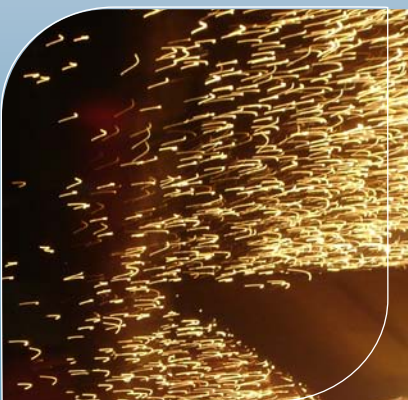


Niewiążący przewodnik dobrej praktyki wdrażania dyrektywy 2006/25/WE (Sztuczne promieniowanie optyczne)



Spółeczna Europa



Komisja Europejska

Niniejsza publikacja jest finansowana w ramach programu Unii Europejskiej na rzecz zatrudnienia i solidarności społecznej Progress (2007–2013). Program ten jest realizowany przez Komisję Europejską. Został ustanowiony w celu finansowego wspierania realizacji celów Unii Europejskiej w obszarze zatrudnienia, spraw społecznych i równości szans i przyczynia się tym samym do osiągnięcia celów strategii „Europa 2020” w tych dziedzinach.

Siedmioletni program skierowany jest do wszystkich zainteresowanych stron, które mogą pomóc w ukształtowaniu odpowiednich i skutecznych przepisów i polityki w zakresie zatrudnienia i spraw społecznych, w całej UE-27, na obszarze EFTA-EOG oraz w krajach kandydujących i potencjalnych krajach kandydujących do UE.

Więcej informacji można uzyskać na stronie: <http://ec.europa.eu/progress>

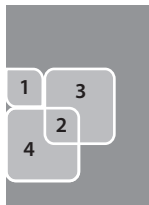
Niewiążący przewodnik dobrej praktyki wdrażania dyrektywy 2006/25/WE (Sztuczne promieniowanie optyczne)

Komisja Europejska

Dyrekcja Generalna ds. Zatrudnienia, Spraw Społecznych i Włączenia Społecznego
Dział B.3

Tekst ukończono w czerwcu 2010 r.

Komisja Europejska, ani żadna osoba działająca w imieniu Komisji, nie odpowiada za sposób wykorzystania informacji zawartych w niniejszej publikacji.



© Zdjęcia na okładce: 1, 3, 4: Unia Europejska
Zdjęcie 2: iStock

Używanie i kopiowanie zdjęć nieobjętych prawami autorskimi Unii Europejskiej jest możliwe po uzyskaniu zgody bezpośrednio od właścicieli tych praw.

Europe Direct to serwis, który pomoże Państwu
znaleźć odpowiedzi na pytania dotyczące Unii
Europejskiej

Numer bezpłatnej infolinii*:
00 800 6 7 8 9 10 11

* Niektórzy operatorzy telefonii komórkowej nie udostępniają połączeń
z numerami 00 800 lub pobierają za nie opłaty.

Więcej informacji o Unii Europejskiej można znaleźć w portalu Europa (<http://europa.eu>).

Dane katalogowe oraz streszczenie znajdują się na końcu niniejszej publikacji.

Luksemburg: Urząd Publikacji Unii Europejskiej, 2011

ISBN 978-92-79-19816-8

doi:10.2767/31393

© Unia Europejska, 2011

Powielanie materiałów dozwolone pod warunkiem podania źródła.

Printed in Luxembourg

WYDRUKOWANO NA PAPIERZE BIELONYM BEZ CHLORU PIERWIASTKOWEGO (ECF)

Spis treści

1.	Wprowadzenie	7
1.1.	Jak korzystać z niniejszego przewodnika	8
1.2.	Związek z dyrektywą 2006/25/WE	9
1.3.	Zakres przewodnika	10
1.4.	Stosowne przepisy i dodatkowe informacje	10
1.5.	Urzędowe i nieurzędowe centra doradztwa	10
2.	Źródła sztucznego promieniowania optycznego	11
2.1.	Źródła promieniowania niekoherentnego (nielaserowego)	11
2.1.1.	Praca	11
2.1.2.	Zastosowania	12
2.2.	Źródła promieniowania laserowego	13
2.3.	Źródła nieistotne	14
3.	Skutki dla zdrowia wynikające z narażenia na promieniowanie optyczne	16
4.	Wymagania dyrektywy dotyczącej sztucznego promieniowania optycznego	17
4.1.	Artykuł 4 – Określenie narażenia i ocena ryzyka	17
4.2.	Artykuł 5 – Przepisy mające na celu unikanie lub ograniczanie ryzyka	18
4.3.	Artykuł 6 – Informowanie i szkolenie pracowników	18
4.4.	Artykuł 7 – Konsultacje i udział pracowników	19
4.5.	Artykuł 8 – Profilaktyczne badania lekarskie	19
4.6.	Podsumowanie	19
5.	Stosowanie wartości granicznych narażenia	20
5.1.	Wartości graniczne narażenia na promieniowanie laserowe	20
5.2.	Promieniowanie optyczne niekoherentne (nielaserowe)	22
5.3.	Źródła	24
6.	Ocena ryzyka na podstawie Dyrektywy	25
6.1.	Krok 1. Określenie zagrożeń i osób zagrożonych	25
6.2.	Krok 2. Ocena rodzajów ryzyka oraz ich uszeregowanie pod względem ważności	26
6.3.	Krok 3. Wybór działania zapobiegawczego	27
6.4.	Krok 4. Podjęcie działania	27
6.5.	Krok 5. Monitorowanie i dokonanie przeglądów	27
6.6.	Źródła	27
7.	Pomiar promieniowania optycznego	28
7.1.	Wymagania zawarte w Dyrektywie	28
7.2.	Szukanie dodatkowej pomocy	28
8.	Wykorzystanie danych dostarczonych przez producentów	29
8.1.	Klasyfikacja bezpieczeństwa	29
8.1.1.	Klasyfikacja bezpieczeństwa laserów	29
8.1.2.	Klasyfikacja bezpieczeństwa źródeł niekoherentnych (nielaserowych)	32
8.1.3.	Klasyfikacja bezpieczeństwa maszyn	33
8.2.	Informacje dotyczące odległości niebezpiecznej i wartości zagrożenia	34
8.2.1.	Lasery – odległość niebezpieczna dla wzroku	34
8.2.2.	Źródła szerokopasmowe – odległość niebezpieczna i wartość zagrożenia	34
8.3.	Dodatkowe przydatne informacje	35

