a beszállító vagy szervizelő cég) munkavállalói végzik el. Mindazonáltal szükséges meghatározni, hogy ez milyen kockázatokat jelent a helyszínen tartozó munkavállalókra nézve.

Az alkalmazott lézersugarak jellegeből adódóan a közvetlen sugár kis távolságban minden esetben meg fogja haladni az ELV-t. Azonban a szórt sugár értékelését is el kell végezni.

Amennyiben a munkadarab igen nagyméretű – például a hajóiparban –, a szemre vonatkozó nominális veszélyességi távolság lehet kisebb a munkadarab méreténél.

D.7.2. A kockázatok értékelése és a prioritási sorrend felállítása

A legegyszerűbb értékelés az a feltételezés, hogy a lézersugár mindig meghaladja az ELV-t, és ezért a sugárhoz való hozzáférést korlátozni kell. A folyamattal kapcsolatos további veszélyek is mutathatják azt, hogy a folyamatot szabályozni kell. E veszélyek között lehetnek olyanok, amelyek a lézersugárnál nagyobb kockázatot jelentenek a munkavállalókra nézve.

A védelmi intézkedések meghatározásához szükség lehet a lézersugár besugárzott felületi teljesítménye vagy besugárzottsága értékelésére. A legrosszabb eset annak feltételezése, hogy a lézerből származó kollimált sugár a vizsgált pontra esik.

D.7.3. Döntés a megelőző lépésekről

A megelőző lépésekre vonatkozó döntések során tekintetbe kell venni a szükséges védelmi szintet, valamint azt is, hogy a munkavállalóknak el kell végezniük az egyedi munkatevékenységet. Nem lesznek sikeresek az olyan védelmi intézkedések, amelyek akadályozzák a munkatevékenységet.

Megjegyzendő az is, hogy nem feltétlenül lesz szükséges bekerített helyet kialakítani a teljes anyagfeldolgozó berendezés körül. Az elkerített területre valószínűleg csak azon a részen lesz szükség, ahol a folyamat végbemegy.

A célkitűzés az, hogy minden munkatevékenységet – beleértve a karbantartást és a szervizelést – egyéni védőeszközök használata nélkül el lehessen végezni. Amennyiben a folyamatot szemlélni kell, megfelelő szűrést biztosító nézőablakokat vagy távoli nyomon követő eszközöket (például kamerákat) lehet használni.

A biztonsági intézkedésekre vonatkozó döntések meghozatala során lehetséges, hogy szükség lesz a folyamat részeként generált optikai sugárzás értékelésére. Ez a sugárzás tartozhat az optikai spektrum másik tartományába mint a beérkező lézersugár, és valószínűleg nem koherens.

D.8. Magas hőmérsékleten végzett tevékenységek

Az alábbi értékelésekhez nyújtott segítségért M. Brose-nak (Fachbereich Elektrotechnik, Referat Optische Strahlung, Berufsgenossenschaft Elektro Textil Feinmechanik, Németország) tartozunk köszönettel.

D.8.1. Acélgyártás



(Saarstahl AG, Völklingen, Németország)

A Saarstahl AG hengerhuzalt, rúdacélt és különféle félkész termékeket gyárt. A Völklingenben található létesítmények acélművek, hengerművek és maximum 200 tonnás tömböket felhasználó kovácműhelyek.

Az optikusugárzás-biztonság a cég biztonságos üzemeltetési politikájának alapvető része.



Habár az acélgyártás és -feldolgozás során mindenképpen igen magas, veszélyes mértékű optikai (általában infravörös) sugárzás keletkezik, az alkalmazott biztonsági intézkedések minimalizálják az emberek hozzáférését a veszélyes optikai sugárzáshoz, és garantálják a biztonságos munkakörülményeket. Ezek az intézkedések többek között a következők:

- a gyártási folyamat távvezérlése és távolról történő megfigyelése, amely minimalizálja az optikai sugárzás veszélyes szintjeinek való expozíció lehetőségét;
- munkafolyamatok, amelyek a magas hőmérsékletű környezetben való munkavégzés maximális időtartamát 15 percre korlátozzák, majd kötelező a tevékenység megváltoztatása;
- tervezik a munkavállaló testhőmérsékletének távolról történő megfigyelését a testhőmérséklet túlzott megemelkedésének elkerülésére;

- a személyzet széles körű szakmai és biztonsági oktatása;
- teljes testet védő egyéni védőeszközök viselése abban az esetben, ha a gyártási folyamat szükségessé teszi az emberi hozzáférést;
- az orvosi állapot-ellenőrzésből származó adatok felhasználása a kockázatértékelés során;
- a munkavállalók képviselőinek bevonása az egészségügyi és biztonsági irányítási rendszerbe.

D.8.2. Üveggyárak

Az üveggyártás és -formázás során veszélyes mértékű optikai sugárzás képződik, általában az ultraibolya és az infravörös hullámhossztartományban. A kézzel végzett műveletekhez szükségessé teszi az emberi jelenlétet a veszélyes sugárzást kibocsátó forrás (például az égető) közelében.



Mivel a munkavállalók esetében a hozzáférhető sugárzási szint bizonyosan meghaladja az expozíciós határértékeket, az optikai sugárzás veszélyeinek megfelelő csökkentéséhez kockázatértékelésre van szükség. Ebben az esetben nem csupán egy optikusugárzás-veszélynél történik meg az expozíciós határérték túllépése, és a legszigorúbb korlátozó körülményeket kell bevezetni.

A kockázatértékelés során tekintetbe kell venni az alábbiakat:

- a berendezés (ideértve az összes további égetőt) általi kibocsátás a munkavállaló helyén (pl. kéz és arc);
- a műszak során az előrelátható expozíciós időtartamot – az UV határértékek 8 óra nézve kumulatívák;
- a pajzsok és az egyéni védőeszközök által biztosított árnyékolás.

Az UV expozíciók határértékei kumulatívak. Ha fennáll a határértékek túllépésének veszélye, szükséges az emberi hozzáférés korlátozása: ez történhet a kibocsátás szintjének csökkentésével (pajzsok, szem- és kézvédő felszerelés) vagy az expozíció időtartam alapján (maximális megengedett idő).

Ha a szem védelmét a berendezés biztosítja, szükséges annak ismételt értékelése, abban az esetben, ha további égetőket alkalmaznak vagy ha új munkaeljárást vezetnek be.

Amennyiben a berendezés az aktinikus UV veszélyességi tartományban (180-400 nm) bocsát ki optikai sugárzást, a kéz expozíciójának értékelését is el kell végezni (abban az esetben, ha az expozíció határértékei a bőrre és a szemre egyaránt vonatkoznak). Amennyiben a védőkesztyűk használata nem praktikus vagy újabb biztonsági problémákhoz vezethet, korlátozni kell az expozíció időtartamát.

D.8.3. További információ

BGFE • Informationen für die Glasbearbeitung mit Brennern – SD 53

D.9. Fényképezés villanófény használatával

A stúdióban végzett, professzionális fényképezés elengedhetetlen tartozékai a mesterséges optikai sugárzás forrásai. E forrásokat térvilágításra, lokalizált világításra, háttérfényként vagy villanófényként használják.

Ebben az esetben a munkahelyi expozíció két csoportját kell tekintetbe venni:

- fényképező,
- a fényképezett személy (pl. a modell).



A professzionális fényképezéstúdióban előforduló eszközök:



- Diffúz világítóforrás,
- Villanófény-projektor,
- Professzionális fényképezőgép villanófénye,
- Amatőr fényképezőgép villanófénye.

D.9.1. táblázat – A legrosszabb esetre vonatkozó forgatókönyv: mindkét személy közvetlenül a sugárba tekint

	Diffúz világítóforrás	Villanófény-projektor	Professzionális fényképezőgép villanófénye	Amatőr fényképezőgép villanófénye
fényképész	√	√	–	–
modell	√	√	√	√

A legrosszabb esetben megvalósuló expozíciós szint értékelése és a vonatkozó expozíciós határértékekkel való összevetése az egyes források különféle távolságokon kiszámított spektrális besugárzott felületi teljesítménye és a vonatkozó időbeli jellegzetességek (a villanás időtartama) alapján történt.

Az UV és a kék fény határértékeihez kapcsolódó legrosszabb expozíciók a nyolc órás expozíciós időszakban kumulatívák, és több forrás esetében összeadódnak: a vonatkozó expozíciós határérték túllépése a fényképfelvételek (villanások vagy megvilágítások) számával fejezhető ki.

A recehártya hőkárosodásának veszélye a 10 másodpercnél hosszabb időtartamú expozíciók esetében az idővel nem változik, és a 100 mrad-os látómező korlátozza: a veszély értékelése egyetlen forrással készített egyetlen felvétel tekintetében történt.

Veszélyességi szempontból a legmagasabb UV, UV-A és IR érték minden vizsgált forrás esetében elenyésző volt.

D.9.2. táblázat – A fényképezéshez használt forrásokból származó sugárzás veszélyességi szintjei a legrosszabb esetben

	Diffúz világítóforrás	Villanófény-projektor	Professzionális fényképezőgép villanófénye	Amatőr fényképezőgép villanófénye
A kéfény-veszélyre vonatkozó ELV átlépéséhez szükséges felvételek száma	$>10^7$	$>10^6$	$>20\,000$	$>13\,000$
A recehártya hőkárosodására vonatkozó ELV %-a egy felvétel készítésénél	$<0,03\%$	$<1\%$	$<1\%$	$<1\%$

A fényképezés várhatóan nem jár a fényképész vagy a fényképezett személy optikai sugárzásnak való túlzott expozíciójának kockázatával: a kéfény-veszélyre vonatkozó ELV túllépéséhez szükséges villanások száma néhány ezerrel több mint a legrosszabb forgatókönyv esetén megvalósuló villanások száma (azaz ha mindkét személy több forrásból származó sugárba tekint).

E. FÜGGELÉK – Egyéb európai irányelvek követelményei

Az európai irányelvek a tagállamok által közösen meghozott, kölcsönösen kötelező döntés eredményeként jönnek létre. A tagállamok a döntéshozatalban az Európai Unió Tanácsában a nemzeti kormányok miniszterei révén, az Európai Parlamentben pedig a parlamenti képviselők révén vesznek részt. Az irányelv szövegét mindkét testületnek azonos módon kell elfogadnia. Az irányelv rögzíti a tagállamok által megvalósítandó célkitűzéseket, de az azok elérését szolgáló eszközök tekintetében rugalmas. Az, hogy az egyes tagállamok milyen módon hajtják végre az irányelvet, az adott ország jogszabály-rendszerétől függ, és eltérő lehet. A gyakorlatban az Unió az irányelvet az összes tagállamhoz címezi, és meghatározza a dátumot, ameddig a tagállamoknak végre kell hajtaniuk az irányelvet.

1989-ben kihirdették „a munkavállalók munkahelyi biztonságának és egészségvédelmének javítását ösztönző intézkedések bevezetéséről” szóló 89/391/EGK irányelvet. Az irányelv tárgya a munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi irányítás; a meghatározott kötelezettségek az irányításra alkalmazandó alapelvek formájában kerülnek megfogalmazásra. Az irányelv széles hatásköre nem teszi lehetővé, hogy tömören összefoglalható legyen: mindenképpen tanulmányozni kell a teljes irányelvet vagy azon vonatkozó szabályozásokat, amelyek abban a tagállamban ültetik át az irányelvet a nemzeti jogba, amely államban az adott munkáltató működik. Általánosságban elmondható, hogy az irányelv megfogalmazza a kötelezettséget, miszerint egy sor általános alapelvnek megfelelően kockázatértékeléseket kell végezni.

A 89/391/EGK irányelvet gyakran nevezik „keretirányelvnek”. Ennek az az oka, hogy egyik cikke több egyedi irányelvet hoz létre, amely az egészségügyi és biztonsági irányítást egyedi területekre és veszélyekre is kiterjeszti; ezeknek az egyedi irányelveknek a keretirányelv alapelveivel összhangban kell megfelelni.

A mesterséges optikai sugárzásról szóló 2006/25/EK irányelv a 89/391/EGK irányelven belül kiadott irányelvek

egyike. További vonatkozó irányelvek: a munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi minimumkövetelményekről szóló 89/654/EGK irányelv („a munkahelyről szóló irányelv”) és a munkavállalók által a munkájuk során használt munkaeszközök biztonsági és egészségvédelmi minimumkövetelményeiről szóló 89/655/EGK irányelv („a munkaeszközök használatáról szóló irányelv”).

A munkaeszközök használatáról szóló irányelvet a 95/63/EK irányelv módosította (szintén „a munkavállalók által a munkájuk során használt munkaeszközök biztonsági és egészségvédelmi minimumkövetelményeiről”).

A mesterséges optikai sugárzásra vonatkozó jogszabályi követelményeknek való megfelelés érdekében a munkavállalóknak legalább a fent említett négy irányelvben foglalt követelményeknek kell megfelelniük. Azonban az egyes tagállamokban a nemzeti jogszabályok az irányelvben foglalt követelményeken túl is meghatározhatnak további követelményeket.

Ennek következtében, ha egy munkáltató a mesterséges optikai sugárzásról szóló irányelv követelményeinek szeretne megfelelnie, tekintetbe kell vennie azt is, hogy vannak egyéb, az optikai sugárzás egészségügyi és biztonsági kezelésével kapcsolatos követelmények is:

Keretirányelv	A munkahelyről szóló irányelv	A munkaeszközökről szóló irányelv (módosított)
<p>Ahol lehetséges, el kell kerülni a kockázatot. Az elkerülhetetlen kockázatokat értékelni kell. A kockázati forrásokat ki kell küszöbölni. A munkavégzési módot az egyénhez kell igazítani. A munkavégzési módot a műszaki fejlődéshez kell hozzáigazítani. A veszélyes tényezőket nem, vagy kevésbé veszélyes tényezőkké kell helyettesíteni. Koherens, átfogó megelőzési politikát kell kialakítani, amely érinti a technológiát, a munkaszervezést, a munkakörülményeket és a szociális kapcsolatokat. A csoportos védintézkedéseket előnyben kell részesíteni az egyéni védintézkedésekkel szemben. A munkavállalókat megfelelő oktatásban kell részesíteni.</p>	<p>Az eszközök műszaki karbantartását el kell végezni, és a hibákat a lehető leggyorsabban helyre kell hozni. A biztonsági berendezéseket rendszeresen karban kell tartani és ellenőrizni kell. A munkavállalókat (vagy képviselőiket) tájékoztatni kell az olyan intézkedésekről, amelyeket a munkahelyi biztonságot és egészségvédelmet érintően meg kell tenni. A munkahely – akár beltéri, akár kültéri – megfelelő világítását biztosítani kell a munkavállalók biztonsága és jólléte érdekében. Ha a természetes megvilágítás nem elégséges, mesterséges megvilágítást kell alkalmazni.</p>	<p>Amennyiben a munkaeszköz használata különös egészségügyi kockázatokat jelent, kizárólag azok használhatják, akiknek ez a feladatuk. Javítást, átalakítást, karbantartást vagy szervizelést csak a kijelölt munkavállaló végezhetnek. A munkavállalókat megfelelő oktatásban kell részesíteni a berendezés használatához. A legfontosabb biztonsági ellenőrző berendezéseknek világosan láthatóknak kell lenniük. Az ellenőrző berendezéseket a veszélyes téren kívül kell elhelyezni. A kezelőnek látnia kell, hogy senki nem tartózkodik a veszélyes térben, vagy figyelmeztető jelzést kell adni azelőtt, hogy a berendezés veszélyessé válna. A vezérlőrendszer meghibásodása nem vezethet veszélyes helyzethez. A munkaeszköz beindítása csak szándékosan, egy kezelőelem segítségével történhet. A munkaeszközt fel kell szerelni olyan kezelőelemmel, amellyel azt teljesen és biztonságosan le lehet állítani. A munkaeszközön végzett munkálatok területeit megfelelően meg kell világítani. A figyelmeztetéseknek egyértelműeknek, könnyen észrevehetőeknek és érthetőeknek kell lenniük. Lehetővé kell tenni a karbantartási műveletek biztonságos elvégzését. A munkaeszközöket el kell látni azokkal a figyelmeztetésekkel és jelzésekkel, amelyek szükségesek a munkavállalók biztonságának biztosításához. Ha az eszközök beszerelése befolyásolja a biztonságot, a munkaeszközt az összeszerelés után és az üzembe helyezés előtt meg kell vizsgálni. A károsító feltételeknek kitett munkaeszközt rendszeres ellenőrzésnek kell alávetni, és az eredményeket rögzíteni kell.</p>

Van további öt irányelv, amely bizonyos relevanciával bír a mesterséges optikai sugárzással végzett munka tekintetében. Ezek az optikai sugárzást kibocsátó vagy az optikai sugárzás hatásait csökkentő berendezésekre vonatkoznak. Így elsősorban a berendezések gyártói és beszállítói – azaz nem a munkáltató – számára nyújtanak információt.

A munkáltatónak azonban tudnia kell ezen irányelvek létezéséről, és arról, hogy az európai piacon minden üzemi vagy gyártási berendezésnek, valamint egyéni védőeszköznek meg kell felelnie az azokban foglaltaknak. Ezen irányelvek közül kettő kötelezővé teszi,

hogy a beszállító a felhasználónak részletes tájékoztatást adjon a sugárzás jellegéről, a felhasználó védelmének módjáról, a helytelen használat elkerülésének módjairól és a felszereléssel összefüggő kockázatok kiküszöböléséről.

A beszállítóra vonatkozó irányelvek a következők:

- 2006/42/EK irányelv („a gépekről szóló irányelv”).
- 2006/95/EK irányelv a meghatározott feszültséghatáron belüli használatra tervezett elektromos berendezésekre vonatkozó tagállami jogszabályok összehangolásáról („az alacsony feszültségről szóló irányelv”).

- 89/686/EGK irányelv az egyéni védőeszközökre vonatkozó tagállami jogszabályok közelítéséről („PPE-irányelv”).
 - 93/42/EGK irányelv az orvostechnikai eszközökről („orvosi irányelv”).
 - 98/79/EK irányelv az *in vitro* diagnosztikai orvostechnikai eszközökről („*in vitro* irányelv”).
- A fenti irányelvek vonatkozó rendelkezéseinek összefoglalását az alábbi táblázat tartalmazza.