9.	Środki kontroli.....	36
9.1.	Hierarchia środków kontroli	36
9.2.	Usunięcie zagrożenia	36
9.3.	Zastąpienie przez mniej niebezpieczny proces lub mniej niebezpieczne urządzenie ...	37
9.4.	Kontrole techniczne	37
9.4.1.	Uniemożliwienie dostępu	37
9.4.2.	Ochrona za pomocą ograniczenia działania	37
9.4.3.	Zatrzymanie awaryjne	37
9.4.4.	Blokady	37
9.4.5.	Filtry i wzierniki	38
9.4.6.	Osprzęt do osiowania	38
9.5.	Środki administracyjne	38
9.5.1.	Miejscowe przepisy	39
9.5.2.	Obszar kontrolowany	39
9.5.3.	Znaki bezpieczeństwa i ostrzeżenia w zakresie bezpieczeństwa	39
9.5.4.	Wyznaczanie	40
9.5.5.	Szkolenie i konsultacje	40
9.5.5.1.	Szkolenie	40
9.5.5.2.	Konsultacje	41
9.6.	Środki ochrony indywidualnej	42
9.6.1.	Ochrona przed innymi zagrożeniami	43
9.6.2.	Ochrona oczu	43
9.6.3.	Ochrona skóry	44
9.7.	Dodatkowe przydatne informacje	44
9.7.1.	Podstawowe normy	44
9.7.2.	Normy w podziale na rodzaj urządzenia	44
9.7.3.	Spawanie	45
9.7.4.	Laser	45
9.7.5.	Źródła intensywnego światła	45
10.	Zarządzanie niepożądanymi zdarzeniami	46
11.	Kontrola warunków zdrowotnych	47
11.1.	Kto powinien przeprowadzać kontrole warunków zdrowotnych?	47
11.2.	Dokumentacja	47
11.3.	Badania lekarskie	47
11.4.	Działania w przypadku przekroczenia wartości granicznych narażenia	48
	Załącznik A. Charakter promieniowania optycznego	49
	Załącznik B. Biologiczne skutki promieniowania optycznego dla oka i skóry	50
B.1.	Oko	50
B.2.	Skóra	50
B.3.	Biologiczne skutki różnych długości fal dla oka i skóry	51
B.3.1.	Promieniowanie nadfioletowe: UVC (100–280 nm), UVB (280–315 nm), UVA (315–400 nm)	51
B.3.2.	Promieniowanie widzialne	52
B.3.3.	IRA	53
B.3.4.	IRB	53
B.3.5.	IRC	53
	Załącznik C. Wielkości i jednostki sztucznego promieniowania optycznego	54
C.1.	Podstawowe wielkości	54
C.1.1.	Długość fali	54
C.1.2.	Energia	54

C.1.3.	Inne przydatne wielkości.....	54
C.1.4.	Wielkości wykorzystywane do wartości granicznych narażenia	55
C.1.5.	Wielkości widmowe oraz wielkości szerokopasmowe	55
C.1.6.	Wielkości radiometryczne oraz wielkości skuteczne	55
C.1.7.	Luminancja.....	56
Załącznik D. Opracowane przykłady		57
D.1.	Biuro.....	57
D.1.1.	Objaśnienie ogólnej metody	57
D.1.2.	Format przykładów	63
D.1.3.	Świetlówki z rozpraszaczem montowane na suficie	63
D.1.4.	Świetlówka bez rozpraszacza montowana na suficie	64
D.1.5.	Zespół świetlówek bez rozpraszacza montowany na suficie	65
D.1.6.	Monitor kineskopowy.....	66
D.1.7.	Wyświetlacz komputera przenośnego	67
D.1.8.	Umieszczona na zewnątrz oprawa szerokostrumieniowa z lampą metalohalogenkową.....	68
D.1.9.	Umieszczona na zewnątrz oprawa szerokostrumieniowa ze świetlówką kompaktową.....	70
D.1.10.	Elektroniczne urządzenie owadobójcze.....	71
D.1.11.	Lampa sufitowa punktowa	72
D.1.12.	Lampa nabiurkowa zadaniowa	73
D.1.13.	Lampa nabiurkowa zadaniowa o rozkładzie widma symulującym światło dzienne.....	74
D.1.14.	Fotokopiarka	75
D.1.15.	Cyfrowy rzutnik w obudowie nabiurkowej.....	76
D.1.16.	Rzutnik cyfrowy przenośny.....	78
D.1.17.	Cyfrowa tablica interaktywna	79
D.1.18.	Świetlówka kompaktowa wbudowana w sufit	80
D.1.19.	Wskaźnik diodowy LED	81
D.1.20.	PDA	82
D.1.21.	Niewidzialne światło UVA	83
D.1.22.	Latarnia uliczna wyposażona w lampę metalohalogenkową.....	84
D.1.23.	Podsumowanie danych z przykładów	85
D.2.	Pokaz laserowy.....	86
D.2.1.	Zagrożenia i osoby narażone na ryzyko.....	86
D.2.2.	Ocena rodzajów ryzyka oraz wyznaczanie ich priorytetu	87
D.2.3.	Wybór działania zapobiegawczego oraz jego realizacja	87
D.2.4.	Monitorowanie i przegląd.....	87
D.2.5.	Wniosek.....	87
D.3.	Medyczne zastosowanie promieniowania optycznego.....	88
D.3.1.	Oświetlenie zadaniowe	88
D.3.2.	Oświetlenie diagnostyczne.....	90
D.3.3.	Źródła terapeutyczne	91
D.3.4.	Źródła światła do badań specjalistycznych.....	94
D.4.	Pojazdy w miejscu pracy.....	94
D.5.	Wojsko.....	97
D.6.	Podwieszane promienniki gazowe	98
D.7.	Laser w obróbce materiałów	99
D.7.1.	Określenie zagrożeń i osób narażonych na ryzyko.....	99
D.7.2.	Ocena rodzajów ryzyka oraz określanie ich priorytetu.....	99
D.7.3.	Wybór działania zapobiegawczego.....	100
D.8.	Gałęzie przemysłu wykorzystujące energię cieplną	100
D.8.1.	Obróbka stali	100

D.8.2. Huta szkła	100
D.8.3. Dodatkowe informacje.....	101
D.9. Fotografowanie przy użyciu lampy błyskowej	102
Załącznik E. Wymogi zawarte w innych dyrektywach europejskich.....	104
Załącznik F. Krajowe przepisy państw członkowskich UE transponujące dyrektywę 2006/25/WE (termin: dnia 10 grudnia 2010 r.) oraz obowiązujące wytyczne	108
Załącznik G. Normy europejskie i międzynarodowe	114
G.1. Normy europejskie	114
G.2. Wytyczne europejskie	116
G.3. Dokumenty ISO, IEC oraz CIE.....	116
Załącznik H. Fotowrażliwość.....	118
H.1. Co to jest fotowrażliwość?	118
H.2. Aspekty związane z pracą lub inne	118
H.3. Jakie działania musi podjąć pracodawca?	118
H.4. Co należy zrobić jeżeli praca wiąże się z ekspozycją na źródła sztucznego promieniowania optycznego przy obecności substancji fotouczulających?.....	119
Załącznik I. Źródła	120
I.1. Internet.....	120
I.2. Doradztwo/regulacja	120
I.3. Normy	121
I.4. Stowarzyszenia/katalogi stron internetowych	121
I.5. Czasopisma	122
I.6. Płyty CD, DVD i inne zasoby.....	122
Załącznik J. Glosariusz.....	123
Załącznik K. Bibliografia.....	126
K.1. Historia laserów	126
K.2. Lasery medyczne.....	126
K.3. Bezpieczeństwo laserowe i promieniowania optycznego	126
K.4. Technologia laserowa i teoria dotycząca laserów	126
K.5. Wytyczne i oświadczenia	126
Załącznik L. Tekst dyrektywy 2006/25/WE.....	128

1. Wprowadzenie

Dyrektywa 2006/25/WE (nazywana „Dyrektywą”) obejmuje wszystkie sztuczne źródła promieniowania optycznego. Większość wymagań Dyrektywy jest podobna do istniejących wymagań np. dyrektywy ramowej 89/391/EWG. Dlatego też Dyrektywa nie powinna nakładać na pracodawców większego obciążenia niż nakładają inne dyrektywy. Ponieważ jednak Dyrektywa ma tak całościowe podejście, konieczne jest określenie zastosowań sztucznego promienia optycznego, które są tak mało istotne dla zdrowia, że nie wymaga się żadnej dodatkowej oceny. Niniejszy przewodnik ma na celu wskazanie takich typowych zastosowań, aby zapewnić wytyczne dla szeregu innych szczególnych zastosowań, przedstawić metodykę oceny oraz w niektórych przypadkach zasugerować potrzebę poszukania dodatkowej pomocy.

W kilku sektorach przemysłu istnieją dobrze opracowane wytyczne obejmujące szczególne zastosowania promieniowania optycznego, a przewodnik zawiera odesłania do tych źródeł informacji.

Sztuczne promieniowanie optyczne obejmuje szeroki zakres źródeł, na których działanie mogą być narażeni pracownicy w miejscu pracy i w innych miejscach. Takimi źródłami będą: oświetlenie przestrzenne i zadaniowe, urządzenia wskazujące, wyświetlacze i inne podobne źródła niezbędne do zapewnienia dobrego samopoczucia pracowników. Dlatego też nierozsądne jest podobne podejście do wielu innych zagrożeń polegające na minimalizowaniu z konieczności zagrożenia sztucznego promieniowania optycznego. Takie podejście może zwiększyć ryzyko wynikające z innych zagrożeń lub działań w miejscu pracy. Prosty przykładem jest wyłączenie w biurze światła, przez co wszyscy mogą znaleźć się w ciemnościach.

Szereg źródeł sztucznego promieniowania optycznego stosuje się jako element procesu wytwarzania, badań i komunikacji. Promieniowanie optyczne może być

również przypadkowe, jak w przypadku gorącego materiału, który emituje energię promieniowania optycznego.

Istnieje szereg zastosowań sztucznego promieniowania optycznego, które wymagają bezpośredniego narażenia pracowników na promieniowanie na poziomach mogących przekraczać wartości graniczne narażenia określone w Dyrektywie. Obejmują one niektóre zastosowania związane z rozrywką i medycyną. Takie zastosowania wymagają krytycznej oceny, aby nie dopuścić do przekroczenia wartości granicznych narażenia.

W Dyrektywie sztuczne promieniowanie optyczne dzieli się na laserowe i niekoherentne (nielaserowe). W niniejszym przewodniku podział ten stosuje się jedynie w tych przypadkach, w których jest to zdecydowanie korzystne. Utrwaliła się opinia, że promieniowanie laserowe występuje w postaci wiązki światła o pojedynczej długości fali. Pracownik może się znajdować bardzo blisko wiązki, ale nie dozna żadnych niekorzystnych dla zdrowia skutków. Jeżeli znajdzie się jednak bezpośrednio na drodze wiązki, wartość graniczna ekspozycji może zostać szybko przekroczona. W przypadku promieniowania niekoherentnego (nielaserowego) istnieje mniejsze prawdopodobieństwo, że promieniowanie optyczne będzie dobrze skolimowane, a poziom narażenia będzie narastał wraz z przybliżaniem się do źródła. Można utrzymywać, że w przypadku wiązki laserowej prawdopodobieństwo narażenia jest niewielkie, ale konsekwencje mogą być groźne; w przypadku źródła niekoherentnego (nielaserowego) prawdopodobieństwo narażenia może być duże, ale konsekwencje są mniej groźne. Tradycyjny podział staje się mniej oczywisty w związku z niektórymi rozwijającymi się technologiami promieniowania optycznego.