A gépekről szóló irányelv	Az alacsony feszültségről szóló irányelv	PPE-irányelv	Orvosi irányelv és <i>in vitro</i> irányelv
<p>A gépeket fel kell szerelni a biztonságos használatot lehetővé tevő, megfelelő saját világítással.</p> <p>A nem kívánatos sugárzások kibocsátását ki kell küszöbölni, vagy olyan szintre kell csökkenteni, amelynek nincs káros hatása az emberekre.</p> <p>A beállítások, üzem közben és tisztítások keletkező funkcionális sugárzást olyan szintre kell korlátozni, amely nincs káros hatással az emberekre.</p> <p>Amennyiben a gép beépített lézert tartalmaz, a véletlenszerű kibocsátást ki kell zárni.</p> <p>A lézereket úgy kell üzembe állítani, hogy a visszatükröződés vagy szórás miatt keletkező sugárzás, illetve a másodlagos sugárzás ne károsítsa az egészséget.</p> <p>A lézersugarak megfigyelésére vagy beállítására szolgáló optikai berendezést úgy kell kialakítani, hogy ne veszélyeztesse az egészséget.</p> <p>Ha a fentieknek való megfelelés céljával bármilyen tervezési jellemzőket vezetnek be, a vonatkozó szabványokat fel kell tüntetni.</p>	<p>Az alacsony feszültségről szóló irányelv minden, az 50–1000 V AC-n és 75–1500 V DC-n történő működésre szánt munkaeszközre vonatkozik. Előírás, hogy ezek az eszközök nem bocsáthatnak ki veszélyt okozó sugárzást.</p>	<p>A PPE-nek a felhasználót úgy kell védenie, hogy közben nem veszélyezteti a többi személy egészségét vagy biztonságát.</p> <p>A valószínűleg ártalmas sugárzás nagy részét el kell nyelnie vagy vissza kell vernie, anélkül, hogy ez túlságosan megváltoztatná a felhasználó látását.</p> <p>A PPE-eket úgy kell megválasztani, hogy a felhasználó szemét érő sugárzás semmilyen körülmények között ne lépje túl a legnagyobb megengedett expozíciós határértéket.</p> <p>A PPE optikája nem rongálódhat meg a várható használati körülmények között kibocsátott sugárzás hatására (amely sugárzás ellen védenie kell).</p>	<p>Az eszközöket úgy kell tervezni, hogy a páciensek, felhasználók és más személyek expozícióját csökkenteni kell.</p> <p>A felhasználó számára lehetőséget kell biztosítani a kibocsátás szabályozására.</p> <p>Az eszközöket a kibocsátást jelző vizuális/akusztikus figyelmeztető jelzéssel kell ellátni.</p> <p>A használati utasításban részletes tájékoztatást kell adni a kibocsátott sugárzás természetéről, a felhasználók védelmének módjairól, és a helytelen használat elkerülésének módjairól és a felszereléssel együtt járó kockázatok kiküszöböléséről.</p>

F. FÜGGELÉK – A tagállamoknak a 2006/25/EK irányelvet (2010. december 10-ig) átültető nemzeti szabályozásai és útmutatói

Ország	Hatályos jogszabály	Hatályos útmutató
Ausztria	<p>Oö. Landes- und Gemeinde-Dienstrechtsänderungsgesetz 2007 [Landesgesetzblatt (LGBL), 25/07/2007, 56/2007]. Verordnung der Landesregierung über den Schutz der Landes- und Gemeindebediensteten vor der Gefährdung durch künstliche optische Strahlung [Landesgesetzblatt (LGBL), 18/02/2010, 4/2010]. Landesgesetz, mit dem das Oö. Gemeinde-Dienstrechtsgesetz 2002, das Oö. Gemeindebedienstetengesetz 2001, das Oö. Statutargemeinden-Beamtengesetz 2002, das Oö. Gemeinde-bedienseten-Schutzgesetz 1999, das Oö. Lan des-Vertragsbedienstetengesetz geändert werden (Oö. Gemeinde- und Landes-Dienst rechtsänderungsgesetz 2008) [Landesgesetzblatt (LGBL), 29/08/2008, 73/2008]. Verordnung der Wiener Landesregierung, mit der die Verordnung der Wie- ner Landesregierung über den Schutz der in Dienststellen der Gemeinde Wien beschäftigten Bediensteten vor der Einwirkung durch optische Strahlung erlassen und die Verord-nung der Wiener Landesregierung über die Gesund-heitsüberwachung 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 Ver-tragsbedienstetenordnung 1995 (32. Novelle zur Ver-tragsbedienstetenordnung 1995), die Pensionsordnung 1995 (20. Novelle zur Pensionsordnung 1995), das Ruhe- und Versorgungsgenusszulagegesetz 1995 (9. Novelle zum Ruhe- und Versorgungsgenusszulagegesetz 1995), das Unfallfürsorgegesetz 1967 (17. Novelle zum Unfall-fürsorgegesetz 1967), das Wiener Bedienstetenschutzgesetz 1998 (5. Novelle zum Wiener Bedienstetenschutzgesetz 1998), das Wiener Personalvertretungsgesetz (16. Novelle zum Wiener Personalvertretungsgesetz), das Wiener Bezügegesetz 1995 (10. Novelle zum Wiener Bezügegesetz 1995), das Wiener Verwaltungssenat-Dienstrecht sgesetz 1995 (11. Novelle zum Wiener Ver-waltungssenat-Dienstrechtsgesetz 1995) und das Gesetz über den Unabhängigen Verwaltungssenat Wien (8. No-velle zum Gesetz über den Unabhängigen Verwaltungssenat Wien) geändert werden und das Wiener Eltern-Karenzgeldzuschussgesetz aufgehoben wird [Landesgesetzblatt (LGBL), 42/2010, 17/09/2010]. Verordnung der Salzburger Landesregierung vom 1. Juli 2010 über Schutzvorschriften vor Gefährdung durch künstliche optische Strahlung (S.koS-V) [Landesgesetzblatt (LGBL), 55/2010, 06/08/2010]. Verordnung des Bundesministers für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz, mit der die Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmer/innen vor der Einwirkung durch optische Strahlung (Verordnung optische Strahlung – VOPST) erlassen wird und mit der die Verordnung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz und die Verordnung über Beschäftigungsverbote und –beschränkungen für Jugendliche geändert werden [Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich (BGBl), II Nr. 221/2010, 08/07/2010].</p>	<p>Sicherheitsinformation der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt: Sicherheit Kompakt: M 014 UV-Strahlenbelastung am Arbeitsplatz M 080 Grundlagen der Lasersicherheit</p>
Belgium	<p>FEDERALE OVERHEIDSDIENST WERKGELEGENHEID, ARBEID EN SOCIAAL OVERLEG – 22 APRIL 2010. – Koninklijk besluit betreffende de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de werknemers tegen de risico's van kunstmatige optische straling op het werk [Moniteur Belge, 06/05/2010, 25349-25386].</p>	

Ország	Hatályos jogszabály	Hatályos útmutató
Bulgária	<p>Наредба № 5 от 11 юни 2010 г. за минималните изисквания за осигуряване на здравето и безопасността на работещите при рискове, свързани с експозиция на изкуствени оптични лъчения [Държавен вестник, 49, 29/06/2010, 00035-00048]</p> <p>Кодекс на труда [Държавен вестник, 15, 23/02/2010]</p> <p>Закон за здравословни и безопасни условия на труд [Държавен вестник, 12, 12/02/2010]</p> <p>Наредба № 7 от 23.09.1999 г. за минималните изисквания за здравословни и безопасни условия на труд на работните места и при използване на работното оборудване [Държавен вестник, 40, 18/04/2008]</p>	
Ciprus	<p>Οι Περί Ασφάλειας και Υγείας στην Εργασία (Τεχνητή Οπτική Ακτινοβολία) Κανονισμοί του 2010 [Cyprus Gazette, 4433, 11/06/2010, 01473-01493]</p>	<p>61. sz. útmutató lézerekkel végzett munkához</p> <p>UV Zareni plakát (az UV sugárzás veszélyeire figyelmeztet) az ICNIRP iránymutatásai</p>
Cseh Köztársaság	<p>Zákon č. 320/2002 Sb., o změně a zrušení některých zákonů v souvislosti s ukončením činnosti okresních úřadů [Sbirka Zákona CR, 18/07/2002].</p> <p>Zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu [Sbirka Zákona CR, 30/03/1966].</p> <p>Zákon č. 111/2007 Sb., kterým se mění zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, ve znění pozdějších předpisů a některé další zákony [Sbirka Zákona CR, 15/05/2007].</p> <p>Zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci) [Sbirka Zákona CR, 22/06/2006].</p> <p>Nariadení vlády č. 106/2010 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 1/2008 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením [Sbirka Zákona CR, 19/04/2010].</p> <p>Zákon č. 14/1997 Sb., kterým se mění a doplňuje zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, ve znění pozdějších předpisů; a zákon České národní rady č. 36/1975 Sb., o pokutách za porušování právních předpisů o vytváření a ochraně zdravotních podmínek, ve znění zákona České národní rady č. 137/1982 Sb. [Sbirka Zákona CR, 24/02/1997].</p> <p>Zákon České národní rady č. 548/1991 Sb., kterým se mění a doplňuje zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, ve znění zákona České národní rady č. 210/1990 Sb. a zákona České národní rady č. 425/1990 Sb. [Sbirka Zákona CR, 30/12/1991].</p> <p>Nariadení vlády č. 1/2008 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením [Sbirka Zákona CR, 09/01/2008].</p> <p>Zákon č. 392/2005 Sb., kterým se mění zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a některé další zákony [Sbirka Zákona CR, 27/09/2005].</p> <p>Zákon č. 274/2003 Sb., kterým se mění některé zákony na úseku ochrany veřejného zdraví [Sbirka Zákona CR, 27/08/2003].</p> <p>Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů [Sbirka Zákona CR, 11/08/2000].</p> <p>Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce [Sbirka Zákona CR, 07/06/2006].</p> <p>Zákon č. 48/1997 Sb., o veřejném zdravotním pojištění a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů [Sbirka Zákona CR, 07/03/1997].</p> <p>Zákon č. 362/2007, kterým se mění zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony [Sbirka Zákona CR, 28/12/2007].</p>	
Dánie	<p>Bekendtgørelse om beskyttelse mod udsættelse for kunstig optisk stråling i forbindelse med arbejdet [Lovtidende A, 29/05/2010].</p> <p>Bekendtgørelse om beskyttelse mod risici ved udsættelse for kunstig optisk stråling på offshoreanlæg m.v. [Lovtidende A, 21/04/2010].</p>	<p>A dán munkakörnyezeti törvény célja „biztonságos és egészséges munkakörnyezet kialakítása” Ennek megvalósítása során iránymutatóként az optikai sugárzásra vonatkozó ICNIRP-ajánlásokat és a vonatkozó európai szabványokat (pl. EN 60825 és EN 207/208) használják.</p>
Észtország	<p>TÖÖTERVISHOIU JA TÖÖOHUTUSE SEADUSE MUUTMISE SEADUS [Elektrooniline Riigi Teataja,,, RTI, 16.01.2007, 3, 11].</p> <p>Töötervishoiu ja tööhutuse nõuded tehisklust optilise kiirgusest mõjutatud töökonnas, tehisklku optilise kiirguse piirmormid ja kiirguse mõõtmise kord 1 [Elektrooniline Riigi Teataja,,, RTI, 22.04.2010, 16, 84].</p>	
Finnország	<p>Valtionuoston asetus työntekijöiden suojelemiseksi optiselle säteilylle altistumisesta aiheutuvalta vaarailta / Statsrådets förordning om skydd av arbetstagare mot risker som uppstår vid exponering för optisk stråling [Suomen Saadoskokoelma (SK), 05/03/2010, 00703-00720, 146/2010]</p>	

Ország	Hatályos jogszabály	Hatályos útmutató
Franciaország	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]	Information BGI 5006: „A mesterséges optikai sugárzás expozíciós határértékel” Iránymutatás a nem ionizáló sugárzásról, „Lézersugárzás” Iránymutatás a nem ionizáló sugárzásról, „Mesterséges forrásokból származó ultraibolya sugárzás” Iránymutatás a nem ionizáló sugárzásról, „Látható és infravörös sugárzás” A mesterséges forrásokból származó optikai sugárzás kockázatértékelésének módjait az alábbi dokumentumok tartalmazzák: BGI 5006 Balesetmegelőzési rendelet, „Lézersugárzás” DIN EN 60825-1: 2008: Lézergyártmányok sugárbiztonsági előírásai. 1. rész: Készülékosztályozás, követelmények és felhasználói útmutató DIN EN 14255-1: 2005 „Nem koherens optikai sugárzás személyi expozíciójának mérése és becslése. 1. rész: Mesterséges források által kibocsátott ultraibolya sugárzás a munkahelyen” IEC 62471: 2006 „Fényforrások és fényforrás-rendszerek fotobiológiai biztonságára” DIN EN 12198 – 1: 2000 „Gépek biztonsága – Gépek által kibocsátott sugárzásból eredő kockázat értékelése és csökkentése. 1. rész: Általános elvek” Iránymutatás a nem ionizáló sugárzásról, „Mesterséges forrásokból származó ultraibolya sugárzás” BGR 107: „Nyomtató- és papírfeldolgozó gépek szárítóinak biztonsági előírásai” A mesterséges forrásokból származó optikai sugárzás kockázatsökkentésének módjait az alábbi dokumentumok tartalmazzák: BGI 5006 Balesetmegelőzési rendelet, „Lézersugárzás” BGI 5006 tájékoztatás, „A mesterséges optikai sugárzás expozíciós határértékel” DIN EN 12198 – 3: 2002 „Gépek biztonsága – Gépek által kibocsátott sugárzásból eredő kockázat értékelése és csökkentése. 3. rész: A sugárzás csökkentése mérsékléssel vagy árnyékolással” Iránymutatás a nem ionizáló sugárzásról, „Lézersugárzás” Iránymutatás a nem ionizáló sugárzásról, „Mesterséges forrásokból származó ultraibolya sugárzás” A részterületeken végzett kockázatsökkentés további módszereit az alábbi dokumentumok tartalmazzák: BGI D1 Balesetmegelőzési rendelet, „Hegesztés, vágás és kapcsolódó módszerek” „UV szűrés”, Nyomdászok Szakmai Szövetsége 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)
Németország	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]	Tájékoztatók és szórólapok A Munka-egészségügyi és Munkabiztonsági Szövetségi Intézet tájékoztatója: „Damit nichts ins Auge geht... – Schutz vor Laserstrahlung” A Munka-egészségügyi és Munkabiztonsági Szövetségi Intézet szórólapja: Átmeneti vakság. Védelem az optikai sugárzás ellen A Munka-egészségügyi és Munkabiztonsági Szövetségi Intézet szórólapja: „Anyagmegmunkáláshoz használt kézi lézereszközök”
Görögország	Ελάχιστες προδιαγραφές υγείας και ασφάλειας όσον αφορά στην έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους προερχόμενους από φυσικούς παράγοντες (τεχνητή οπτική ακτινοβολία), σε συμμόρφωση με την οδηγία 2006/25/ΕΚ [Εφημερίς της Κυβερνήσεως (ΦΕΚ) (Τεύχος Α), 145, 01/09/2010, 03075-03094]	

Ország	Hatályos jogszabály	Hatályos útmutató
Magyarország	<p>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. rendelete az egyes szabállysértésekről [Magyar Közlöny, 28/12/1999, 08942-08968, 1999/125] Az egészségügyi miniszter 22/2010. (V. 7.) EüM rendelete a munkavállalókat érő mesterséges optikai sugárzás expozícióra vonatkozó minimális egészségi és biztonsági követelményekről [Magyar Közlöny, 14597-14614] 1997. évi XLVII. Törvény az egészségügyi és a hozzájuk kapcsolódó személyes adatok kezeléséről és védelméről [Magyar Közlöny, 05/06/1997, 03518-03528, 1997/49] 2009. évi CLIV. Törvény az egyes egészségügyi tárgyú törvények módosításáról [Magyar Közlöny, 47035-47090] 1993. évi XCIII. tv. a munkavédelemről [Magyar Közlöny, 03/11/1993, 9942-9953, 160] 33/1998. (VI. 24.) NM rendelet a munkaköri, szakmai, illetve személyi higiénés alkalmasság orvosi vizsgálatáról és véleményezéséről [Magyar Közlöny, 24/06/1998, 4489-4516, 54]</p>	<p>Az európai szabványok Magyarországon is alkalmazandók: IEC 60825 -1, -2, -4, -12, IEC 60335-2-27 IEC 60601-2-22 EN 12198-1 EN 14255-1, -2, -4</p>
Írország	<p>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]</p>	<p>ICNIRP Guidelines</p>
Olaszország	<p>Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro [Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, 30/04/2008, S.O. N.108/L – GU N. 101].</p>	
Lettország	<p>Ministru kabineta 2009.gada 30.jūnija noteikumi Nr.731 „Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret mākslīga optiskā starojuma radīto risku darba vidē” [Latvijas Vēstnesis, 07/07/2009., 105]</p>	<p>Leti szabvány: Nem koherens optikai sugárzás személyi expozíciójának mérése és becslése. 2. rész: Mesterséges források által kibocsátott látható és infravörös sugárzás a munkahelyen</p>
Litvánia	<p>LIETUVOS RESPUBLIKOS ADMINISTRACINIŲ TEISĖS PAŽEIDIMŲ KODEKSO 5.41.51(3).51(12).55.58.70, 76, 77, 77(1), 81, 82, 84(1), 87, 89(1), 91, 99(8), 183, 188(4), 189(1), 214(3), 221, 224, 225, 232(1), 237, 242, 244, 246(2), 259(1), 262, 263, 268, 320 STRAIPSNIŲ PAKEITIMO BEI PAPILDYMO IR KODEKSO PAPILDYMO 42(4), 51(18), 51(19), 51(20), 51(21), 51(22), 56(2), 58(1), 78(1), 89(2), 99(9), 99(10), 148, 173(20), 173(21) STRAIPSNIAIS ĮSTATYMAS Nr. X-691 [Nouvelles de l'Etat, 30/06/2006., 73]. Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2007 m. spalio 5 d. įsakymas Nr. A1-277/V-785 „Dėl 2007 m. birželio 20 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 2007/30/EB, iš dalies keičiančios Tarybos direktyvą 89/391/EEB, jos atskiras direktyvas ir Tarybos direktyvas 83/477/EEB, 91/383/EEB, 92/29/EEB bei 94/33/EEB, siekiant supaprastinti ir racionalizuoti praktinio įgyvendinimo ataskaitas, įgyvendinimo, 2007 m. spalio 5 d. Nr. A1-277/V-785 [Nouvelles de l'Etat, 11/10/2007., 105] 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 dirbinės optinės spinduliuotės keliamos rizikos nuostatų patvirtinimo,“ [Nouvelles de l'Etat, 22/12/2007., 136] Lietuvos Respublikos administracinių teisės pažeidimų kodekso pakeitimo ir papildymo įstatymas Nr. VIII-1543 [Nouvelles de l'Etat, 15/03/2000., 22]</p>	
Luxemburg	<p>Règlement grand-ducal du 26 juillet 2010. relatif aux prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des salariés aux risques dus aux agents physiques (rayonnements optiques artificiels et rayonnement solaire)2. portant modification du règlement grand-ducal modifié du 17 juin 1997 concernant la périodicité des examens médicaux en matière de médecine du travail [Mémorial/Luxembourggeois A, 131, 12/08/2010, 02164-02182]</p>	

Ország	Hatályos jogszabály	Hatályos útmutató
Málta	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]	
Hollandia	Besluit van 1 februari 2010 tot wijziging van het Arbeidsomstandighedenbesluit, houdende regels met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van kunstmatige optische straling [Staatsblad (Bulletin des Lois et des Décrets royaux), 09/03/2010, 00001-00021, Stb. 2010, 103]	Optische straling in arbeidssituaties
Lengyelország	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]	Hozzáférhető kiadványok a munkahelyi kockázatértékelési módszerekről, valamint az optikai sugárzást is tárgyaló iránymutatók: „Munkahelyi kockázatértékelés. 1. rész: Módszertani alapok.” szerk. M. W. Zawieska, CIOP-PIB, Varsó 2004 (3. kiadás) „Munkahelyi kockázatértékelés. 2. rész. STER- számítógépes támogatás.” szerk. M. W. Zawieska, CIOP, Varsó, 2000 „Kockázatok a munkahelyen: Az értékelés módszertani alapjai” szerk. M.W. Zawieska, CIOP-PIB Varsó, 2007.
Portugália	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]	
Románia	Hotărârea Guvernului privind cerințele minime de securitate și sănătate în muncă referitoare la expunerea lucrătorilor la riscuri generate de radiațiile optice artificiale [Monitorul Oficial al României, 427, 25/06/2010, 00002-00015]	
Szlovákia	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 umeleému optickému žiareniu [Zbierka zákonov SR, 01/09/2007, 178]	
Szlovénia	Uredba o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti umetnim optičnim sevanjem [Uradni list RS, 34/2010, 30/04/2010, 04892-04909]	

Ország	Hatályos jogszabály	Hatályos útmutató
Spanyolország	<p>Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales [Boletín Oficial del Estado (B.O.E), 24/04/2010, 36103-36120, 99/2010]</p> <p>Corrección de errores del Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales [Boletín Oficial del Estado (B.O.E), 06/05/2010, 40171-40171, 110/2010]</p>	<p>SZABVÁNYOK</p> <p>UNE- CR 13464: 1999, „Guía para la selección, utilización y mantenimiento de los protectores oculares y faciales de uso profesional”.</p> <p>UNE EN 166: 2002, „Protección individual del ojo. Requisitos”</p> <p>UNE EN 169: 2003, „Protección individual de los ojos. Filtros para soldadura y técnicas relacionadas. Especificaciones del coeficiente de transmisión (transmitancia) y uso recomendado”</p> <p>UNE EN 170: 2003, „Protección individual de los ojos. Filtros para el ultravioleta. Especificaciones del coeficiente de transmisión (transmitancia) y uso recomendado”.</p> <p>UNE EN 207, „Filtros y protectores de los ojos contra la radiación láser (gafas de protección láser)”. (Esta norma tiene ampliaciones y modificaciones).</p> <p>UNE EN 208, „Gafas de protección para los trabajos de ajuste de láser y sistemas láser (gafas de ajuste láser)”. Esta norma tiene ampliaciones y modificaciones).</p> <p>UNE-EN 60825, „Seguridad de los productos láser” esta norma tiene varias partes y numerosas correcciones</p> <p>UNE-EN 14255 Medición y evaluación de la exposición de las personas a la radiación óptica incoherente. (Esta norma tiene varias partes)</p> <p>PLAKÁTOK:</p> <p>La Directiva 2006/25/CE sobre exposición laboral a radiaciones ópticas artificiales. Az optikai sugárzásnak való munkahelyi expozíció értékelésének módszertana Spectral limit: an Application to Assess the Occupational Exposure to UV & Visible Radiation</p> <p>TOVÁBBI INSH-T-DOKUMENTUMOK</p> <p>NTP 755: „Radiaciones ópticas: Metodología de evaluación de la exposición laboral”.</p> <p>NTP 654: Láseres: nueva clasificación del riesgo (UNE EN 60825-1 /A2: 2002).</p> <p>NTP 261: Láseres: riesgos en su utilización.</p> <p>FDN-17: Selección de pantallas faciales y gafas de protección.</p> <p>FDN-23: Comercialización de las Pantallas de Protección para Soldadores.</p> <p>Guías orientativas para la selección y utilización de EPI – Protectores oculares y faciales.</p> <p>CD. R. Munkahelyi kockázatok kivédése. Haladó tanfolyam a függvények végrehajtásáról. 2. változat</p> <p>Algunas cuestiones sobre seguridad Láser. (Some topics about laser safety).</p> <p>Evaluación de las Condiciones de Trabajo en la pequeña y mediana empresa.</p> <p>Riesgos por radiaciones ópticas procedentes de fuentes luminosas.</p> <p>La exposición laboral a radiaciones ópticas</p>
Svédország	<p>Arbetsmiljöverkets föreskrifter om artificiell optisk strålning (AFS 2009:7) [Arbetsmiljöverkets författningssamling (AFS), 10/11/2009,, 2009:7]</p> <p>The Control of Artificial Optical Radiation at Work Regulations 2010 [Her Majesty's Stationery Office (HMSO), 06/04/2010,, GB SI 2010 No. 1140]</p> <p>The Control of Artificial Optical Radiation at Work Regulations (Northern Ireland) 2010 [Her Majesty's Stationery Office (HMSO),, SR of NI 2010 No.180]</p> <p>Factories (Protection of Workers from Physical Agents) (Artificial Optical Radiation) Regulations 2010 [Gibraltar Gazette, 3801, 29/07/2010]</p>	<p>MHRA DB2008(03) Iránymutatás a lézerek, az intenzív fényforrások és a LED-ek biztonságos használatáról a gyógyászatban, a sebészetben, valamint a fogorvosi és plasztikai gyakorlatban</p> <p>HSG95 A kivetítés céljára használt lézerek sugárzásbiztonsága</p>

G. FÜGGELÉK – Európai és nemzetközi szabványok

Több olyan európai szabvány létezik, amely az optikai sugárzást kibocsátó termékekre vonatkozik; e szabványok a kibocsátást írják le és tárgyalják a védelmi intézkedéseket. Vannak továbbá nemzetközi (az ISO, az IEC és a CIE által kiadott) szabványok, amelyek nem európai szabványként jelentek meg. A harmadik csoport az útmutatásként szolgáló dokumentumoké, amelyek nemzetközi, de nem feltétlenül kerültek alkalmazásra minden tagállamban.

Ha egy dokumentum a jelen függelékben szerepel, az nem jelenti szükségszerűen azt, hogy a munkáltatónak be kell szereznie és tanulmányoznia kell azt. Azonban vannak közöttük olyan dokumentumok, amelyek segíthetnek a munkáltatóknak a kockázatértékelésben és a kockázatkezelésben.

G.1. Euronorm-szabványok

EN 165:2005 Egyéni szemvédő eszközök. Fogalommeghatározások

EN 166: 2002 Egyéni szemvédő eszközök. Követelmények

EN 167: 2002 Személyi szemvédő eszközök. Optikai vizsgálati módszerek

EN 168: 2002 Személyi szemvédő eszközök. Nem optikai vizsgálati módszerek

EN 169: 2002 Személyi szemvédő eszközök. Szűrők hegesztéshez és rokon eljárásokhoz. Áteresztési követelmények és ajánlott használat

EN 170: 2002 Személyi szemvédő eszközök. Ultraibolya-szűrők. Áteresztési követelmények és ajánlott használat

EN 171: 2002 Személyi szemvédő eszközök. Infravörös szűrők. Áteresztési követelmények és ajánlott használat

EN 175: 1997 Személyi szemvédő eszközök. Szem- és arcvédő eszközök hegesztéshez és hasonló eljárásokhoz

EN 207: 1998 Lézersugárzás ellen védő szemvédők és szűrők

EN 208: 1998 Szemvédők lézerberendezéseken és lézerrendszereken végzett munkákhoz

EN 349: 1993 Gépek biztonsága. Legkisebb távolságok a testrészek összenyomódásának elkerüléséhez

EN 379: 2003 Személyi szemvédő eszközök. Önműködő hegesztőszűrők

EN 953: 1997 Gépek biztonsága. Védőburkolatok. Rögzített és nyitható védőburkolatok tervezésének és kialakításának általános követelményei

EN 1088: 1995 Védőburkolatokkal összekapcsolt reteszelőberendezések

EN 1598: 1997 Egészség és biztonság a hegesztés és rokon eljárások területén. Fényáteresztő hegesztőfüggönyök, szalagfüggönyök és falak ívhegesztő eljárásokhoz

EN ISO 11145: 2001 Optika és optikai eszközök. Lézerek, lézerberendezések Vocabulary and symbols

EN ISO 11146-1: 2005 Lézerek és lézerberendezések. A lézernyalábméretek, a széttartási szög és a nyalábterjedési tényező vizsgálati módszerei. Sztigmatikus és egyszerű asztigmatikus nyalábok

EN ISO 11146-2: 2005 Lézerek és lézerberendezések. A lézernyalábméretek, a széttartási szög és a nyalábterjedési tényező vizsgálati módszerei. Általános asztigmatikus nyalábok

EN ISO 11149: 1997 Optika és optikai eszközök. Lézerek és lézerrel kapcsolatos berendezések. Száloptikai csatlakozók nem távközlési lézeralkalmazásokhoz

- EN ISO 11151-1: 2000 Lézerek és lézerberendezések. Szabványos optikai alkatrészek. Alkatrészek az UV, a látható és a közeli-infravörös spektrális tartományban
- EN ISO 11151-2: 2000 Lézerek és lézerberendezések. Szabványos optikai alkatrészek. Alkatrészek az infravörös spektrális tartományban
- EN ISO 11252: 2004 Lézerek és lézerberendezések. Lézerkészülékek. A dokumentáció minimumkövetelményei
- EN ISO 11254-3: 2006 Lézerek és lézerberendezések. Optikai felületek lézer által okozott roncsolási kűszöbének meghatározása. A lézerteljesítmény (energia)-tűrőképesség igazolása
- EN ISO 11551: 2003 Optika és optikai eszközök. Az optikailézer-alkatrészek abszorpciójának vizsgálati módszere
- EN ISO 11553-1: 2005 Gépek biztonsága. Lézeres megmunkológépek. Általános biztonsági követelmények
- EN ISO 11553-2: 2007 Gépek biztonsága. Lézeres megmunkológépek. Kézi lézeres megmunkálókészülékek biztonsági követelményei
- EN ISO 11554: 2006 Optika és fotonika. Lézerek, lézerberendezések. A lézernyaláb teljesítményének, energiájának és időbeli jellemzőinek vizsgálati módszerei
- EN ISO 11670: 2003 Lézerek és lézerberendezések. Lézernyaláb-paraméterek vizsgálati módszerei. A nyaláb helyzeti stabilitása
- EN ISO 11810-1: 2005 Lézerek és lézerberendezések. Sebészeti takarók és/vagy páciensvédő takarások lézerállóságának osztályba sorolása és vizsgálati módszere. Kezdeti meggyulladás és áthatolás
- EN ISO 11810-2: 2007 Lézerek és lézerberendezések. Sebészeti takarók és/vagy páciensvédő takarások lézerállóságának osztályba sorolása és vizsgálati módszere. Másodlagos meggyulladás
- EN ISO 11990: 2003 Optika és optikai eszközök. Lézerek, lézerberendezések. Légcsőtubusszárak lézerállóságának meghatározása
- EN ISO 12005: 2003 Lézerek és lézerberendezések. A lézersugár paramétereinek vizsgálati módszerei. Polarizáció
- EN ISO 12100-1: 2003 Gépek biztonsága. Alapfogalmak, a kialakítás általános elvei. 1. rész. Fogalommeghatározások, módszertan
- EN ISO 12100-2: 2003 Gépek biztonsága. Alapfogalmak, a kialakítás általános elvei. 2. rész. Műszaki alapelvek
- EN 12254: 1998 Lézermunkahelyek védőernyői. Biztonsági követelmények és vizsgálat
- EN ISO 13694: 2001 Optika és optikai eszközök. Lézerek, lézerberendezések. A lézernyaláb teljesítmény-(energia)-megoszlásának vizsgálati módszerei
- EN ISO 13695: 2004 Optika és fotonika. Lézerek, lézerberendezések. A lézerek spektrális jellemzőinek mérési módszerei
- EN ISO 13697: 2006 Optika és fotonika. Lézerek, lézerberendezések. Az optikai lézeralkatrészek tükröreflexiók tényezőjének és szabályos áteresztési tényezőkének vizsgálati módszerei
- EN 13857: 2008 Gépek biztonsága. Biztonsági távolságok a veszélyes zónák felső és alsó végtaggal történő elérésének megakadályozására
- EN ISO 14121-1: 2007 Gépek biztonsága. Kockázatfelmérés. 1. rész: Elvek
- EN 14255-1: 2005 Nem koherens optikai sugárzás személyi expozíciójának mérése és becslése. 1. rész: Mesterséges források által kibocsátott ultraibolya sugárzás a munkahelyen
- EN 14255-2: 2005 Nem koherens optikai sugárzás személyi expozíciójának mérése és becslése. 2. rész: Mesterséges források által kibocsátott látható és infravörös sugárzás a munkahelyen
- EN 14255-4: Nem koherens optikai sugárzás személyi expozíciójának mérése és becslése. 4. rész: Az UV, a látható és az IR expozíció méréseinek során alkalmazott terminológia és mennyiségek

EN ISO 14408: 2005 Légcsőtubusok lézersebészethez. A megjelölés és a kísérő tájékoztatás követelményei

EN ISO 15367-1: 2003 Lézerek és lézerberendezések. Vizsgálati módszerek a lézernyaláb hullámhomloka alakjának meghatározásához. Fogalommeghatározás és alapvető szempontok

EN ISO 15367-2: 2005 Lézerek és lézerberendezések. Vizsgálati módszerek a lézernyaláb hullámhomloka alakjának meghatározásához. Shack-Hartmann érzékelők

EN ISO 17526: 2003 Optika és optikai eszközök. Lézerek, lézerberendezések. A lézerek élettartama

EN ISO 22827-1: 2005 NdYAG lézersugaras hegesztőgépek átvételi vizsgálatai. Fényvezető szálás gépek. Lézerszerelvények

EN ISO 22827-2: 2005 NdYAG lézersugaras hegesztőgépek átvételi vizsgálatai. Fényvezető szálás gépek. Mozgatószerkezet

EN 60601-2-22: 1996: Gyógyászati villamos készülékek. 2. rész: Diagnosztikai és terápiás lézerkészülékek egyedi biztonsági követelményei

EN 60825-1: 2007. Lézergyártmányok sugárbiztonsági előírásai. 1. rész: Készülékosztályozás és követelmények

EN 60825-2: Lézergyártmányok sugárbiztonsági előírásai. 2. rész: Optikai szálás távközlési rendszerek biztonsági előírásai

EN 60825-4: 2006 Lézergyártmányok sugárbiztonsági előírásai. 4. rész Lézervédelmek

EN 60825-12: 2004 Lézergyártmányok sugárbiztonsági előírásai. 12. rész Információátvitelhez használt szabadtéri optikai távközlési rendszerek biztonsága

EN 61040: 1993 Lézersugárzás teljesítményét és energiáját mérő detektorok, műszerek és berendezések

G.2. Európai útmutatás

CLC/TR 50488: 2005 Guide to levels of competence required in laser safety (Útmutatás a lézerbiztonsághoz szükséges szakértelem szintjeiről)

G.3. ISO-, IEC- ÉS CIE-dokumentumok

ISO/TR 11146-3: 2004 Lasers and laser-related equipment. Test methods for laser beam widths, divergence angles and beam propagation ratios. Intrinsic and geometrical laser beam classification, propagation and details of test methods (Lézerek, lézerberendezések. A lézernyalábméretek, a széttartási szög és a nyalábtérjedési tényező vizsgálati módszerei. A lézernyalábok jelleg szerinti és geometriai alapú osztályozása, a vizsgálati módszerek részletei)

ISO TR 11991: 1995 Guidance on airway management during laser surgery of upper airway (Útmutatás a légutak kezeléséről a felső légutak lézeres műtete során)

ISO/TR 22588: 2005 Optics and photonics. Laser and laser-related equipment. Measurement and evaluation of absorption-induced effects in laser optical components (Optika és fotonika. Lézerek, lézerberendezések. Az optikai lézeralkatrészekben az abszorpció által kiváltott hatások mérése és értékelése)

IEC/TR 60825-3: 2008 Safety of Laser Products. Part 3: Guidance for laser displays and shows (Lézergyártmányok sugárbiztonsági előírásai. 3. rész: Útmutatás a lézerműsorokhoz és lézershow-khoz)

IEC TR 60825-5: 2003 Safety of Laser Products. Part 5: Manufacturer's checklist for IEC 60825-1 (Lézergyártmányok sugárbiztonsági előírásai. 3. rész: Ellenőrző lista a gyártó számára az IEC 60825-1-hez)

IEC/TR 60825-8: 2006 Safety of Laser Products. Part 8: Guidelines for the safe use of laser beams on humans (Lézergyártmányok sugárbiztonsági előírásai. 8. rész: Iránymutatás a lézersugarak embereken történő biztonságos használatához)

IEC/TR 60825-13: 2006 Safety of Laser Products. Part 13: Measurements for Classification of Laser Products