Dyrektywę przyjęto na mocy art. 137 Traktatu ustanawiającego Wspólnotę Europejską, a ten artykuł wyraźnie nie stanowi przeszkody dla państwa członkowskiego w utrzymywaniu lub ustanawianiu bardziej rygorystycznych środków ochronnych zgodnych z Traktatem.

1.1. Jak korzystać z niniejszego przewodnika

Sztuczne promieniowanie optyczne występuje w większości miejsc pracy. Wiele rodzajów tego promieniowania stwarza niewielkie ryzyko urazu albo nie grozi żadnym ryzykiem, a niektóre z nich umożliwiają bezpieczne wykonywanie czynności związanych z pracą.

Z niniejszym przewodnikiem należy zapoznać się w związku z dyrektywą 2006/25/WE („Dyrektywą”) i dyrektywą ramową 89/391/EWG.

Przewodnik w sposób naturalny dzieli się na trzy działy:

Wszyscy pracodawcy powinni przeczytać działy 1 i 2 niniejszego przewodnika.



Jeżeli wszystkie źródła w miejscu pracy są włączone do wykazu źródeł nieistotnych w rozdziale 2.3, nie ma potrzeby podejmowania dodatkowych działań.

Jeżeli występują źródła niewymienione w rozdziale 2.3, ocena ryzyka jest bardziej złożona. Pracodawca powinien dodatkowo zapoznać się z rozdziałami 3–9 niniejszego przewodnika.



Na tej podstawie powinna być podjęta decyzja czy przeprowadzić samoocenę czy szukać wsparcia zewnętrznego.

Załączniki zawierają dodatkowe informacje, które mogą być przydatne dla pracodawców przeprowadzających ocenę ryzyka we własnym zakresie.

Dane pochodzące od producentów mogą pomóc pracodawcy w ocenie ryzyka. W szczególności należy dokonać klasyfikacji niektórych rodzajów źródeł sztucznego promieniowania optycznego, aby wskazać dostępne zagrożenie promieniowaniem optycznym. Zaleca się, aby pracodawcy żądali odpowiednich informacji od dostawców źródeł sztucznego promieniowania optycznego. Wiele produktów podlega wymaganiom zawartym w dyrektywach Wspólnoty Europejskiej, np. w przypadku oznakowania CE, a szczególne odwołanie do tych wymagań znajduje się w ust. (12) preambuły do dyrektywy (zob. załącznik L).

W rozdziale 8 niniejszego przewodnika znajdują się wskazówki dotyczące korzystania z danych dostarczonych przez producentów.

Wszyscy pracownicy są narażeni na sztuczne promieniowanie optyczne. Przykłady źródeł podano w rozdziale 2. Jednym z wyzwań jest zapewnienie właściwej oceny źródeł, które mogą stwarzać ryzyko narażenia pracowników na poziomy przekraczające wartości graniczne narażenia, bez konieczności dokonywania oceny większości źródeł, które nie stanowią ryzyka w możliwych do przewidzenia warunkach – tzw. źródła „nieistotnych”.

Niniejszy przewodnik ma na celu przeprowadzenie użytkowników przez ścieżkę logiczną oceny ryzyka narażenia pracowników na sztuczne promieniowanie optyczne:

Jeżeli jedyne źródła narażenia na sztuczne promieniowanie optyczne są nieistotne, żadne dodatkowe działania nie są konieczne. Niektórzy pracodawcy mogą chcieć udokumentować fakt, że dokonali przeglądu źródeł i że doszli do takiego wniosku.

Jeżeli źródła nie są nieistotne lub ryzyko jest nieznane, pracodawcy powinni postępować zgodnie z procesem oceny ryzyka i wdrożyć w razie potrzeby odpowiednie środki kontroli.

W rozdziale 3 niniejszego przewodnika określono potencjalne skutki dla zdrowia.

W rozdziale 4 określono wymagania zawarte w Dyrektywie, a wartości graniczne narażenia przedstawiono w rozdziale 5. Te dwa rozdziały obejmują zatem wymagania prawne.

W rozdziale 6 przedstawiono proponowaną metodykę przeprowadzania oceny ryzyka. Może się okazać, że ryzyko nie istnieje i wtedy proces zostaje przerwany na tym etapie.

Jeżeli informacje potrzebne do przeprowadzenia oceny ryzyka są niewystarczające, może zająć konieczność przeprowadzenia pomiarów (rozdział 7) lub skorzystania z danych dostarczonych przez producentów (rozdział 8).

Rozdział 9 dotyczy środków kontroli w przypadkach, gdy zachodzi konieczność ograniczenia ryzyka.

Na wypadek gdyby ktoś został narażony na działanie sztucznego promieniowania optycznego, którego poziom przekracza wartości graniczne narażenia, w rozdziale 10 przedstawiono plany awaryjne, a w rozdziale 11 zasady kontroli warunków zdrowotnych.

Załączniki zawierają dodatkowe informacje dla pracodawców i innych osób, które mogą uczestniczyć w procesie oceny ryzyka:

A – Charakter promieniowania optycznego

B – Biologiczne skutki promieniowania optycznego dla oka i skóry

C – Wielkości i jednostki sztucznego promieniowania optycznego

D – Opracowane przykłady. Niektóre przykłady w niniejszym załączniku uzasadniają uznanie określonych źródeł za nieistotne

E – Wymogi zawarte w innych dyrektywach europejskich

F – Krajowe przepisy państw członkowskich UE

G – Normy europejskie i międzynarodowe

H – Fotowrażliwość

I – Źródła

J – Glosariusz

K – Bibliografia

L – Tekst dyrektywy 2006/25/WE

1.2. Związek z dyrektywą 2006/25/WE

Zgodnie z art. 13 dyrektywy 2006/25/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na ryzyko spowodowane czynnikami fizycznymi (sztucznym promieniowaniem optycznym) niniejszy przewodnik odnosi się do art. 4

(Określenie narażenia i ocena ryzyka) i 5 (Przepisy mające na celu unikanie lub ograniczanie ryzyka) oraz załączników I i II (Wartości graniczne narażenia w przypadku odpowiednio promieniowania niekoherentnego (nielaserowego) i promieniowania laserowego) Dyrektywy (zob. załącznik L niniejszej publikacji). Wytyczne zawarte są również w innych artykułach Dyrektywy.