- (Lézergyártmányok sugárbiztonsági előírásai. 13. rész: Mérések a lézertermékek osztályozásához)
- IEC TR 60825-14: 2004 Safety of Laser Products. Part 14: A user's guide (Lézergyártmányok sugárbiztonsági előírásai. 14. rész: Felhasználói útmutató)
- IEC 62471: 2006 Photobiological safety of lamps and lamp systems (Fényforrások és fényforrás-rendszerek fotobiológiai biztonsága)
- CIE S 004-2001: Colours of Light Signals (A fényjelző berendezések színei)
- ISO 16508/CIE S006.1/E-1999: Joint ISO/CIE Standard: Road Traffic Lights – Photometric Properties of 200 mm Roundel Signals (Közös ISO/CIE szabvány: Utcai forgalomirányító fényjelző készülék – A 200 mm-es kör alakú jelzés fotometriai tulajdonságai)
- ISO 17166/CIE S007/E-1999: Joint ISO/CIE Standard: Erythema Reference Action Spectrum and Standard Erythema Dose (Közös ISO/CIE szabvány: Eljárás bőrpír kialakulása esetén és a szabványos dózis)
- ISO 8995-1: 2002(E)/CIE S 008/E: 2001: Joint ISO/CIE Standard: Lighting of Work Places – Part 1: Indoor [incl. Technical Corrigendum ISO 8995:2002/Cor. 1:2005(E)] (Közös ISO/CIE szabvány: A munkahelyek megvilágítása – 1. rész: Beltér [műszaki helyesbítéssel: ISO 8995:2002/Cor. 1:2005(E)])
- CIE S 009/D: 2002: Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen
- ISO 23539: 2005(E)/CIE S 010/E: 2004: Joint ISO/CIE Standard: Photometry – The CIE System of Physical Photometry (Közös ISO/CIE szabvány: Fotometria – A fizikai fotometria CIE-rendszere)
- ISO 23603: 2005(E)/CIE S 012/E: 2004: Joint ISO/CIE Standard: Standard Method of Assessing the Spectral Quality of Daylight Simulators for Visual Appraisal and Measurement of Colour (Közös ISO/CIE szabvány: A napalfény-szimulátorok spektrális minőségei értékelésének szabványos módszere a vizuális felmérés és a szín mérése céljára)
- CIE S 015: 2005: Lighting of Outdoor Work Places (Kültéri munkahelyek világítása)
- ISO 8995-3: 2006(E)/CIE S 016/E: 2005: Joint ISO/CIE Standard: Lighting of work places – Part 3: Lighting Requirements for Safety and Security of Outdoor Work Places (Közös ISO/CIE szabvány: A munkahelyek világítása – 3. rész: A kültéri munkahelyek biztonságát és védelmét szolgáló világítási követelmények)
- ISO 28077: 2006(E)/CIE S 019/E: 2006: Joint ISO/CIE Standard: Photocarcinogenesis Action Spectrum (Non-Melanoma Skin Cancers) (Közös ISO/CIE szabvány: Fellépés a fény hatására kialakuló rákbetegségekkel szemben (nem melanóma típusú bőrrákok))
- ISO 30061: 2007(E)/CIE S 020/E: 2007: Emergency Lighting (Vészvilágítás)

H. FÜGGELÉK – Fényérzékenység

H.1. Mi a fényérzékenység?

A látható és UV sugárzás által kiváltott kémiai reakciók természetes folyamatok, és elengedhetetlenek az élő szervezet fennmaradásához. Ezek úgynevezett fotokémiai reakciók: az energiát egy molekula vagy élő sejt nyeli el, amely gerjesztett állapotba kerül, és így jön létre a reakció.

Szokásos körülmények között a hatások mérlege pozitív lesz, és a testet – ebben az adott esetben a bőrt – nem éri károsodás.

Azonban bizonyos anyagok felszívódása, lenyelése vagy belélegezése nagymértékű erősítő hatást válthat ki, és az akut napégéshez hasonló, sokszoros mértékű károsodások léphetnek fel. Ezeket az anyagokat általában fényérzékenyítőeknek nevezik.

Egyes esetekben a káros hatások (például a napégés, a felhólyagosodás és a viszketés) szinte azonnal jelentkezhetnek.

A fényérzékenyítő anyagokkal való érintkezéssel egyidejűleg történő ismételt expozíciók hosszú távú következményei bizonyos esetekben növelhetik a krónikus betegségek (a bőr felgyorsult öregedése vagy a bőrrák) kockázatát.

A legtöbb fényérzékenyítő anyag abszorpciója az UV-A tartományban, valamivel kevesebb az UV-B vagy a látható tartományban történik meg. A fényérzékenyítő anyagok a környezetben mindenhol megtalálhatók. Az ember hétköznapi környezetében: bizonyos gyógyszerek (például a szívgyógyszerek vagy a magas vérnyomás elleni gyógyszerek), bizonyos zöldségekben található anyagok, favédő termékek (pl. kátrányszármazékok), kerti növények, parfümök és kozmetikai szerek. A munkahelyi környezetben: színezőanyagok, a növényvédő szerek, nyomdafestékek, állateledetek élelmiszer-adalékanyagai. A gyógyászati környezetben: fényterápia, antibakteriális szerek, nyugtatók, vizelethajtók, gyulladáscsökkentő kezelések.

A listák nem teljesek. A mindennapi életben használt vagy a gyógyászati eredetű fényérzékenyítő anyagok hatással lehetnek arra, hogy ön mennyire érzékeny a munkahelyi expozícióra.

A káros hatások a felszívódott/lenyelt/belélegzett fényérzékenyítő anyag típusától és mennyiségétől, az expozíció intenzitásától és időtartamától, valamint az egyén genetikai jellegzetességeitől (pl. bőrtípus) függnék.

H.2. Munkavégzéssel kapcsolatos aspektusok?

Látható, hogy az UV vagy látható sugárzásnak való fényérzékenyítő anyagok jelenlétében történő expozíció mindenre hatással lehet, és munkahelyi vagy nem munkahelyi tevékenységekből eredhet.

Emellett a legfőbb ilyen hatást kiváltó tényező a nap természetes sugárzása.

Mivel a természetes sugárzásnak való expozíció hatásai nem tartoznak az irányelv hatálya alá, az információ kizárólag a természetes sugárzásra vonatkozik.

H.3. Mit kell a munkáltatónak tennie?

Az irányelv megköveteli a munkáltatótól, hogy kockázatértékelést hajtson végre, amely számításba veszi a mesterséges optikai sugárzásnak való expozícióból adódó veszélyeket és kockázatokat.

A munkáltató egyik kötelezettsége, hogy tájékoztassa a személyzetet minden potenciális kockázatról. Elengedhetetlen, hogy felhívja a figyelmet a fényérzékenyítő anyagok kiváltotta potenciális veszélyekre és kockázatokra.

H.4. Mit kell tennie, ha munkája során fényérzékenyítő anyagok jelenlétében történik mesterséges optikai sugárzásnak való expozíció?

Amikor a munkáltató kockázatértékelést végez, nem ismerhet minden egyedi jellemzőt, például azt, hogy egy munkavállaló fényérzékenyítő gyógyszerkészítményeket szed, fényérzékenyítő termékeket használ az otthona felújításához, vagy fényérzékenyítő anyagokat használ, amikor hobbiját űzi (festékek, tinták, ragasztó) stb.

Amikor ön fényérzékenyítő hatású gyógyszer szedését kezdi meg, az orvos a legtöbb esetben figyelmezteti önt a napfénynek való expozíció potenciális károsító hatásaira. Bizonyos esetekben egyértelműen megtiltják a napfénynek való expozíciót. Ilyen helyzetben mindig javasolt a munkahelyen a mesterséges (és természetes) fénynek vagy UV forrásoknak való túlzott expozíció elkerülése. Minden esetben olvassa el a tájékoztatót! Határozottan javasolt, hogy minderről tájékoztassa munkáltatóját személyesen vagy az ön országában létező csatornák vagy eljárások felhasználásával.

Amennyiben bőrén káros hatások kialakulását észleli, haladéktalanul forduljon orvoshoz. Ha gyanítja, hogy ennek munkahelyi eredete lehet, közölje azt az orvossal. Ha gyanítható, hogy munkahelyi okról van szó, erősen javasolt, hogy tájékoztassa arról munkáltatóját személyesen vagy az ön országában létező csatornák vagy eljárások felhasználásával. Csak ebben az esetben lesz lehetséges az ön munkafeltételeinek módosítása.

I. FÜGGELÉK – Források

I.1. Internet

Az alábbi listák nem teljesek. Egy külső weboldal feltüntetése a listákon nem jelenti szükségszerűen azt, hogy jelen útmutató az adott oldal tartalmát jóváhagyja vagy ajánlja.

I.2. Tanácsadó/szabályozó testületek

Európai Unió

Ország	Szervezet	Weboldal
Ausztria	AUVA	www.auva.at
Belgium	Institut pour la Prevention, la Protection et le Bien-Etre au Travail	www.prevent.be/net/net01.nsf
Ciprus	Ημερίδα με θέμα: Ασφαλής Πρόσδεση Φορτίων	www.cyssha.org.cy
Cseh Köztársaság	Országos Közegészségügyi Intézet, Cseh Köztársaság	www.czu.cz
	Centrum bezpečnosti práce a požární ochrany	www.civop.cz
Dánia	Dán Munkakörnyezeti Hatóság	www.at.dk
Észtország	TÖÖINSPEKTSIOON	www.ti.ee
Finnország	Työterveyslaitos	www.occuphealth.fi
Franciaország	Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail	www.afsset.fr
Németország	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin	www.baua.de
	Berufsgenossenschaft Elektro Textil Feinmechanik	www.bgetf.de
Görögország	Munka-egészségügyi és Munkavédelmi Országos Intézet	www.elinyae.gr
Magyarország	Munkavédelmi Kutatási Közalapítvány	www.mkk.org.hu
Írország	Egészségügyi és Biztonsági Hatóság	www.HSA.ie
Olaszország	Országos Munkavédelmi és Megelőzési Intézet	www.ispesl.it
Lettország	Munka- és Környezet-egészségügyi Intézet	home.parks.lv/ioeh
Luxemburg	Inspection du Travail et des Mines	www.itm.lu/itm
Málta	Egészségügyi és Biztonsági Hatóság	www.ohsa.org.mt
Hollandia	TNO Munkaügy és Foglalkoztatás	www.arbeid.tno.nl
Lengyelország	Központi Munkavédelmi Intézet	http://www.ciop.pl
Portugália	Autoridade para as Condições do Trabalho	www.act.gov.pt
Románia	Közegészségügyi Intézet	www.pub-health-iasi.ro
Szlovákia	A Szlovák Köztársaság Közegészségügyi Hatósága	www.uvzsr.sk
Szlovénia	Munkaügyi, Családügyi és Szociális Ügyek Minisztériuma	www.mddsz.gov.si
Spanyolország	Országos Munkavédelmi és Munkahelyi Higiéniai Intézet	www.insht.es/portal/site/Insht
	Baleset-megelőzési Szövetség	www.apa.es
Svédország	Svéd Sugárvédelmi Hatóság	www.ssi.se
Egyesült Királyság	Egészségvédelmi Hatóság	www.hpa.org.uk
	Egészségügyi és Biztonsági Hivatal	www.hse.gov.uk

Nemzetközi

Szervezet	Weboldal
Nemzetközi Nem Ionizáló Sugárzás Elleni Védelmi Bizottság	www.icnirp.de
Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság	www.cie.co.at
Egészségügyi Világszervezet	www.who.int
Amerikai Kormányközi Iparhigiéniai Konferencia	www.acgih.org
Európai Szakszervezetek Szövetsége	www.etuc.org hesa.etui-rehs.org
Európai Közegészségügyi Szövetség	www.epha.org/r/64
Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökség	osha.europa.eu/
Nemzetközi Munka-egészségügyi Bizottság	www.icohweb.org

A világ többi része

Ország	Szervezet	Weboldal
USA	Az Amerikai Egyesült Államok Élelmiszer-biztonsági és Gyógyszerészeti Hivatalának Sugár-egészségügyi Központja	www.fda.gov/cdrh/
USA	Az Amerikai Egyesült Államok Élelmiszer-biztonsági és Gyógyszerészeti Hivatalának Egészségügyi Baleseti Adatbázisa	www.accessdata.fda.gov
USA	Az Egyesült Államok Egészségfejlesztési és Megelőző Orvostudományi Központja, Lézeres/Optikai Sugárzási Program	chppm-www.apgea.army.mil/laser/laser.html
Ausztália	Ausztrál Sugárzásvédelmi és Nukleáris Biztonsági Ügynökség	www.arpana.gov.au

I.3. Szabványok

Szervezet	Weboldal
Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottság	www.iec.ch
Európai Elektrotechnikai Szabványügyi Bizottság	www.cenelec.eu
Európai Szabványügyi Bizottság	www.cen.eu
Nemzetközi Szabványügyi Szervezet	www.iso.org
Amerikai Országos Szabványügyi Intézet	www.ansi.org
Amerikai Lézerbiztonsági Szabványok	www.z136.org

I.4. Szövetségek / Webes címtárak

Szervezet	Weboldal
Európai Optikai Társaság	www.myeos.org
SPIE	www.spie.org
Amerikai Optikai Társaság	www.osa.org
Amerikai Lézerintézet	www.laserinstitute.org
Lézerfelhasználók Szövetsége	www.ailu.org.uk
Fizikai Intézet	www.iop.org
Fizikai és Orvosi Műszaki Intézet	www.ipem.org.uk
Brit Orvosilézer-szövetség	www.bmla.co.uk
A Gázüzemű Hősugárzók Európai Gyártóinak Európai Szövetsége	www.elvhis.com

I.5. Folyóiratok

www.optics.org

Opto & Laser Europe

www.health-physics.com

Health Physics folyóirat

www.oxfordjournals.org/our_journals/rpd/about.html

Lézerrel kapcsolatos publikációk kivonatai: Radiation Protection Dosimetry

fw.pennnet.com/home.cfm

Laser Focus World, havonta megjelenő amerikai optikai folyóirat

www.photonics.com

Photonics Spectra, Europhotonics and BioPhotonics

scitation.aip.org/jla/

Journal of Laser Applications

www.springerlink.com/content/1435-604X/

Lasers in Medical Science folyóirat

fibers.org/fibresystems/schedule/fse.cfm

Fibre Systems Europe folyóirat

www.laserist.org/Laserist/

The Laserist: az International Laser Display Association folyóirata

www.ledsmagazine.com

A LED-ek alkalmazásával kapcsolatos elektronikus folyóirat

www.ils-digital.com

Industrial Laser Solutions folyóirat

www.rp-photonics.com/encyclopedia.html

Lézerrel kapcsolatos és optikai tárgyú témákkal foglalkozó online enciklopédia

I.6. CD-k, DVD-k és egyéb források

Forrás	Kiadó	Megjegyzés
Limits CD	Austrian Research Centers	Angol és német nyelvű interaktív oktatási rendszer az ipari és kutatási lézerbiztonság területén. A CD tartalmaz egy 30 perces videofelvételt, amely áttekintést ad a CD 9 fejezetéről. A fejezetek a videofilmtől függetlenül is megtekinthetők. Tartalmaz továbbá egy feleletválasztós kérdésekből álló ellenőrző részt, valamint egy glosszáriumot.
LIA – Mastering Light – Laser Safety DVD	LIA	A lézerek alkalmazásait és típusait, a lézer veszélyeit, a biztonsági intézkedéseket, a jelzéseket és címkéket, a szemvédő felszerelés tárolását stb. tárgyalja. A régi lézerosztályozás részleteit tartalmazza.
Laser Safety in Higher Education on DVD	University of Southampton	A lézersugárzással, a testtel, a biztonsági intézkedésekkel, a semleges optikaisűrűség-szűrőkkel stb. kapcsolatos kérdéseket tárgyal. A régi lézerosztályozás részleteit tartalmazza.
LIA – CLSOs' Best Practices in Laser Safety on CD	LIA	Könyv + CD. A CD az 5.2.1.1. és 5.2.1.3. fejezetek PowerPoint prezentációit tartalmazza. A könyv célja, hogy a lézerbiztonsági programok kialakításához segítséget nyújtson.
Prevention of Labour Risks on CD	INSHT	Haladó tanfolyam a magas szintű függvények végrehajtásáról. 2. verzió
Guide to Laser Safety	Laservision	Füzet (angol és német). A füzet elsősorban a szemvédő lézerbiztonsági felszerelést és szűrőket tárgyalja.
Laser-Augenschutz Filter-Select	BGETF	ACCESS interaktív adatbázis a szemet a lézertől védő felszerelésről.

J. FÜGGELÉK – Glosszárium

akaratlagos és nem akaratlagos elkerülő reakció

a szemhéj lecsukódása, szemmozgás, a pupilla összehúzódása vagy a fej mozgása, amelynek célja az optikai sugárzást kibocsátó ingernek való expozíció elkerülése

besugárzott felületi teljesítmény (a felület valamely pontján)

a felület adott pontot tartalmazó részére érkező kisugárzott fluxus ($d\Phi_v$) és az adott rész területének (dA) hányadosa, azaz

$$E = \frac{d\Phi_v}{dA}$$

SI mértékegysége: $W m^{-2}$

besugárzottság

egy adott időtartam alatt a felület adott pontot tartalmazó részére érkező kisugárzott energia (dQ) és az adott rész területének (dA) hányadosa

$$H = \frac{dQ}{dA}$$

hasonlóképpen a besugárzott felületi teljesítmény (E) integrálja egy bizonyos ponton, egy bizonyos időtartam alatt (Δt)

$$H = \int_{\Delta t} E \cdot dt$$

SI mértékegysége: $J m^{-2}$

a bőr károsodásának a veszélyességi távolsága

az a távolság, ahol a besugárzott felületi teljesítmény meghaladja a bőrre vonatkozó, 8 órás expozícióra kiszámított expozíciós határértéket
mértékegysége: m

expozíciós határérték (ELV)

a szem vagy a bőr legnagyobb mértékű olyan expozíciója, amely várhatólag még nem okoz biológiai károsodást

fénysűrűség

az alábbi egyenlettel kiszámítható mennyiség:

$$L_v = \frac{d\Phi_v}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega}$$

ahol:

$d\Phi_v$ a fényáram, amelyet az adott ponton áthaladó sugár ad ki, és az adott irányt tartalmazó $d\Omega$ térszögben terjed;
 dA a sugárzás metszetének azon területe, amely tartalmazza az adott pontot;

θ a metszetre merőleges vonal és a sugár iránya által bezárt szög;

jele: L_v

mértékegysége: $cd \cdot m^{-2}$

infravörös sugárzás (IR)

optikai sugárzás, amelynél a hullámhosszak a látható sugárzás hullámhosszánál hosszabbak.