Tabela 1.1. Związek między artykułami Dyrektywy a rozdziałami niniejszego przewodnika

Artykuły dyrektywy 2006/25/WE	Tytuł	Rozdziały przewodnika
Artykuł 2	Definicje	Załącznik I
Artykuł 3	Wartości graniczne narażenia	Rozdziały 6, 7, 8 i 9
Artykuł 4	Określenie narażenia i ocena ryzyka	Rozdziały 7, 8 i 9
Artykuł 5	Przepisy mające na celu unikanie lub ograniczanie ryzyka	Rozdział 9
Artykuł 6	Informowanie i szkolenie pracowników	Rozdział 9
Artykuł 7	Konsultacje i udział pracowników	Rozdział 9
Artykuł 8	Kontrola warunków zdrowotnych	Rozdział 11

1.3. Zakres przewodnika

Niniejszy przewodnik jest przeznaczony dla wszystkich przedsiębiorstw, w których pracownicy mogą być narażeni na działanie sztucznego promieniowania optycznego. Dyrektywa nie zawiera definicji sztucznego promieniowania optycznego. Zdecydowanie wyklucza się źródła takie jak wybuchy wulkanu, słońce i promieniowanie słoneczne odbite np. od księżyca. Mogą jednak istnieć źródła niejednoznaczne. Czy pożar spowodowany przez człowieka uznano by za źródło sztuczne, a spowodowany przez piorun nie?

Dyrektywa nie wyklucza wyraźnie żadnego źródła sztucznego promieniowania optycznego. Wiele źródeł, takich jak lampki kontrolne urządzeń elektronicznych, stanowi jednak nieistotne źródła promieniowania optycznego. Niniejszy przewodnik zawiera wykaz źródeł, które można ogólnie ocenić jak źródła, których promieniowanie optyczne prawdopodobnie nie przekroczy wartości granicznych narażenia.

Mogą mieć miejsce złożone scenariusze potencjalnego narażenia pracownika i dlatego nie są objęte zakresem niniejszego przewodnika. Pracodawcy powinni zasięgnąć dodatkowej porady w sprawie oceny złożonych scenariuszy narażenia.

1.4. Stosowne przepisy i dodatkowe informacje

Stosowanie niniejszego przewodnika jako takiego nie zapewnia zgodności z ustawowymi wymaganiami

w zakresie sztucznego promieniowania optycznego w różnych państwach członkowskich. Wiążącymi instrumentami są przepisy, za pośrednictwem których państwa członkowskie transponowały dyrektywę 2006/25/WE. Przepisy te mogą stawiać wyższe wymagania niż Dyrektywa, na której opiera się niniejszy przewodnik.

W celu wsparcia wdrażania wymagań Dyrektywy producenci mogą produkować urządzenia emitujące sztuczne promieniowanie optyczne spełniające wymagania norm europejskich. W niniejszym przewodniku znajdują się odesłania do odpowiednich norm. Takie normy można otrzymać odpłatnie w krajowych instytucjach normalizacyjnych.

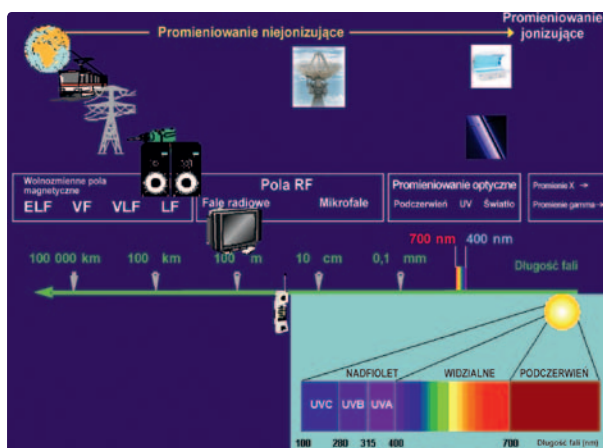
Dodatkowe informacje można znaleźć w krajowych przepisach i normach oraz w stosownej literaturze. Załącznik F zawiera odesłania do poszczególnych publikacji właściwych organów państw członkowskich. Włączenie publikacji do załącznika nie oznacza jednak, że cała jej treść jest w pełni zgodna z niniejszym przewodnikiem.

1.5. Urzędowe i nieurzędowe centra doradztwa

W przypadkach, w których niniejszy przewodnik nie odpowiada na pytania dotyczące sposobu spełniania wymagań w zakresie ochrony przed sztucznym promieniowaniem optycznym, należy kontaktować się bezpośrednio ze źródłami krajowymi. Obejmują one inspektoraty pracy, agencje lub stowarzyszenia zajmujące się ubezpieczeniami wypadkowymi oraz izby handlu, przemysłu i rzemiosła.

2. Źródła sztucznego promieniowania optycznego

2.1. Źródła promieniowania niekoherentnego (nielaserowego)



2.1.1. Praca

Trudno sobie wyobrazić zawód, który w pewnym momencie nie wiązałby się z narażeniem na sztuczne promieniowanie optyczne. Każdy, kto pracuje w zamkniętych pomieszczeniach, może być narażony na emisję optyczne pochodzące z oświetlenia i monitorów komputerów. Osoby pracujące na zewnątrz mogą wymagać pewnego rodzaju oświetlenia zadaniowego, kiedy naturalne światło jest niewystarczające. Istnieje dość duże prawdopodobieństwo, że osoby podróżujące w ciągu dnia roboczego mogą być wystawione na działanie sztucznego oświetlenia, nawet jeżeli są to jedynie światła innych pojazdów. To wszystko to rodzaje sztucznego promieniowania optycznego i tym samym mogą być objęte zakresem Dyrektywy.

Poza wszechobecnymi źródłami, takimi jak oświetlenie i monitory komputerów, sztuczne promieniowanie optyczne może być wytwarzane celowo, jako konieczny element niektórych procesów, lub przypadkowo, czyli jako niepożądany produkt uboczny. Na przykład w celu wywołania fluorescencji penetrantu wnikaącego konieczne jest wytworzenie promieniowania nadfioletowego

i wystawienie penetrantu na jego działanie. Z drugiej strony wytwarzanie znacznych ilości promieniowania nadfioletowego podczas spawania łukowego w ogóle nie jest istotne dla tego procesu – chociaż jest nieuniknione.

Bez względu na to, czy promieniowanie optyczne wytwarza się celowo do użytku czy powstaje jako niepożądany uboczny procesu, niezbędna jest kontrola narażenia na jego działanie, przynajmniej w stopniu określonym w Dyrektywie. Sztuczne promieniowanie optyczne istnieje w większości miejsc pracy, ale w szczególności w następujących sektorach:

- sektory obróbki plastycznej na gorąco, takie jak huty szkła czy metali, w których piece emitują promieniowanie podczerwone,
- sektory drukarskie, w których tusze i farby są często utrwalane za pomocą procesu fotopolimeryzacji,
- sztuka i rozrywka, w których występujący i modele mogą być bezpośrednio oświetlani przez reflektory punktowe, oświetlenie efektowe, oświetlenie studyjne i lampy błyskowe,
- rozrywka, w której pracownicy w strefie widowni mogą być oświetleni oświetleniem ogólnym i efektowym,
- badania nieniszczące, które mogą wymagać stosowania promieniowania nadfioletowego w celu ujawniania penetrantów fluorescencyjnych,
- opieka medyczna, w której lekarze i pacjenci mogą być narażeni na działanie oświetlenia punktowego na sali operacyjnej oraz na zastosowanie lecznicze promieniowania optycznego,
- usługi kosmetyczne, w których stosuje się lasery i lampy błyskowe oraz źródła nadfioletu i podczerwieni,
- powierzchnie produkcyjne i magazyny, w których duże otwarte budynki posiadają silne oświetlenie powierzchniowe,
- produkty farmaceutyczne i badania, w których może być stosowana sterylizacja nadfioletem,
- proces oczyszczania ścieków, w którym może być stosowana sterylizacja nadfioletem,

- badania, w których mogą być stosowane lasery, a przydatnym narzędziem może być fluorescencja wywołana nadfioletem,
- obróbka metali obejmująca spawanie,
- produkcja tworzyw sztucznych obejmująca łączenie laserowe.

Powyższy wykaz nie jest w żadnym razie wyczerpujący.

2.1.2. Zastosowania

Poniższa tabela daje pewien obraz rodzajów zastosowań różnych zakresów widma. Ma ona również wskazać, które zakresy widma mogą występować w konkretnym procesie, mimo że nie są w nim potrzebne. Zakresy widma opisano w załączniku A.

Zakres długości fal	Stosowany w	Wytwarzany przypadkowo przy
UVC	sterylizacji bakteriobójczej fluorescencji (laboratorium) fotolitografii	utwardzaniu tuszu niektórych rodzajach oświetlenia powierzchniowego i zadaniowego niektórych lampach projekcyjnych spawaniu łukowym
UVB	łóżkach opalających fototerapii fluorescencji (laboratorium) fotolitografii	lampach bakteriobójczych utwardzaniu tuszu niektórych rodzajach oświetlenia powierzchniowego i zadaniowego lampach projekcyjnych spawaniu łukowym
UVA	fluorescencji (w laboratorium, badaniach nieniszczących, efektach w rozrywce, kryminalistyce, wykrywaniu fałszerstw, oznakowaniu własności) fototerapii łóżkach opalających utwardzaniu tuszu pułapkach na owady fotolitografii	lampach bakteriobójczych oświetleniu powierzchniowym i zadaniowym lampach projekcyjnych spawaniu łukowym
Widzialne	oświetleniu powierzchniowym i zadaniowym lampkach kontrolnych sygnalizacji świetlnej usuwaniu owłosienia i popękanych naczynek utwardzaniu tuszu pułapkach na owady fotolitografii fotokopiowaniu projekcjach ekranach telewizorów i monitorach komputerów	łóżkach opalających niektórych urządzeniach grzewczych/suszących spawaniu
IRA	oświetleniu dla potrzeb nadzoru ogrzewaniu suszeniu usuwaniu owłosienia i popękanych naczynek komunikacji	niektórych rodzajach oświetlenia powierzchniowego i zadaniowego spawaniu
IRB	ogrzewaniu suszeniu komunikacji	niektórych rodzajach oświetlenia powierzchniowego i zadaniowego spawaniu
IRC	ogrzewaniu suszeniu	niektórych rodzajach oświetlenia powierzchniowego i zadaniowego spawaniu

Niektóre z zakresów widma wymienionych jako wytworzone przypadkowo mogą powstać jedynie w przypadku awarii. Na przykład niektóre rodzaje projektorów iluminacyjnych są wyposażone w wysokoprężną lampę rtęciową. Wytwarza ona promieniowanie we wszystkich zakresach widma, ale

zazwyczaj jest zamknięta w bańce zewnętrznej, która zatrzymuje znaczną część emisji UVB i UVC. W przypadku rozbicia bańki i dalszego funkcjonowania lampy emitowane będzie promieniowanie nadfioletowe w ilościach stwarzających zagrożenie.

2.2. Źródła promieniowania laserowego

Laser po raz pierwszy zaprezentowano z powodzeniem w 1960 r. Początkowo lasery miały zastosowanie jedynie w badaniach i wojsku. Zazwyczaj używali ich ludzie, którzy je zaprojektowali i zbudowali, i to oni byli zagrożeni działaniem promieniowania laserowego. Obecnie lasery są jednak wszechobecne. Mają wiele zastosowań w miejscu pracy; czasem w urządzeniach, w których promieniowanie laserowe jest kontrolowane za pomocą skutecznych środków technicznych w taki sposób, że użytkownik nie musi wiedzieć, że urządzenie jest wyposażone w laser.