Az infravörös sugárzás hullámhossztartományát (780 nm-től 10^6 nm-ig) szokás a következő csoportokra osztani:

IR-A (780 nm-től 1400 nm-ig)

IR-B (1400 nm-től 3000 nm-ig)

IR-C (3000 nm-től 10^6 nm-ig)

kékfény-veszély

a recehártya fotokémiai úton kialakuló károsodásának lehetősége, amely a 300 nm-től 700 nm-ig terjedő hullámhossz-tartományú optikai sugárzás következménye

a kékfény-veszély súlyozó függvénye

spektrális súlyozó függvény, amely az ultraibolya és a látható sugárzás recehártyára gyakorolt fotokémiai hatását mutatja

jele: $B(\lambda)$

SI mértékegysége: dimenzió nélküli

látható sugárzás

minden olyan optikai sugárzás, amely képes közvetlenül látásérezékelést kiváltani

Megjegyzés: A látható sugárzás spektrális tartományának határai nem definiálhatók pontosan, mivel a rezechártyát érő sugárzott teljesítmény mértékétől, valamint a megfigyelő személy érzékenységtől is függenek. Az alsó határnak általában 360 nm és 400 nm közötti értéket, a felső határnak általában 760 nm és 830 nm közötti értéket tekintenek.

megvilágítás (Ev)

(a felület valamely pontján)

a felület adott pontot tartalmazó részére érkező fényáram ($d\Phi_v$) és az adott rész területének (dA) hányadosa

$$E_v = \frac{d\Phi_v}{dA}$$

mértékegysége: lux (lx)

nem koherens optikai sugárzás

a lézergusárzáson kívül minden más optikai sugárzás

optikai sugárzás

elektromágneses sugárzás, amelynek hullámhossza a röntgensugárzás felé való átmenet (hullámhossz kb. 1 nm) és a rádióhullámok felé való átmenet (hullámhossz kb. 10^6 nm) közötti régióba esik

a rezechártya hőkárosodásának a veszélye

a szem lehetséges károsodása a 380–1400 nm-es hullámhossz-tartományú optikai sugárzásnak való expozíció következtében

a rezechártya hőkárosodási veszélyének a súlyozó függvénye

spektrális súlyozási függvény, amely a látható és infravörös sugárzás rezechártyára gyakorolt hőhatását mutatja

jele: $R(\lambda)$

SI mértékegysége: dimenzió nélküli

a rezechártya sérülésének a veszélyességi tartománya

A 380 nm-től 1400 nm-ig terjedő spektrális tartomány (látható és IR-A sugárzás), amelyen belül a normális szem mint közeg a rezechártyára továbbítja az optikai sugárzást

sugársűrűség

(egy adott irányban, egy valódi vagy képzeletbeli felület egy adott pontján)

az alábbi egyenlettel kiszámítható mennyiség:

$$L = \frac{d\Phi}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega}$$

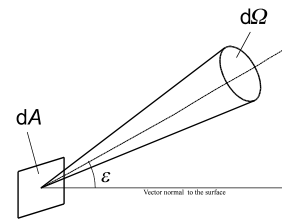
ahol:

$d\Phi$ a sugárzott teljesítmény, amelyet az adott ponton áthaladó sugár ad ki, és az adott irányt tartalmazó $d\Omega$ térszögben terjed;
 dA is a sugárzás metszetének azon területe, amely tartalmazza az adott pontot;

ϵ a metszetre merőleges vonal és a sugár iránya által bezárt szög;

jele: L

SI mértékegysége: $W \times m^{-2} \times sr^{-1}$



A sugársűrűség meghatározása A felületre merőleges vektor

a szemre vonatkozó veszélyességi távolság (OHD)

az a távolság, amelynél a sugár besugárzott felületi teljesítménye vagy besugárzottsága egyenlő a szemre vonatkozó ELV-kkel

ultraibolya sugárzás (UV)

optikai sugárzás, amelynél a hullámhosszak a látható sugárzás hullámhosszánál rövidebbek.

Az ultraibolya sugárzás hullámhossztartományát (100 nm-től 400 nm-ig) szokás a következő csoportokra osztani:

UV-A, 315 nm-től 400 nm-ig

UV-B, 280 nm-től 315 nm-ig

UV-C, 100 nm-től 280 nm-ig.

A 180 nm alatti hullámhossztartományba tartozó ultraibolya sugárzást nagymértékben elnyeli a levegő oxigénje (vákuum UV).

ultraibolya-veszély

a szem és a bőr akut és krónikus károsodásának lehetősége, amelynek kiváltó okai a 180 nm-től 400 nm-ig terjedő hullámhossztartományban kibocsátott sugárzásnak való expozíció

az ultraibolya-veszély súlyozási függvénye

az egészség védelmét szolgáló spektrális súlyozási függvény, amely mutatja az ultraibolya sugárzás szemre és bőrre gyakorolt együttes akut hatását

veszélyességi távolság

a forrástól számított minimális távolság, ahol a besugárzott felületi teljesítmény/sugársűrűség a vonatkozó expozíciós határérték (ELV) alá esik

K. FÜGGELÉK – Irodalom

K.1. A lézer története

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. Orvosi lézer

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. A lézer és az optikaisugárzás-biztonság

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. A lézer technológiája és elmélete

Introduction to Laser Technology. Breck Hitz, J. J. Ewing & Jeff Hecht. IEEE Press, 2001
Handbook of Laser Technology and Applications

- 1. kötet: Principles

- 2. kötet: Laser Design and Laser Systems
- 3. kötet: 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. Iránymutatások és nyilatkozatok

Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelengths Between 180 nm and 400 nm (Incoherent Optical Radiation). Health Physics 87 (2): 171-186; 2004.
Revision of the Guidelines on Limits of Exposure to Laser radiation of wavelengths between 400nm and 1.4µm. Health Physics 79 (4): 431-440; 2000.
Guidelines on Limits of Exposure to Broad-Band Incoherent Optical Radiation (0.38 to 3µm). Health Physics 73 (3): 539-554; 1997.
Guidelines on UV Radiation Exposure Limits. Health Physics 71 (6): 978; 1996.
Guidelines on Limits of Exposure to Laser Radiation of Wavelengths between 180 nm and 1 mm. Health Physics 71 (5): 804-819; 1996.
Proposed Change to the IRPA 1985 Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation. Health Physics 56 (6): 971-972; 1989.
Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelengths Between 180 nm and 400 nm (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

L. FÜGGELÉK – A 2006/25/EK irányelv szövege

L 114/38

HU

Az Európai Unió Hivatalos Lapja

2006.4.27.

AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2006/25/EK IRÁNYELVE

(2006. április 5.)

a munkavállalók fizikai tényezők hatásának való expozíciójára (mesterséges optikai sugárzás) vonatkozó egészségügyi és biztonsági minimumkövetelményekről (19. egyedi irányelv a 89/391/EGK irányelv 16. cikke (1) bekezdésének értelmében)

AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS AZ EURÓPAI UNIÓ TANÁCSA,

tekintettel az Európai Közösséget létrehozó szerződésre és különösen annak 137. cikke (2) bekezdésére,

tekintettel a Bizottságnak a munkahelyi biztonsági, higiéniai és egészségvédelmi tanácsadó bizottsággal folytatott konzultációt követően benyújtott javaslatára ⁽¹⁾,

tekintettel az Európai Gazdasági és Szociális Bizottság véleményére ⁽²⁾,

a Régiók Bizottságával folytatott konzultációt követően,

a Szerződés 251. cikkében megállapított eljárásnak megfelelően ⁽³⁾, az egyeztetőbizottság által 2006. január 31-én jóváhagyott közös szövegtervezet fényében,

mivel:

(1) A Tanács a Szerződés értelmében, irányelvek útján minimumkövetelményeket fogadhat el, hogy fejlődést ösztönözzön, különösen a munkakörnyezet tekintetében, a munkavállalók biztonsága és egészsége védelmének magasabb szintű biztosítása érdekében. Ezekben az irányelvekben kerülni kell olyan közigazgatási, pénzügyi és jogi korlátozások előírását, amelyek gátolnák a kis- és közép vállalkozások (KKV-k) alapítását és fejlődését.

⁽¹⁾ HL C 77., 1993.3.18., 12. o. és HL C 230., 1994.8.19., 3. o.

⁽²⁾ HL C 249., 1993.9.13., 28. o.

⁽³⁾ Az Európai Parlament 1999. szeptember 16-án megerősített (HL C 54., 2000.2.25., 75. o.), 1994. április 20-i véleménye (HL C 128., 1994.5.9., 146. o.), a Tanács 2005. április 18-i közös álláspontra (HL C 172. E, 2005.7.12., 26. o.) és az Európai Parlament 2005. november 16-i álláspontra (a Hivatalos Lapban még nem tették közzé). Az Európai Parlament 2006. február 14-i jogalkotási állásfoglalása (a Hivatalos Lapban még nem tették közzé) és a Tanács 2006. február 23-i határozata.

(2) A munkavállalók alapvető szociális jogairól szóló közösségi charta végrehajtására vonatkozó cselekvési programról szóló bizottsági közlemény a fizikai tényezőkből származó kockázatoknak kitett munkavállalókra vonatkozó egészségvédelmi és biztonsági minimumkövetelmények bevezetését írja elő. 1990. szeptemberében az Európai Parlament erről a cselekvési programról állásfoglalást ⁽⁴⁾ fogadott el, amelyben elsődlegesen arra kéri fel a Bizottságot, hogy dolgozzon ki egy egyedi irányelvet a zaj, a vibráció és minden egyéb munkahelyi fizikai tényezőről származó kockázatra vonatkozóan.

(3) Első lépésként az Európai Parlament és a Tanács elfogadta a munkavállalók fizikai tényezők (vibráció) hatásából keletkező kockázatoknak való expozíciójára vonatkozó egészségügyi és biztonsági minimumkövetelményekről szóló, 2002. június 25-i 2002/44/EK irányelvet (16. egyedi irányelv a 89/391/EGK irányelv 16. cikke (1) bekezdésének értelmében) ⁽⁵⁾. Ezt követően, 2003. február 6-án az Európai Parlament és a Tanács elfogadta a munkavállalók fizikai tényezők (zaj) hatásának való expozíciójára vonatkozó egészségügyi és biztonsági minimumkövetelményekről szóló 2003/10/EK irányelvet ⁽⁶⁾ (17. egyedi irányelv a 89/391/EGK irányelv 16. cikke (1) bekezdésének értelmében). Majd az Európai Parlament és a Tanács 2004. április 29-én elfogadta a munkavállalók fizikai tényezők (elektromágneses mezők) hatásából keletkező kockázatoknak való expozíciójára vonatkozó egészségügyi és biztonsági minimumkövetelményekről szóló 2004/40/EK irányelvet ⁽⁷⁾ (18. egyedi irányelv a 89/391/EGK irányelv 16. cikke (1) bekezdésének értelmében).

(4) Jelenleg a munkavállalókat az optikai sugárzásból származó veszélyekkel szemben védő intézkedések bevezetésére van szükség, e sugárzásnak a munkavállalók egészségére és biztonságára gyakorolt – különösen szem- és bőrkárosító — hatása miatt. Ezek az intézkedések nemcsak az egyes munkavállalók egyéni egészségvédelmét és biztonságát célozzák, hanem egy minden közösségi munkavállaló védelmét szolgáló minimális alapszint megteremtését is, a verseny esetleges torzulásainak elkerülése érdekében.

(5) Ezen irányelv egyik célja az optikai sugárzás hatásának való expozícióból származó káros egészségügyi hatások időbeni felismerése.

⁽⁴⁾ HL C 260., 1990.10.15., 167. o.

⁽⁵⁾ HL L 177., 2002.7.6., 13. o.

⁽⁶⁾ HL L 42., 2003.2.15., 38. o.

⁽⁷⁾ HL L 159., 2004.4.30., 1. o. Helyesbítve: HL L 184., 2004.5.24., 1. o.

- (6) Ez az irányelv minimumkövetelményeket állapít meg, meghagyva ezzel a tagállamok számára azt a lehetőséget, hogy szigorúbb rendelkezéseket tartsanak fenn vagy vezessenek be a munkavállalók védelmében, különösen az alsó expozíciós határértékek meghatározása tekintetében. Ezen irányelv végrehajtása a tagállamok egyikében sem szolgálhat alapul a már elért szinthez képest történő visszalépéshez.
- (7) Az optikai sugárzásvédelmi rendszernek – a felesleges részletek elkerülésével – az elérendő célok, a betartandó elvek és az alkalmazandó alapvető értékek meghatározására kell korlátozódnia annak érdekében, hogy a tagállamok egyenértékű módon alkalmazhassák a minimumkövetelményeket.
- (8) Az optikai sugárzásnak való kitétség szintje hatékonyabban csökkenthető, ha a munkaadók és a munkahelyek megtervezése megelőző intézkedések figyelembevételével történik, és olyan munkaeszközöket, eljárásokat, illetve módszereket választanak, amelyek által elsődlegesen a forrásnál csökkenthető a kockázat. A munkaeszközökre és módszerekre vonatkozó rendelkezések ezáltal hozzájárulnak az érintett munkavállalók védelméhez. A munkavállalók munkahelyi biztonságának és egészségvédelmének javítását ösztönző intézkedések bevezetéséről szóló, 1989. június 12-i 89/391/EGK tanácsi irányelv⁽¹⁾ 6. cikkének (2) bekezdésében megállapított általános megelőzési elvekkel összhangban a közös védintézkedések elsőbbséget élveznek az egyéni védintézkedésekkel szemben.
- (9) A munkáltatóknak az optikai sugárzásnak való expozícióból eredő kockázatokra vonatkozóan módosításokat kell végrehajtaniuk a munkavállalók egészségvédelmének és biztonságának javítása érdekében a műszaki fejlődés és a tudományos ismeretek figyelembevételével.
- (10) Mivel ez az irányelv egyedi irányelv a 89/391/EGK tanácsi irányelv 16. cikkének (1) bekezdése értelmében, az említett irányelv a munkavállalókat érő optikai sugárzásnak való expozícióra vonatkozik, az ebben az irányelvben foglalt szigorúbb, illetve különös rendelkezések sérelme nélkül.
- (11) Ez az irányelv gyakorlati lépést jelent a belső piac szociális dimenziójának megteremtése felé.
- (12) A jobb rendeleti alapelveket elősegítő és magas szintű védelmet biztosító összetett megközelítés akkor biztosítható, ha az optikai sugárforrások és kapcsolódó berendezések gyártói által előállított termékek megfelelnek a felhasználók egészségét és biztonságát az ilyen termékekben rejlő veszélyekkel szemben védő harmonizált szabványoknak; ennek megfelelően a munkaadóknak nem szükséges megismételniük

a gyártó által már elvégzett méréseket vagy számításokat annak megállapítására, hogy az ilyen berendezés megfelel-e az alkalmazandó közösségi irányelvekben meghatározott rá vonatkozó alapvető biztonsági követelményeknek, feltéve, hogy a berendezést megfelelően és rendszeresen karbantartották.

- (13) Ennek az irányelvnek a végrehajtásához szükséges intézkedéseket a Bizottságra ruházott végrehajtási hatáskörök gyakorlására vonatkozó eljárások megállapításáról szóló, 1999. június 28-i, 1999/468/EK tanácsi határozattal⁽²⁾ összhangban kell elfogadni.
- (14) Az expozíciós határértékek betartásának magas szintű védelmet kell biztosítania az optikai sugárzásnak való expozíció esetleges egészségre gyakorolt hatásait illetően.
- (15) Szükséges, hogy a Bizottság kidolgozzon egy gyakorlati útmutatót annak érdekében, hogy a munkaadók, különösen a KKV-k vezetői könnyebben megértsék ezen irányelv technikai rendelkezéseit. A Bizottság törekszik az útmutató minél hamarabbi befejezésére az ezen irányelv végrehajtásához szükséges intézkedések tagállamok általi elfogadásának megkönnyítése érdekében.
- (16) A jobb jogalkotásról szóló intézményközi megállapodás⁽³⁾ (34) bekezdésével összhangban a tagállamokat ösztönözni kell arra, hogy a maguk, illetve a Közösség érdekében készítsék el és hozzák nyilvánosságra saját táblázataikat, amelyek a lehető legteljesebb mértékben kimutatják a kölcsönhatást az irányelv és az átültető rendelkezések között,

ELFOGADTA EZT AZ IRÁNYELVET:

I. SZAKASZ

ÁLTALÁNOS RENDELKEZÉSEK

1. cikk

Tárgy és alkalmazási kör

- (1) Ez az irányelv, amely a 89/391/EGK irányelv 16. cikkének (1) bekezdése értelmében a 19. egyedi irányelv, meghatározza a munkahelyi optikai sugárzásnak való expozícióból vagy vélhetően a munkahelyi mesterséges optikai sugárzásnak való expozícióból keletkező, a munkavállalók egészségét és biztonságát veszélyeztető kockázatokkal szembeni védelemre vonatkozó minimumkövetelményeket.
- (2) Ez az irányelv a munkavállalók egészségét és biztonságát érintő azon kockázati tényezőre vonatkozik, amelyet a szem és a bőr mesterséges optikai sugárzásnak való expozíciójából eredő káros hatások okoznak.

⁽¹⁾ HL L 183., 1989.6.29., 1. o. A legutóbb az 1882/2003/EK európai parlamenti és tanácsi rendelettel (HL L 284., 2003.10.31., 1. o.) módosított irányelv.

⁽²⁾ HL L 184., 1999.7.17., 23. o.

⁽³⁾ HL C 321., 2003.12.31., 1. o.

(3) A 89/391/EGK irányelv teljes mértékben alkalmazandó az (1) bekezdésben említett egész területre, az ebben az irányelvben foglalt szigorúbb, illetve különös rendelkezések sérelme nélkül.

2. cikk

Fogalm meghatározások

Ennek az irányelvnek az alkalmazásában:

- a) *optikai sugárzás*: bármely elektromágneses sugárzás a 100 nm és 1 mm közötti hullámhossztartományban. Az optikai sugárzás spektruma ultraibolya sugárzásra, látható sugárzásra és infravörös sugárzásra oszlik:
- i. *ultraibolya sugárzás*: olyan optikai sugárzás, amelynek hullámhossztartománya 100–400 nm. Az ultraibolya tartomány UV-A (315–400 nm), UV-B (280–315 nm) és UV-C (100–280 nm) részre oszlik;
- ii. *látható sugárzás*: olyan optikai sugárzás, amelynek hullámhossztartománya 380–780 nm;
- iii. *infravörös sugárzás*: olyan optikai sugárzás, amelynek hullámhossztartománya 780 nm–1 mm. Az infravörös tartomány IR-A (780–1 400 nm), IR-B (1 400–3 000 nm) és IR-C (3 000 nm–1 mm) részre oszlik;
- b) *lézer (fénykibocsátás indukált emisszióval)*: bármely, az optikai sugárzás hullámhossztartományában elektromágneses sugárzás gerjesztésére vagy felerősítésére alkalmas eszköz, elsődlegesen ellenőrzött indukált emisszió révén;
- c) *lézersugárzás*: lézer által keltett optikai sugárzás;
- d) *nem-koherens sugárzás*: bármely nem lézerrel keltett optikai sugárzás;
- e) *expozíciós határértékek*: optikai sugárzásra vonatkozó expozíciós határértékek, amelyek közvetlenül megállapított egészségügyi hatásokon és biológiai szempontokon alapszanak. Ezen határértékek betartása biztosítja a mesterséges eredetű optikai sugárzásnak kitett munkavállalók védeltségét minden ismert káros egészségügyi hatással szemben;
- f) *besugárzott felületi teljesítmény (E) vagy teljesítménysűrűség*: egy felületen az egységnyi területre beeső sugárzott teljesítmény watt per négyzetméterben kifejezve ($W m^{-2}$);

- g) *besugárzottság (H)*: a besugárzott felületi teljesítmény idő szerinti integrálja, joule per négyzetméterben kifejezve ($J m^{-2}$);
- h) *sugársűrűség (L)*: a sugárzó felszín egységnyi területéről egységnyi térszögbe kisugárzott fluxus, vagy kimenő teljesítmény, watt per négyzetméter per szteradianban kifejezve ($W m^{-2} sr^{-1}$);
- i) *szint*: a besugárzott felületi teljesítmény, besugárzottság és sugársűrűség kombinációja, amelynek a munkavállaló ki van téve.

3. cikk

Expozíciós határértékek

- (1) A nem természetes optikai sugárforrás által kibocsátott, nem-koherens sugárzásra megállapított expozíciós határértékeket az I. melléklet tartalmazza.
- (2) A lézersugárzásra vonatkozó expozíciós határértékeket a II. melléklet tartalmazza.

II. SZAKASZ

A MUNKÁLTATÓK KÖTELEZETTSÉGEI

4. cikk

Az expozíció meghatározása és a kockázatok értékelése

- (1) A 89/391/EGK irányelv 6. cikkének (3) bekezdésében és 9. cikkének (1) bekezdésében megállapított kötelezettségek végrehajtása során, abban az esetben, ha a munkavállalók mesterséges eredetű optikai sugárzásnak vannak kitéve, a munkáltatónak becsléssel meg kell határoznia, és szükség esetén meg kell mérnie, és/vagy ki kell számíttania az optikai sugárzás általi expozíció azon szintjét, amelynek a munkavállalók valószínűleg ki vannak téve, hogy az expozíció megfelelő határértékekre való korlátozásához szükséges intézkedéseket megállapítsák és alkalmazzák. Az értékeléshez, méréshez és/vagy számításához alkalmazott módszereknek a Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottság (IEC) szabványait kell követniük a lézersugárzás tekintetében, és a Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság (CIE), valamint az Európai Szabványügyi Bizottság (CEN) ajánlásait a nem-koherens sugárzás tekintetében. Azokban az expozíciós helyzetekben, amelyekre ezen szabványok és ajánlások nem vonatkoznak, megfelelő EU szabványok és ajánlások rendelkezésre állásáig az értékelést, mérést és/vagy számítást a rendelkezésre álló, tudományos alapokon nyugvó, nemzeti vagy nemzetközi iránymutatások alkalmazásával kell elvégezni. Az értékeléskor mindkét expozíciós helyzetben figyelembe kell venni a berendezés gyártója által szolgáltatott adatokat, amennyiben a vonatkozó közösségi irányelvek ezt előírják.

(2) Az (1) bekezdésben említett becslést, mérést és/vagy számítást megfelelő időközönként szakértő szolgálatok vagy személyek tervezik és végzik, különös tekintettel a 89/391/EGK irányelv 7. és 11. cikkének a szükséges szakértő szolgálatokról vagy személyekről és a munkavállalók részvételéről szóló rendelkezéseire. Az értékelések során összegyűjtött adatokat, beleértve az (1) bekezdésben említett expozíció mérése és/vagy számítása során összegyűjtött adatokat, megfelelő formában meg kell őrizni, hogy későbbi időpontban lehetőség legyen a konzultációra.

(3) A 89/391/EGK irányelv 6. cikkének (3) bekezdése értelmében a munkáltatónak a kockázatértékelés során kiemelt figyelmet kell fordítania a következőkre:

- a) a mesterséges eredetű optikai sugárzásnak való expozíció szintje, hullámhossz-tartománya és időtartama;
- b) ennek az irányelvnek a 3. cikkében említett expozíciós határértékek;
- c) a különösen érzékeny kockázati csoportokba tartozó munkavállalók egészségét és biztonságát érintő hatások;
- d) a munkahelyen előforduló, optikai sugárzás és a fényérzékenyítő hatású vegyi anyagok közötti kölcsönhatásokból eredő, a munkavállalók egészségét és biztonságát érintő lehetséges hatások;
- e) közvetett hatások, mint például átmeneti vakság, robbanás vagy tűz;
- f) a mesterséges optikai sugárzásnak való expozíció szintjének csökkentésére kifejlesztett csereberendezés megléte;
- g) amennyire csak lehetséges, az egészségi állapot ellenőrzését követően kapott megfelelő információ, beleértve a közzétett információkat;
- h) több forrásból származó mesterséges optikai sugárzás expozíció;
- i) a vonatkozó IEC szabványnak megfelelően meghatározott, lézerre alkalmazott osztályozás és bármely hasonló osztályozás bármilyen – a 3B. vagy 4. osztályba tartozó lézerekhez hasonló károsodást okozó – mesterséges forrásra vonatkozóan;
- j) optikai sugárforrások és kapcsolódó munkaeszközök gyártói által szolgáltatott információ a vonatkozó közösségi irányelveknek megfelelően.

(4) A 89/391/EGK irányelv 9. cikke (1) bekezdésének a) pontjával összhangban a munkáltatónak rendelkeznie kell kockázatértékeléssel, és meg kell határozni, hogy milyen intézkedéseket kell tenni ennek az irányelvnek az 5. és 6. cikkével összhangban. A kockázatértékelést a nemzeti jognak és gyakorlatnak megfelelő adathordozón kell rögzíteni; ez magában foglalhatja a munkáltató indoklását arról, hogy az optikai sugárzásból eredő kockázatok jellege és mértéke a további részletes kockázatértékelést szükségtelessé teszi. A kockázatértékelést rendszeresen naprakészé kell tenni, különösen akkor, ha olyan jelentős változások történtek, amelyek azt elavulttá tehetik, vagy ha az egészségi állapot folyamatos ellenőrzésének eredményei alapján a naprakészítés szükségességnek bizonyul.

5. cikk

Rendelkezések a kockázatok megelőzésére, illetve csökkentésére

(1) A műszaki fejlődés és a kockázat forrásnál történő csökkentésére irányuló intézkedések lehetőségének figyelembevételével, a mesterséges optikai sugárzásnak való expozícióból eredő kockázatokat meg kell szüntetni vagy a lehető legkisebbre kell csökkenteni.

A mesterséges optikai sugárzásnak való expozícióból eredő kockázatok csökkentése a 89/391/EGK irányelvben megállapított általános megelőzési elveken alapul.

(2) Amennyiben a 4. cikk (1) bekezdése alapján a mesterséges eredetű optikai sugárzásnak kitett munkavállalók körében elvégzett kockázatértékelés az expozíciós határértékek túllépését valószínűsíti, a munkáltató műszaki, és/vagy a határértékeket meghaladó expozíció megelőzését célzó szervezeti intézkedésekből álló cselekvési tervet állít össze és hajt végre, különös tekintettel a következőkre:

- a) az optikai sugárzásból eredő veszélyt csökkentő más munkamódszerek;
- b) kevesebb optikai sugárzást kibocsátó munkaeszköz választása az elvégzendő munka figyelembevételével;
- c) a kibocsátott optikai sugárzás csökkentése műszaki intézkedésekkel, szükséges esetben reteszek, árnyékolások vagy hasonló egészségvédelmi rendszerek alkalmazása;
- d) a munkaeszközökre, a munkahelyekre és a munkaadásokra vonatkozó megfelelő karbantartási programok;
- e) a munkahelyek és munkaadások megtervezése és elrendezése;
- f) az expozíció időtartamának és szintjének korlátozása;
- g) a megfelelő egyéni védőeszközök rendelkezésre állása;
- h) a berendezés gyártójának utasításai, amennyiben egy vonatkozó közösségi irányelv így rendelkezik.

(3) A 4. cikknek megfelelően elvégzett kockázatértékelés alapján a munkahelyi biztonsági, illetve egészségvédelmi jelzésekre vonatkozó minimumkövetelményekről szóló, 1992. június 24-i 92/58/EGK irányelvvel (9. egyedi irányelv a 89/391/EGK irányelv 16. cikke (1) bekezdésének értelmében) ⁽¹⁾ összhangban megfelelő jelzéssel kell ellátni azokat a munkahelyeket, ahol a munkavállalók az expozíciós határértékeket meghaladó mesterséges eredetű optikai sugárzásnak lehetnek kitéve. A kérdéses területeket meg kell jelölni, és az oda való belépést korlátozni kell, amennyiben ez műszakilag megoldható és amennyiben az expozíciós határértékek túllépésének a kockázata fennáll.

(4) A munkavállalók semmilyen körülmények között nem lehetnek kitéve az expozíciós határértékeket meghaladó expozíciónak. Amennyiben a munkáltató által az ezen irányelv betartása érdekében a mesterséges eredetű optikai sugárzás vonatkozásában hozott intézkedések ellenére az expozíciós határértékeket túllépi, a munkáltatónak azonnali intézkedéseket kell tennie az expozíciónak az expozíciós határértékek alá való csökkentése érdekében. A munkáltatónak meg kell állapítania az expozíciós határértékek túllépésének okait, és ennek megfelelően ki kell igazítania a védő- és megelőző intézkedéseket az újbóli túllépés elkerülése céljából.

(5) A 89/391/EGK irányelv 15. cikke értelmében a munkáltató az ebben a cikkben említett intézkedéseket hozzáigazítja a különösen érzékeny kockázati csoportba tartozó munkavállalók igényeihez.

6. cikk

A munkavállalók tájékoztatása és oktatása

A 89/391/EGK irányelv 10. és 12. cikkének sérelme nélkül a munkáltató gondoskodik arról, hogy a munkavégzés során mesterséges optikai sugárzásból eredő kockázatoknak kitett munkavállalók, és/vagy képviselőik az ezen irányelv 4. cikkében említett kockázatértékelés eredményével kapcsolatos szükséges tájékoztatásban és oktatásban részesüljenek, különös tekintettel a következőkre:

- az ennek az irányelvnek a végrehajtása érdekében tett intézkedések;
- az expozíciós határértékek és a hozzájuk kapcsolódó lehetséges kockázatok;
- az ezen irányelv 4. cikkének megfelelően elvégzett becslések, mérések és/vagy számítások eredményei a mesterséges optikai sugárzás expozíció szintjére vonatkozóan, jelentőségük és a lehetséges kockázataik magyarázatával;
- az expozícióból eredő egészségkárosító hatások felismerésének és jelentésének módja;
- a munkavállalók egészségi állapotának folyamatos ellenőrzésére feljogosító körülmények;

⁽¹⁾ HL L 245., 1992.8.26., 23. o.

- az expozícióból eredő kockázatokat minimálisra csökkentő biztonságos munkamódszerek;
- a megfelelő egyéni védőeszközök szakszerű használata.

7. cikk

Konzultáció a munkavállalókkal és a munkavállalók részvétele

A munkavállalókkal, illetve képviselőikkel folytatott konzultációra, valamint a munkavállalók, és/vagy képviselőik részvételére az ezen irányelv által érintett kérdésekben a 89/391/EGK irányelv 11. cikkének megfelelően kerül sor.

III. SZAKASZ

EGYÉB RENDELKEZÉSEK

8. cikk

Egészségi állapot ellenőrzése

(1) Az optikai sugárzás hatásának való expozícióból származó káros egészségügyi hatások megelőzése és időbeni felismerése, valamint a hosszútávú egészségügyi kockázatok és a krónikus megbetegedések kockázatának megelőzése céljából a tagállamok a 89/391/EGK irányelv 14. cikke alapján rendelkezéseket fogadnak el a munkavállalók egészségi állapotának megfelelő ellenőrzésének biztosítása érdekében.

(2) A tagállamok biztosítják, hogy az egészségi állapotellenőrzést orvos, foglalkozás-egészségügyi szakember vagy a nemzeti jogszabályokkal és gyakorlattal összhangban az egészségügyi állapot folyamatos ellenőrzéséért felelős egészségügyi hatóság végzi.

(3) A tagállamok rendelkezéseket vezetnek be annak biztosítására, hogy az (1) bekezdéssel összhangban egészségi állapotának ellenőrzésén részt vevő valamennyi munkavállalóról naprakészen vezetett egészségügyi dokumentáció készüljön. Az egészségügyi dokumentáció az elvégzett egészségi állapotellenőrzés eredményeinek összefoglalását tartalmazza. Az egészségügyi dokumentációt olyan formában vezetik, amely – a titoktartási kötelezettség figyelembevételével – megteremti a későbbi konzultáció lehetőségét. Az illetékes hatóság részére kérelemre meg kell küldeni a dokumentáció megfelelő példányait, a titoktartási kötelezettség figyelembevételével. A munkáltató köteles megtenni a megfelelő intézkedéseket, hogy a tagállam által meghatározott orvos, foglalkozás-egészségügyi szakember vagy az egészségi állapotellenőrzésért felelős egészségügyi hatóság hozzáférhessen a 4. cikkben említett kockázatértékelés eredményéhez, amennyiben az eredmények az egészségügyi állapot folyamatos ellenőrzése szempontjából fontosak. A munkavállaló, kérelmére, betekinthez a rá vonatkozó egészségügyi dokumentációba.

(4) A határértékeket meghaladó expozíció felismerése esetén az érintett munkavállaló(k) részére a nemzeti jogszabályokkal és gyakorlattal összhangban biztosítani kell az orvosi vizsgálat lehetőségét. Ezt az orvosi vizsgálatot akkor is el kell végezni, ha az egészségi állapotellenőrzés eredménye a munkavállalónál azonosítható betegséget vagy egészségkárosodást mutat ki, amelyről az orvos vagy foglalkozás-egészségügyi szakember megállapítja, hogy az munkahelyi mesterséges optikai sugárzásnak való expozícióra vezethető vissza. Mindkét esetben, a határértékek túllépése vagy káros egészségügyi hatások (ideértve a megbetegedéseket is) észlelése esetén:

- a) az orvos vagy más megfelelően képzett személy köteles tájékoztatni a munkavállalót a személyére vonatkozó eredményről. A munkavállalónak tájékoztatást és tanácsot kell kapnia különös tekintettel azokra az egészségügyi felülvizsgálatokra, amelyek az expozíció megszűnését követően kell átvenni;
- b) a munkáltatót tájékoztatni kell az egészségügyi felülvizsgálat fontos megállapításairól, a bizalmasan kezelendő orvosi adatok figyelembevételével;
- c) a munkáltató köteles:

- felülvizsgálni a 4. cikk alapján elvégzett kockázatértékelést,
- megvizsgálni az 5. cikk alapján a kockázat megszüntetésére vagy csökkentésére hozott intézkedéseket,
- figyelembe venni a foglalkozás-egészségügyi szakember vagy más megfelelően képzett személy vagy az illetékes hatóság tanácsát az 5. cikk értelmében a kockázat megszüntetéséhez vagy csökkentéséhez szükséges intézkedések végrehajtásakor, és
- biztosítani a munkavállalók egészségi állapotának folyamatos ellenőrzését és előírni a hasonló expozíciónak kitett munkavállalók egészségi állapotának felülvizsgálatát. Ilyen esetekben az illetékes orvos vagy foglalkozás-egészségügyi szakember vagy az illetékes hatóság javasolhatja az kockázatoknak kitett személyek orvosi vizsgálatát.

9. cikk

Szankciók

A tagállamoknak megfelelő szankciókat kell előírniuk, amelyek az ezen irányelv alapján elfogadott nemzeti jogszabályok megsértése esetén alkalmazandók. Ezeknek a szankcióknak hatékonynak, arányosnak és visszatartó erejűnek kell lenniük.

10. cikk

Technikai módosítások

- (1) A mellékletekben meghatározott expozíciós határértékekre vonatkozó módosításokat az Európai Parlamentnek és a Tanácsnak kell elfogadnia a Szerződés 137. cikke (2) bekezdésében megállapított eljárásnak megfelelően.
- (2) A mellékletek szigorúan technikai jellegű módosításait, összhangban:
 - a) a munkaeszközök, illetve munkahelyek tervezését, gyártását vagy építését érintő műszaki harmonizálásról és szabványosításról szóló irányelvek elfogadásával;
 - b) az optikai sugárzás munkahelyi expozíciójára vonatkozóan a műszaki fejlődéssel, a leginkább idevágó harmonizált európai szabványok vagy nemzetközi előírások változásával és az új tudományos ismeretekkel,

a 11. cikk (2) bekezdésében megállapított eljárásnak megfelelően kell elfogadni.

11. cikk

A bizottság

- (1) A Bizottság munkáját a 89/391/EGK irányelv 17. cikkében említett bizottság segíti.
- (2) Az e bekezdésre történő hivatkozás esetén az 1999/468/EK tanácsi határozat 5. és 7. cikkét kell alkalmazni, tekintettel az említett határozat 8. cikkének rendelkezéseire.