Wiązki laserowe charakteryzują się pojedynczą jednostkową długością fali lub niewielką liczbą jednostkowych długości fali; emisja ma małe rozproszenie, więc w przybliżeniu przenosi moc lub energię w danym obszarze na znaczną odległość; wiązka laserowa jest spójna lub

pojedyncze fale wiązki mają stałą w czasie różnicę faz. Wiązki laserowe można zazwyczaj skupić w małym punkcie, co może powodować urazy i uszkodzenia powierzchniowe. Są to tylko uogólnienia. Istnieją lasery wytwarzające wiązki laserowe w szerokim zakresie długości fali; istnieją urządzenia wytwarzające szeroko rozproszone wiązki; a niektóre wiązki laserowe nie są spójne na przeważającej długości ich drogi. Wiązki laserowe mogą być ciągłe, zwane inaczej falą ciągłą, lub impulsowe.

Lasery dzieli się na kategorie na podstawie ośrodka czynnego wykorzystywanego do wytworzenia wiązki. Ośrodek ten może mieć postać stałą, ciekłą lub gazową. Lasery na ośrodku stałym dzielą się na lasery na ośrodku stałym typu kryształ, tzw. lasery na ciele stałym, i na lasery półprzewodnikowe. W poniższej tabeli wymieniono kilka typowych laserów i długości fali, które emitują.

Rodzaj	Laser	Podstawowa długość fali	Moc wyjściowa
GAZ	Helowo-neonowy (HeNe)	632,8 nm	Fala ciągła do 100 mW
	Helowo-kadmowy (HeCd)	422 nm	Fala ciągła do 100 mW
	Argonowo-jonowy (Ar)	488 nm i 514 nm plus niebieskie linie	Fala ciągła do 20 W
	Kryptonowo-jonowy (Kr)	647 nm plus UV, niebieski i żółty	Fala ciągła do 10 W
	Na dwutlenku węgla (CO ₂)	10 600 nm (10,6 μm)	Fala impulsowa lub ciągła do 50 kW
	Azotowy (N)	337,1 nm	Fala impulsowa powyżej 40 μJ
	Ksenonowo-chlorowy (XeCl)	308 nm	Fala impulsowa do 1 J
	Kryptonowo-fluorowy (KrF)	248 nm	
	Ksenonowo-fluorowy (XeF)	350 nm	
	Argonowo-fluorowy (ArF)	193 nm	
CIAŁO STAŁE	Rubinowy	694,3 nm	Fala impulsowa do 40 J
	Neodymowy na YAG-u (Nd:YAG)	1064 nm i 1319 nm 532 nm i 266 nm	Fala impulsowa lub ciągła do TW, fala ciągła średnio 100 W
	Neodymowy na szkle	1064 nm	Fala impulsowa do 150 J
WŁÓKNO	Iterbowy (Yb)	1030–1120 nm	Fala ciągła do kW
CIENKI DYSK	Iterbowy na YAG-u (Yb:YAG)	1030 nm	Fala ciągła do 8000 W
SLAB	Na dwutlenku węgla (CO ₂) Laser krystaliczny	10 600 nm	Fala ciągła do 8000 W
PÓŁPRZEWODNIK	Różne materiały – np. GaN GaAlAs InGaAsP	400–450 nm 600–900 nm 1100–1600 nm	Fala ciągła (lub impulsowa) do 30 kW
PŁYN (PENETRANT)	Penetrant – ponad 100 różnych penetrantów laserowych stanowi ośrodek lasera	300–1800 nm 1100–1600 nm	Fala impulsowa do 2,5 J Fala ciągła do 5 W

Dodatkowe informacje dotyczące laserów można znaleźć w publikacjach, do których odsyła bibliografia zawarta w załączniku K.

Poniżej znajduje się streszczenie niektórych zastosowań laserów.

Kategoria	Przykładowe zastosowania
Obróbka materiałów	Cięcie, spawanie, znakowanie laserowe, wiercenie, fotolitografia, szybkie wytwarzanie
Pomiar optyczny	Pomiar odległości, pomiary geodezyjne, laserowy pomiar prędkości, laserowy pomiar drgań, elektroniczna interferometria plamkowa, hydrofony z włókien optycznych, obrazowanie o dużej prędkości, pomiar wielkości cząsteczek
Medycyna	Okulistyka, chirurgia refrakcyjna, fotodynamiczna terapia nowotworów, dermatologia, chirurgia laserowa, chirurgia żył, stomatologia, diagnostyka medyczna
Komunikacja	Włókna, przestrzeń swobodna, komunikacja satelitarna
Optyczne przechowywanie informacji	Płyty kompaktowe/DVD, drukarki laserowe
Spektroskopia	Identyfikacja substancji
Holografia	Rozrywka, przechowywanie informacji
Rozrywka	Pokazy laserowe, wskaźniki laserowe

2.3. Źródła nieistotne

Załącznik D niniejszego przewodnika zawiera opracowane przykłady niektórych sztucznych źródeł promieniowania optycznego, które mogą powszechnie występować w różnych miejscach pracy, np. w sklepach i biurach. Ponieważ rynek obfituje w niezliczone rozwiązania projektowe urządzeń, nie można tu sporządzić wyczerpującej listy zawierającej wszystkie istniejące źródła i zastosowania promieniowania optycznego dla każdego rozważanego rodzaju źródła. Na przykład wpływ na promieniowanie optyczne wytwarzane przez źródło może w znacznym stopniu zależeć od krzywizny reflektora, grubości osłony lub producenta lampy fluorescencyjnej. Krótko mówiąc, każdy przykład jest zatem charakterystyczny dla konkretnego rodzaju i modelu zbadanego źródła.

Jeżeli jednak opracowany przykład pokazuje, że:

- dane źródło może powodować narażenie, które stanowi jedynie małą część ($\approx < 20\%$) wartości granicznych narażenia, lub
- źródło może powodować narażenie przekraczające te wartości graniczne, ale jedynie w skrajnie nieprawdopodobnych sytuacjach,

można uznać, że normalne narażenie na działanie źródeł tego rodzaju stanowi nieistotne zagrożenie dla zdrowia, tzn. źródło można uznać za „bezpieczne”.