Az 1999/468/EK határozat 5. cikkének (6) bekezdésében megállapított időtartam három hónap.

- (3) A bizottság elfogadja saját eljárási szabályzatát.

IV. SZAKASZ

ZÁRÓ RENDELKEZÉSEK

12. cikk

Jelentések

A tagállamok ötévente jelentést készítenek a Bizottságnak ennek az irányelvnek a gyakorlati végrehajtásáról, amelyben jelzik a szociális partnerek álláspontját.

A Bizottság ötévente tájékoztatja az Európai Parlamentet, a Tanácsot, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságot, valamint a munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi tanácsadó bizottságot a jelentések tartalmáról, a jelentések értékeléséről, a szóban forgó területen végbement előrelépésről, és bármely cselekményről, amely új tudományos ismeretek függvényében indokolt lehet.

13. cikk

A gyakorlati útmutató

A Bizottság ezen irányelv végrehajtásának megkönnyítése érdekében gyakorlati útmutatót dolgoz ki a 4. és 5. cikkhez, valamint az I. és a II. mellékletéhez.

14. cikk

Átültetés a nemzeti jogba

(1) A tagállamok hatályba léptetik azokat a törvényi, rendeleti és közigazgatási rendelkezéseket, amelyek szükségesek ahhoz, hogy ennek az irányelvnek legkésőbb 2010. április 27. májusáig megfeleljenek. Erről haladéktalanul tájékoztatják a Bizottságot.

Amikor a tagállamok elfogadják ezeket az intézkedéseket, azokban hivatkozni kell erre az irányelvre vagy azokhoz hivatalos kihirdetésük alkalmával ilyen hivatkozást kell fűzni. A hivatkozás módjáról a tagállamok rendelkeznek.

(2) A tagállamok közlik a Bizottsággal nemzeti joguk azon rendelkezéseit, amelyeket az ezen irányelv által szabályozott területen fogadnak vagy fogadtak el.

15. cikk

Hatálybalépés

Ez az irányelv az Európai Unió Hivatalos Lapjában való kihirdetésének napján lép hatályba.

16. cikk

Címzettek

Ennek az irányelvnek a tagállamok a címzettjei.

Kelt Strasbourgban, 2006. április 5-én.

az Európai Parlament részéről
az elnök

J. BORRELL FONTELLES

a Tanács részéről
az elnök

H. WINKLER

I. MELLÉKLET

Nem-koherens optikai sugárzás

Az optikai sugárzás biofizikailag releváns expozíció értékei az alábbi képletekkel határozhatók meg. Az alkalmazandó képletet a forrás által kibocsátott sugárzási tartomány függvényében kell kiválasztani és az eredményeket össze kell hasonlítani az 1.1. táblázatban szereplő megfelelő expozíciós határértékekkel. Egy adott optikai sugárforrásra egyenlő több expozíciós érték és megfelelő expozíciós határérték is vonatkozhat.

Az a)–o) jelölés az 1.1 táblázat megfelelő soraira utal.

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

b)
$$H_{\text{UVA}} = \int_0^t \int_{\lambda = 315 \text{ nm}}^{\lambda = 400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$$
 (H_{UVA} csak a 315–400 nm tartományban érvényes.)

c), d)
$$L_{\text{B}} = \int_{\lambda = 300 \text{ nm}}^{\lambda = 700 \text{ nm}} L_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (L_{B} csak a 300–700 nm tartományban érvényes.)

e), f)
$$E_{\text{B}} = \int_{\lambda = 300 \text{ nm}}^{\lambda = 700 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (E_{B} csak a 300–700 nm tartományban érvényes.)

g)–l)
$$L_{\text{R}} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (L_{R} és λ_2 megfelelő értékeit lásd az 1.1. táblázatban.)

m), n)
$$E_{\text{IR}} = \int_{\lambda = 780 \text{ nm}}^{\lambda = 3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda$$
 (E_{IR} csak a 780–3 000 nm tartományban érvényes.)

o)
$$H_{\text{skin}} = \int_0^t \int_{\lambda = 380 \text{ nm}}^{\lambda = 3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$$
 (H_{skin} csak a 380–3 000 nm tartományban érvényes.)

Ezen irányelv alkalmazásában a fenti képletek helyettesíthetők az alábbi kifejezésekkel és diszkrét értékek használatával a következő táblázatokban meghatározottak szerint:

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

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

c), d)
$$L_{\text{B}} = \sum_{\lambda = 300 \text{ nm}}^{\lambda = 700 \text{ nm}} L_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

e), f)
$$E_{\text{B}} = \sum_{\lambda = 300 \text{ nm}}^{\lambda = 700 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

g)–l)
$$L_{\text{R}} = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda} \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$
 (λ_1 és λ_2 megfelelő értékeit lásd az 1.1 táblázatban.)

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

$$o) \quad E_{\text{skin}} = \sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \quad \text{és} \quad H_{\text{skin}} = E_{\text{skin}} \cdot \Delta t$$

Megjegyzések:

$E_{\lambda}(\lambda, t)$, E_{λ} *spektrális besugárzott felületi teljesítmény vagy spektrális teljesítménysűrűség:* egy felületen az egységnyi területre beeső sugárzott teljesítmény watt per négyzetméter per nanométerben kifejezve [$\text{W m}^{-2} \text{ nm}^{-1}$]; az $E_{\lambda}(\lambda, t)$ és E_{λ} értékei mérésekből adódnak vagy a berendezés gyártója szolgáltathatja azokat;

E_{eff} *effektív besugárzott felületi teljesítmény(UV tartomány):* számított besugárzott felületi teljesítmény a 180–00 nm UV hullámhossz-tartományon belül spektrálisan súlyozva $S(\lambda)$ -val, watt per négyzetméterben kifejezve [W m^{-2}];

H *besugárzottság:* a besugárzott felületi teljesítmény időintegrálja, joule per négyzetméterben kifejezve [J m^{-2}];

H_{eff} *effektív besugárzottság:* besugárzottság spektrálisan súlyozva $S(\lambda)$ -val, joule per négyzetméterben kifejezve [J m^{-2}];

E_{UVA} *összes besugárzott felületi teljesítmény (UV-A):* számított besugárzott felületi teljesítmény a 315–400 nm UV-A hullámhossztartományon belül, watt per négyzetméterben kifejezve [W m^{-2}];

H_{UVA} *besugárzottság:* a 315–400 nm UV-A hullámhossztartományon belüli besugárzott felületi teljesítmény idő- és hullámhossz szerinti integrálja vagy összege, joule per négyzetméterben kifejezve [J m^{-2}];

$S(\lambda)$ *spektrális súlyozás az UV sugárzás által a szemre és bőrre gyakorolt egészségügyi hatások hullámhossz-függőségének figyelembevételével, (1.2. táblázat) [dimenzió nélküli];*

$t, \Delta t$ *idő, az expozíció időtartama,* másodpercben kifejezve [s];

λ *hullámhossz,* nanométerben kifejezve [nm];

$\Delta \lambda$ *a számítási és mérési intervallumok sávszélessége,* nanométerben kifejezve [nm];

$L_{\lambda}(\lambda), L_{\lambda}$ *a forrás spektrális sugársűrűsége watt per négyzetméter per szteradián per nanométerben kifejezve [$\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \text{ nm}^{-1}$];*

$R(\lambda)$ *spektrális súlyozás a látható és az IR-A sugárzás által a szemben okozott hőkárosodás hullámhossz-függőségének figyelembevételével (1.3. táblázat) [dimenzió nélküli];*

L_R *effektív sugársűrűség (hőkárosodás):* $R(\lambda)$ -val spektrálisan súlyozott számított sugársűrűség watt per négyzetméter per szteradiánban kifejezve [$\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$];

$B(\lambda)$ *spektrális súlyozás a kékfény-sugárzás által a szemben okozott fotokémiai sérülés hullámhossz-függőségének figyelembevételével (1.3. táblázat) [dimenzió nélküli];*

L_B *effektív sugársűrűség (kék fény):* $B(\lambda)$ -val spektrálisan súlyozott számított sugársűrűség watt per négyzetméter per szteradiánban kifejezve [$\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$];

E_B *effektív besugárzott felületi teljesítmény (kék fény):* $B(\lambda)$ -val spektrálisan súlyozott számított besugárzott felületi teljesítmény watt per négyzetméterben kifejezve [W m^{-2}];

E_{IR} *összes besugárzott felületi teljesítmény (hőkárosodás):* számított besugárzott felületi teljesítmény a 780–3 000 nm infravörös hullámhossz-tartományon belül, watt per négyzetméterben kifejezve [W m^{-2}];

E_{skin} *összes besugárzott felületi teljesítmény (látható, IR-A és IR-B):* számított besugárzott felületi teljesítmény a 380–3 000 nm látható és infravörös hullámhossztartományon belül, watt per négyzetméterben kifejezve [W m^{-2}];

H_{skin} *besugárzottság:* a 380–3 000 nm látható és infravörös hullámhossz-tartományon belüli besugárzott felületi teljesítmény idő- és hullámhossz szerinti integrálja vagy összege, joule per négyzetméterben kifejezve [J m^{-2}];

α *nyílásszög:* egy térbeli pontban nézett, látható forrás által bezárt szög, milliradiánban kifejezve (mrad). Látható forrás az a valódi vagy virtuális tárgy, amely a lehető legkisebb retinaképet hozza létre.

1.1. táblázat:
Nem-koherens optikai sugárzás expozíciós határértékei

Index	Hullámhossz nm	Expozíciós határérték	Mértékegység	Megjegyzés	Testrész	Veszély
a)	180-400 (UV-A, UV-B és UV-C)	$H_{\text{eff}} = 30$ napi érték 8 óra	$[J \text{ m}^{-2}]$		szem szaruhártya kötőhártya lencsék bőr	hóvaktság kötőhártya-gyulladás szürkehályog bőrpír a bőr rugalmatlanná válása bőrrák
b)	315-400 (UV-A)	$H_{\text{UVA}} = 10^4$ napi érték 8 óra	$[J \text{ m}^{-2}]$		szemlencsék	szürkehályog
c)	300-700 (kék fény) lásd 1. megjegyzés	$L_B = \frac{10^6}{t}$ ahol $t \leq 10\,000 \text{ s}$	$L_B: [W \text{ m}^{-2} \text{ sr}^{-1}]$ $t: [\text{másodperc}]$	ahol $\alpha \geq 11 \text{ mrad}$		
d)	300-700 (kék fény) lásd 1. megjegyzés	$L_B = 100$ ahol $t > 10\,000 \text{ s}$	$[W \text{ m}^{-2} \text{ sr}^{-1}]$		szem recehártya	recehártya gyulladás
e)	300-700 (kék fény) lásd 1. megjegyzés	$E_B = \frac{100}{t}$ ahol $t \leq 10\,000 \text{ s}$	$E_B: [W \text{ m}^{-2}]$ $t: [\text{másodperc}]$	ahol $\alpha < 11 \text{ mrad}$ lásd 2. megjegyzés		
f)	300-700 (kék fény) lásd 1. megjegyzés	$E_B = 0,01$ $t > 10\,000 \text{ s}$	$[W \text{ m}^{-2}]$			

Index	Hullámhossz nm	Expozíciós határérték	Mértékegység	Megjegyzés	Testrész	Veszély
g)	380-1 400 (láttható és IR-A)	$L_R = \frac{2,8 \cdot 10^7}{C_a}$ ahol $t > 10$ s	[W m ⁻² sr ⁻¹]	$C_a = 1,7$ ahol $\alpha \leq 1,7$ mrad $C_a = \alpha$ ahol $1,7 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_a = 100$ ahol $\alpha > 100$ mrad $\lambda_1 = 380; \lambda_2 = 1 400$	szem recephártya	recephártya égési sérülése
h)	380-1 400 (láttható és IR-A)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_a^{0,25}}$ ahol $10 \mu s \leq t \leq 10$ s	L_R : [W m ⁻² sr ⁻¹] t: [másodperc]			
i)	380-1 400 (láttható és IR-A)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_a}$ ahol $t < 10 \mu s$	[W m ⁻² sr ⁻¹]			
j)	780-1 400 (IR-A)	$L_R = \frac{6 \cdot 10^6}{C_a}$ ahol $t > 10$ s	[W m ⁻² sr ⁻¹]	$C_a = 11$ ahol $\alpha \leq 11$ mrad $C_a = \alpha$ ahol $11 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_a = 100$ ahol $\alpha > 100$ mrad (mérési látómező: 11 mrad) $\lambda_1 = 780; \lambda_2 = 1 400$	szem recephártya	recephártya égési sérülése
k)	780-1 400 (IR-A)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_a^{0,25}}$ ahol $10 \mu s \leq t \leq 10$ s	L_R : [W m ⁻² sr ⁻¹] t: [másodperc]			
l)	780-1 400 (IR-A)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_a}$ ahol $t < 10 \mu s$	[W m ⁻² sr ⁻¹]			
m)	780-3 000 (IR-A és IR-B)	$E_{IR} = 18 000 t^{0,75}$ ahol $t \leq 1 000$ s	E: [W m ⁻²] t: [másodperc]		szem szaruhártya lencsék	szaruhártya égési sérülése szürke hályog
n)	780-3 000 (IR-A és IR-B)	$E_{IR} = 100$ ahol $t > 1 000$ s	[W m ⁻²]			

Index	Hullámhossz nm	Expozíciós határérték	Mértékegység	Megjegyzés	Testrész	Veszély
o)	380-3 000 (látható, IR-A és IR-B)	$H_{skin} = 20\,000\ t^{0,25}$ ahol $t < 10\ s$	H: $[J\ m^{-2}]$ t: [másodperc]		bőr	égés

1. megjegyzés: A 300–700 nm hullámhossztartomány lefedi az UV-B sugárzás egy részét, a teljes UV-A sugárzást és a látható sugárzás nagy részét; a belőle eredő veszélyt azonban együttesen „kék fény” veszélynek nevezik. A szó szoros értelmében a kék fény csak körülbelül a 400–490 nm hullámhossztartományt fedi le.

2. megjegyzés: < 11 mrad nyílásszögű, nagyon kis források állandósult nézése (fixálása) esetében L_B átalakítható E_B -vé. Ez általában csak szemészeti eszközökre vagy altatás során stabilizált szemre alkalmazható. A maximális „nézési idő”: $t_{max} = 100 / E_B$ ahol E_B $W\ m^{-2}$ –ben van kifejezve. A szokványos látási feladatok közbeni szemmozgás miatt ez nem haladja meg a 100 s-t.

1.2. táblázat

S (λ) [dimenzió nélkül], 180–400 nm

λ nm-ben	S (λ)	λ nm-ben	S (λ)	λ nm-ben	S (λ)	λ nm-ben	S (λ)	λ nm-ben	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		

1.3. táblázat:

B (λ), R (λ) [dimenzió nélkül], 380–1 400 nm

λ nm-ben	B (λ)	R (λ)
$300 \leq \lambda < 380$	0,01	—
380	0,01	0,1
385	0,013	0,13
390	0,025	0,25
395	0,05	0,5
400	0,1	1
405	0,2	2
410	0,4	4
415	0,8	8
420	0,9	9
425	0,95	9,5
430	0,98	9,8
435	1	10
440	1	10
445	0,97	9,7
450	0,94	9,4
455	0,9	9
460	0,8	8
465	0,7	7
470	0,62	6,2
475	0,55	5,5
480	0,45	4,5
485	0,32	3,2
490	0,22	2,2
495	0,16	1,6
500	0,1	1
$500 < \lambda \leq 600$	$10^{0,02 \cdot (450 - \lambda)}$	1
$600 < \lambda \leq 700$	0,001	1
$700 < \lambda \leq 1\ 050$	—	$10^{0,002 \cdot (700 - \lambda)}$
$1\ 050 < \lambda \leq 1\ 150$	—	0,2
$1\ 150 < \lambda \leq 1\ 200$	—	$0,2 \cdot 10^{0,02 \cdot (1\ 150 - \lambda)}$
$1\ 200 < \lambda \leq 1\ 400$	—	0,02

II. MELLÉKLET

Lézer optikai sugárzás

Az optikai sugárzás biofizikailag releváns expozíció értékei az alábbi képletekkel határozhatók meg. Az alkalmazandó képletet a forrás által kibocsátott sugárzás hullámhosszának és időtartamának függvényében kell kiválasztani, és az eredményeket össze kell hasonlítani az 2.2.–2.4. táblázatokban szereplő megfelelő expozíciós határértékekkel. Egy adott lézer optikai sugárforrásra egyenlő több expozíció érték és megfelelő expozíciós határérték is vonatkozhat.

A 2.2.–2.4. táblázatokban számítási segédeszközként használt együtthatókat a 2.5. táblázat sorolja fel, az ismétlődő expozícióra vonatkozó korrekciókat pedig a 2.6. táblázat sorolja fel.

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

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

Megjegyzések:

dP teljesítmény watt-ban kifejezve [W];

dA felület négyzetméterben kifejezve [m²];

E (t), E besugárzott felületi teljesítmény vagy teljesítménysűrűség: egy felületen az egységnyi területre beeső sugárzott teljesítmény watt per négyzetméterben kifejezve (W m⁻²); az E(t) és E értékei mérésekből adódnak vagy a berendezés gyártója szolgáltathatja azokat;

H besugárzottság, a besugárzott felületi teljesítmény időintegrálja, joule per négyzetméterben kifejezve (J m⁻²);

t idő, az expozíció időtartama, másodpercben kifejezve [s];

λ hullámhossz, nanométerben kifejezve [nm];

γ mérési látómező határoló kúpszöge milliradiánban kifejezve [mrad];

γ_m mérési látómező milliradiánban kifejezve [mrad];

α forrás nyílásszöge milliradiánban kifejezve [mrad];

határolónylás: az a kör alakú terület, amelyre a besugárzott felületi teljesítményt és a besugárzottságot átlagoljuk;

G integrált sugársűrűség: a sugársűrűség integrálja egy adott expozíciós időtartamra, amit a kisugárzott energia per a sugárzó felület egységnyi területe per a kibocsátás egységnyi térszöge fejez ki, joule per négyzetméter per szteradiánban [J m⁻² sr⁻¹].

2.1. táblázat:

Sugárveszélyek

Hullámhossz [nm] λ	Sugárzási tartomány	Érintett szerv	Veszély	Expozíciós határérték táblázat
180–400	UV	szem	fotokémiai sérülés és hőkárosodás	2.2., 2.3.
180–400	UV	bőr	bőrpír	2.4.
400–700	látható	szem	recekártya sérülés	2.2.
400–600	látható	szem	fotokémiai sérülés	2.3.
400–700	látható	bőr	hőkárosodás	2.4.
700–1 400	IR-A	szem	hőkárosodás	2.2., 2.3.
700–1 400	IR-A	bőr	hőkárosodás	2.4.
1 400–2 600	IR-B	szem	hőkárosodás	2.2.
2 600–10 ⁶	IR-C	szem	hőkárosodás	2.2.
1 400–10 ⁶	IR-B, IR-C	szem	hőkárosodás	2.3.
1 400–10 ⁶	IR-B, IR-C	bőr	hőkárosodás	2.4.

2.2. táblázat

A szemet érő lézersugárzás expozíciós határértékei – Rövid expozíciós időtartam < 10 s

Hullámhossz [nm]	Műhiba	Állomány [J]			
		$10^{11} \cdot 10^{13}$	$10^{12} \cdot 1,8 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^8 \cdot 5 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^7 \cdot 10^8$
UV-C		$10^8 \cdot 10^7$	$10^7 \cdot 1,8 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^8 \cdot 5 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^7 \cdot 10^8$
	180 - 240	$10^{11} \cdot 10^{13}$	$10^{12} \cdot 1,8 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^8 \cdot 5 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^7 \cdot 10^8$
	280 - 302			$H = 10 \cdot [J \cdot m^{-2}]$	
	303			$H = 40 \cdot [J \cdot m^{-2}]$; $h_{at} < 2,6 \cdot 10^7 \cdot \text{akkor } H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot 10^{0,25} \cdot [J \cdot m^{-2}]$ léd megfigzés ⁴	
	304			$H = 60 \cdot [J \cdot m^{-2}]$; $h_{at} < 1,3 \cdot 10^8 \cdot \text{akkor } H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot 10^{0,25} \cdot [J \cdot m^{-2}]$ léd megfigzés ⁴	
	305			$H = 100 \cdot [J \cdot m^{-2}]$; $h_{at} < 1,0 \cdot 10^9 \cdot \text{akkor } H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot 10^{0,25} \cdot [J \cdot m^{-2}]$ léd megfigzés ⁴	
	306			$H = 160 \cdot [J \cdot m^{-2}]$; $h_{at} < 6,7 \cdot 10^8 \cdot \text{akkor } H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot 10^{0,25} \cdot [J \cdot m^{-2}]$ léd megfigzés ⁴	
	307			$H = 240 \cdot [J \cdot m^{-2}]$; $h_{at} < 4,0 \cdot 10^9 \cdot \text{akkor } H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot 10^{0,25} \cdot [J \cdot m^{-2}]$ léd megfigzés ⁴	
	308			$H = 400 \cdot [J \cdot m^{-2}]$; $h_{at} < 2,6 \cdot 10^9 \cdot \text{akkor } H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot 10^{0,25} \cdot [J \cdot m^{-2}]$ léd megfigzés ⁴	
	309			$H = 630 \cdot [J \cdot m^{-2}]$; $h_{at} < 1,6 \cdot 10^9 \cdot \text{akkor } H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot 10^{0,25} \cdot [J \cdot m^{-2}]$ léd megfigzés ⁴	
	310			$H = 10^3 \cdot [J \cdot m^{-2}]$; $h_{at} < 1,0 \cdot 10^9 \cdot \text{akkor } H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot 10^{0,25} \cdot [J \cdot m^{-2}]$ léd megfigzés ⁴	
	311			$H = 1,6 \cdot 10^3 \cdot [J \cdot m^{-2}]$; $h_{at} < 6,7 \cdot 10^8 \cdot \text{akkor } H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot 10^{0,25} \cdot [J \cdot m^{-2}]$ léd megfigzés ⁴	
	312			$H = 2,5 \cdot 10^3 \cdot [J \cdot m^{-2}]$; $h_{at} < 4,0 \cdot 10^8 \cdot \text{akkor } H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot 10^{0,25} \cdot [J \cdot m^{-2}]$ léd megfigzés ⁴	
	313			$H = 4,0 \cdot 10^3 \cdot [J \cdot m^{-2}]$; $h_{at} < 2,6 \cdot 10^8 \cdot \text{akkor } H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot 10^{0,25} \cdot [J \cdot m^{-2}]$ léd megfigzés ⁴	
	314			$H = 6,3 \cdot 10^3 \cdot [J \cdot m^{-2}]$; $h_{at} < 1,6 \cdot 10^8 \cdot \text{akkor } H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot 10^{0,25} \cdot [J \cdot m^{-2}]$ léd megfigzés ⁴	
	315 - 400			$H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot 10^{0,25} \cdot [J \cdot m^{-2}]$	
UV-A				$H = 3 \cdot 10^7 \cdot C_1 \cdot [J \cdot m^{-2}]$	
	400 - 700			$H = 2,7 \cdot 10^6 \cdot 10^{0,25} \cdot C_1 \cdot [J \cdot m^{-2}]$	$H = 1,8 \cdot 10^{0,25} \cdot C_1 \cdot [J \cdot m^{-2}]$
Látható és IR-A				$H = 1,5 \cdot 10^7 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot [J \cdot m^{-2}]$	$H = 1,8 \cdot 10^{0,25} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot [J \cdot m^{-2}]$
	700 - 1050			$H = 1,5 \cdot 10^7 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot [J \cdot m^{-2}]$	$H = 90 \cdot 10^{0,25} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot [J \cdot m^{-2}]$
	1050 - 1400			$H = 1,5 \cdot 10^7 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot [J \cdot m^{-2}]$	$H = 10^3 \cdot [J \cdot m^{-2}]$
	1400 - 1500			$E = 10^{12} \cdot [W \cdot m^{-2}]$ léd a ² megfigzés ⁴	$H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot 10^{0,25} \cdot [J \cdot m^{-2}]$
	1500 - 1800			$E = 10^{13} \cdot [W \cdot m^{-2}]$ léd a ² megfigzés ⁴	$H = 10^4 \cdot [J \cdot m^{-2}]$
	1800 - 2600			$E = 10^{14} \cdot [W \cdot m^{-2}]$ léd a ² megfigzés ⁴	$H = 5,6 \cdot 10^3 \cdot 10^{0,25} \cdot [J \cdot m^{-2}]$
	2600 - 10 ⁴			$E = 10^{15} \cdot [W \cdot m^{-2}]$ léd a ² megfigzés ⁴	$H = 10^4 \cdot [J \cdot m^{-2}]$

² Ha a lézer hullámhossza nem határozható meg, a korlátozóérték a látható tartományban van.

³ Ha 1 400 Å < λ < 1200 nm, a korlátozóérték a látható tartományban van, azaz 0,3 < t < 10 s ha 10¹² < E < 10¹³ W/m², azaz a megfigzés időtartama 11 ms.

⁴ Ez az expozíciós határérték a rövid expozíciós időtartamú sugárzásra vonatkozik. Ha a sugárzás hosszú időtartamú, akkor a határérték a hosszú expozíciós időtartamú sugárzásra vonatkozik.

⁵ A sugárzás expozíciós határértéke az expozíciós időtartamtól függ. További részletekért lásd az EN 60825-1:2007 szabványt, amely a sugárzás expozíciós határértékeiről szól.

2.3. táblázat:

A szemet érő lézersugárzás expozíciós határértékei – Hosszú expozíciós időtartam ≥ 10 s

Hullámhossz ^a [nm]	Nyitka	Időtartam: [s]	
		$10^3 - 10^5$	$10^5 - 3 \cdot 10^6$
UV-C	180 - 280	$H = 30 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
	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	$H = 400 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
UV-B	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	$H = 10^4 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
UV-A	315 - 400	$H = 10^4 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	
Látható 400 - 700	400 - 600 Fotokéretai ^b retina sérülés	$H = 100 C_1 \text{ [Jm}^{-2}\text{]}$ ($r = 11 \text{ mrad}$) ^c	$E = 1 C_1 \text{ [W m}^{-2}\text{]}$; ($r = 1,1 \text{ r}^0 \text{ mrad}$) ^d
	400 - 700 retina sérülés le ^g károsító	Ha $\alpha < 1,5 \text{ mrad}$ Ha $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ és $t \leq T_2$ Ha $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ és $t > T_2$ akkor $E = 10 C_1 \text{ [W m}^{-2}\text{]}$ akkor $H = 18 C_1 t^{0,75} \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ akkor $E = 18 C_1 T_2^{0,75} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	$E = 1 C_2 \text{ [W m}^{-2}\text{]}$ ($r = 110 \text{ mrad}$) ^e
IR-A	700 - 1 400	Ha $\alpha < 1,5 \text{ mrad}$ Ha $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ és $t \leq T_3$ Ha $\alpha > 1,5 \text{ mrad}$ és $t > T_3$ akkor $E = 10 C_3 C_4 \text{ [W m}^{-2}\text{]}$ akkor $H = 18 C_3 C_4 t^{0,75} \text{ [J m}^{-2}\text{]}$ akkor $E = 18 C_3 C_4 T_3^{0,75} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$ [ne haladja meg az 1 000 W m ⁻²]	$E = 1000 \text{ [W m}^{-2}\text{]}$
IR-B és IR-C	1 400 - 10 ⁶	$E = 1000 \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	

^a Ha a lézer hullámhossza egy már megjelölt határérték és közöttük is felel, a korlátozások nem alkalmazandók.
^b Olyan lézerek esetén, amelyek egy 1,5 mrad vagy kisebb szögű sugarat adnak be a látószögbe, a látószögben $E = 100 C_1 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$, ahol $t > 10 \text{ s}$; $E = 100 C_1 \text{ [W m}^{-2}\text{]}$, ahol $t > 10 \text{ 000 s}$. A G és L értékekre az $r = 0$ -ot kell használni az alábbi táblázatban.
^c A látás és az időtartam közötti korlátos határérték előírásához a látószög $G = 10^3 C_1 \text{ [m}^{-2}\text{]}$, ahol $t > 10 \text{ s}$; $E = 100 C_1 \text{ [W m}^{-2}\text{]}$, ahol $t > 10 \text{ 000 s}$. A G és L értékekre az $r = 0$ -ot kell használni az alábbi táblázatban.
^d A látás és az időtartam közötti korlátos határérték előírásához a látószög $G = 10^3 C_1 \text{ [m}^{-2}\text{]}$, ahol $t > 10 \text{ s}$; $E = 100 C_1 \text{ [W m}^{-2}\text{]}$, ahol $t > 10 \text{ 000 s}$. A G és L értékekre az $r = 0$ -ot kell használni az alábbi táblázatban.
^e Az expozíció érték meghatározásához az expozíció $E = 100 C_1 \text{ [W m}^{-2}\text{]}$ és a látószög $G = 10^3 C_1 \text{ [m}^{-2}\text{]}$ értékeket kell használni. A látószög $G = 10^3 C_1 \text{ [m}^{-2}\text{]}$ értékeket az alábbi táblázatban kell használni.
^f Ha $\alpha < \gamma$, akkor a γ -t, máskülönben a γ -t használják meg az expozíció meghatározásához. Ha $\alpha > \gamma$, akkor a γ -t használják meg az expozíció meghatározásához. Ha $\alpha < \gamma$, akkor a γ -t használják meg az expozíció meghatározásához. Ha $\alpha > \gamma$, akkor a γ -t használják meg az expozíció meghatározásához.

2.4 táblázat:

A bőrt erő lézersugárzás expozíciós határértékei

Hullámhossz ^a [nm]	Működési mód	Működési mód			
		$10^4 \cdot 10^3$	$10^4 \cdot 10^2$	$10^4 \cdot 10^1$	$10^4 \cdot 10^0$
UV (A, B, C)	180 - 400	Működési módok szorított expozíciós határértékekkel.			
	400 - 700				
Lézeres és ERA	700 - 1 400	Működési módok szorított expozíciós határértékekkel.			
	1 400 - 1 500				
IRB és IRC	1 500 - 1 800	Működési módok szorított expozíciós határértékekkel.			
	1 800 - 2 800				
	2 600 - 10 ⁶	Működési módok szorított expozíciós határértékekkel.			

^a Ha a lézer hullámhossza vagy más tulajdonsága az határozta meg, a korlátozásban kell alkalmazni.

2.5. táblázat:

Alkalmazott korrekciós tényezők és egyéb számítási paraméterek

Az ICNIRP listája szerinti paraméter	Érvényes spektrális tartomány (nm)	Érték
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	$C_C = 10^{0,018(\lambda - 1150)}$
	1 200–1 400	$C_C = 8,0$
T_1	$\lambda < 450$	$T_1 = 10 \text{ s}$
	450–500	$T_1 = 10 \cdot [10^{0,02(\lambda - 450)}] \text{ s}$
	$\lambda > 500$	$T_1 = 100 \text{ s}$
Az ICNIRP listája szerinti paraméter	Érvényes biológiai hatás	Érték
α_{\min}	minden hőhatás	$\alpha_{\min} = 1,5 \text{ mrad}$
Az ICNIRP listája szerinti paraméter	Érvényes szögtartomány (mrad)	Érték
C_E	$\alpha < \alpha_{\min}$	$C_E = 1,0$
	$\alpha_{\min} < \alpha < 100$	$C_E = \alpha / \alpha_{\min}$
	$\alpha > 100$	$C_E = \alpha^2 / (\alpha_{\min} \cdot \alpha_{\max}) \text{ mrad with } \alpha_{\max} = 100 \text{ mrad}$
T_2	$\alpha < 1,5$	$T_2 = 10 \text{ s}$
	$1,5 < \alpha < 100$	$T_2 = 10 \cdot [10^{(\alpha - 1,5) / 98,5}] \text{ s}$
	$\alpha > 100$	$T_2 = 100 \text{ s}$

Az ICNIRP listája szerinti paraméter	Érvényes spektrális tartomány (nm)	Érték
γ	$t \leq 100$	$\gamma = 11$ [mrad]
	$100 < t < 10^4$	$\gamma = 1,1 t^{0,5}$ [mrad]
	$t > 10^4$	$\gamma = 110$ [mrad]

2.6 táblázat:

Ismétlődő expozícióra vonatkozó korrekció

Mindhárom itt következő általános szabályt alkalmazni kell minden ismétlődő expozíció esetén, amennyiben az ismétlődő impulzusrendszerű vagy letapogató lézerrendszerektől ered:

1. Egy impulzussorozat bármely egyedi impulzusból származó expozíció nem haladhatja meg az adott impulzus-időtartamú egyedi impulzusra vonatkozó expozíciós határértéket.
2. A t idő alatt kibocsátott impulzusok bármely csoportjának (vagy sorozatban lévő impulzusok alcsoportjának) expozíciója nem haladhatja meg a t időre vonatkozó expozíciós határértéket.
3. Az egy impulzuscsoporton belüli bármely egyedi impulzusból eredő expozíció nem haladhatja meg a $C_p = N^{-0,25}$ kumulatív-termikus korrekciós tényezővel megszorozott, egyedi impulzusra vonatkozó expozíciós határértéket, ahol N az impulzusok száma. Ez a szabály csak az égési sérülésekkel szemben védő expozíciós határokra vonatkozik, ahol a kevesebb, mint T_{\min} alatt kibocsátott összes impulzus egy impulzusként kezelendő.

Paraméter	Érvényes spektrális tartomány (nm)	Érték
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)

Európai Bizottság

**Nem kötelező érvényű útmutató a 2006/25/EK irányelv végrehajtása során alkalmazható legjobb gyakorlatokhoz
(Mesterséges optikai sugárzás)**

Luxembourg: Az Európai Unió Kiadóhivatala

2011 – 144 oldal – 21 x 29,7 cm

ISBN 978-92-79-19810-6

doi:10.2767/30676

A legtöbb munkahely rendelkezik mesterséges optikai sugárforrásokkal, és a 2006/25/EK irányelv a munkavállalók ilyen forrásoknak való expozíciójára vonatkozó egészségügyi és biztonsági minimumkövetelményeket határozza meg. Az Európai Bizottság nem kötelező érvényű, a 2006/25/EK irányelv végrehajtására vonatkozó helyes gyakorlatról szóló útmutatója rámutat a minimális kockázatot jelentő alkalmazásokra, és iránymutatást ad másokra vonatkozóan. Meghatározza az értékelési módszereket, és felvázolja a veszélyek csökkentésére és a káros egészségügyi hatások ellenőrzésére irányuló intézkedéseket.

Ez a kiadvány nyomtatott formában angol, francia és német nyelven, elektronikus formában pedig az Európai Unió valamennyi egyéb hivatalos nyelvén elérhető. A 22 nyelvi változatot tartalmazó CD (Katalógusszám: KE-32-11-704-1X-Z, ISBN 978-92-79-19829-8) szintén elérhető.

HOGYAN JUTHAT HOZZÁ AZ EURÓPAI UNIÓ KIADVÁNYAIHOZ?

Ingyenes kiadványok:

- az EU-könyvesbolton (EU Bookshop) keresztül (<http://bookshop.europa.eu>);
- az Európai Unió képviselőin és küldöttségein keresztül.
A képviselők és küldöttségek elérhetőségeiről a <http://ec.europa.eu> weboldalon tájékozódhat, illetve a +352 2929-42758 faxszámon érdeklődhet.

Megvásárolható kiadványok:

- az EU-könyvesbolton keresztül (<http://bookshop.europa.eu>).

Előfizetéses kiadványok (az *Európai Unió Hivatalos Lapjának* sorozatai, az *Európai Bírósági Határozatok Tára* stb.):

- az Európai Unió Kiadóhivatalának forgalmazó partnerein keresztül (http://publications.europa.eu/others/agents/index_hu.htm).

Foglalkoztatás, Szociális Ügyek és Társadalmi Összetartozás
Főigazgatósága **kiadványait** az alábbi címről töltheti le
vagy rendelheti meg:

<http://ec.europa.eu/social/publications>

Feliratkozhat továbbá az Európai Bizottság ingyenes
Szociális Európa e-hírlevelére az alábbi címen:

<http://ec.europa.eu/social/e-newsletter>

<http://ec.europa.eu/social>



www.facebook.com/socialeurope



Kiadóhivatal

ISBN 978-92-79-19810-6



9 789279 198106