Poniższa tabela przedstawia te powszechnie występujące rodzaje źródeł w podziale na dwie grupy:

- nieistotne (ze względu na nieznaczne wytwarzane emisje),

- niegroźne w normalnym stosowaniu (tj. ewentualne nadmierne narażenie występuje jedynie w wyjątkowych okolicznościach).

Jeżeli w miejscu pracy występują jedynie źródła wymienione w tych tabelach i jeżeli są one stosowane jedynie w opisanych warunkach, można uznać, że dodatkowa ocena ryzyka nie jest potrzebna. Jeżeli warunki te nie są spełnione, osoba odpowiedzialna za bezpieczeństwo powinna zapoznać się z informacjami zawartymi w dalszej części niniejszego przewodnika: dodatkowe szczegółowe informacje są również zamieszczone w załącznikach.

Źródła mogące spowodować jedynie nieznaczne narażenie, które można uznać za „bezpieczne”

Fluorescencyjne oświetlenie sufitowe z lampami wyposażonymi w rozpraszacze
Monitor komputera lub podobne urządzenie z ekranem wyświetlającym
Sufitowe fluorescencyjne oświetlenie kompaktowe
Fluorescencyjne kompaktowe projektory iluminacyjne
Lampy owadobójcze UVA
Halogenowe punktowe oświetlenie sufitowe
Oświetlenie zadaniowe za pomocą lamp wolframowych (w tym żarówki wytwarzające widmo światła dziennego)
Wolframowe lampy sufitowe
Fotokopiarki
Urządzenia do prezentacji przy użyciu tablicy interaktywnej
Diody sygnalizacyjne
Palmtopy (PDA)
Światła postojowe, światła hamowania, cofania i przeciwmgłowe
Fotograficzne lampy błyskowe
Podwieszane promienniki gazowe
Oświetlenie uliczne

Źródła, które zasadniczo nie stanowią zagrożenia dla zdrowia w szczególnych okolicznościach	
Fluorescencyjne oświetlenie sufitowe bez rozpraszaczy zainstalowanych na lampach	Bezpieczne przy normalnym roboczym natężeniu oświetlenia (≈ 600 lux)
Metalohalogenkowe/wysokoprężne rtęciowe projektory iluminacyjne	Bezpieczne, jeżeli przednia osłona szklana jest nienaruszona i jeżeli nie znajdują się na linii wzroku
Projektory na biurko	Bezpieczne, jeżeli nie patrzy się w wiązkę
Niskoprężne lampy UV wytwarzające promieniowanie niewidzialne	Bezpieczne, jeżeli nie znajdują się na linii wzroku
Każde urządzenie laserowe „klasy 1” (zgodnie z normą EN 60825-1)	Bezpieczne, jeżeli osłony są nienaruszone. Może być niebezpieczne, jeżeli usunie się osłony
Każdy produkt należący do „grupy spoza ryzyka” (zgodnie z normą EN 62471)	Bezpieczne, jeżeli nie znajduje się na linii wzroku. Może nie być bezpieczne, jeżeli usunie się osłony
Reflektory samochodowe	Bezpieczne, jeżeli unika się długiego bezpośredniego patrzenia w wiązkę

3. Skutki dla zdrowia wynikające z narażenia na promieniowanie optyczne

Promieniowanie optyczne jest pochłaniane przez zewnętrzne warstwy ciała i dlatego jego skutki biologiczne ograniczają się przede wszystkim do skóry i oczu, ale mogą się pojawić również skutki ogólnoustrojowe. Różne długości fal mogą wywoływać różne skutki w zależności od tego, która część skóry lub oka wchłonęła promieniowanie i jaki rodzaj interakcji miał miejsce: w zakresie promieniowania nadfioletowego przeważają skutki fotochemiczne, a w podczerwieni skutki termiczne. Promieniowanie laserowe może wywołać dodatkowe skutki charakteryzujące się bardzo szybkim wchłanianiem energii przez tkankę i stanowi szczególne zagrożenie dla oczu, jeżeli wiązka pada na soczewkę.

Skutki biologiczne można zasadniczo podzielić na ostre (występujące szybko) i przewlekłe (występujące w wyniku długotrwałego i powtarzanego narażenia przez długi czas). Skutki ostre zasadniczo występują jedynie, jeżeli narażenie przekracza wartość progową, która zazwyczaj dla każdej osoby jest inna. Większość granicznych wartości narażenia jest efektem badania wartości progowych dla ostrych skutków i badań statystycznych

tych progów. W związku z tym przekroczenie wartości granicznej narażenia nie oznacza koniecznie skutków niekorzystnych dla zdrowia. Ryzyko niekorzystnych dla zdrowia skutków wzrasta wraz ze wzrostem poziomu narażenia przekraczającym wartość graniczną. W przypadku zdrowej dorosłej ludności pracującej znaczna większość opisanych poniżej skutków pojawi się przy wartościach znacznie przekraczających wartości graniczne określone w Dyrektywie. Osoby nadmiernie wrażliwe na światło mogą jednak odczuwać niekorzystne skutki przy wartościach poniżej wartości granicznych narażenia.

W przypadku przewlekłych skutków zazwyczaj nie istnieje próg, poniżej którego takie skutki nie występują. W związku z tym nie można ograniczać ryzyka wystąpienia tych skutków do zera. Można jednak ograniczyć ryzyko poprzez ograniczenie narażenia, a przestrzeganie wartości granicznych powinno ograniczyć ryzyko narażenia na działanie sztucznych źródeł promieniowania optycznego do wartości poniżej wartości przyjętych przez społeczeństwo w odniesieniu do naturalnego promieniowania optycznego.

Długość fali (nm)		Oko	Skóra
100–280	UVC	Zapalenie rogówki Odpromienne zapalenie spojówek	Rumień Rak skóry
280–315	UVB	Zapalenie rogówki Odpromienne zapalenie spojówek Zaćma	Rumień Elastoza Rak skóry
315–400	UVA	Zapalenie rogówki Odpromienne zapalenie spojówek Zaćma Uszkodzenie siatkówki przez światło	Rumień Elastoza Opalenizna natychmiastowa Rak skóry
380–780	Widzialne	Uszkodzenie siatkówki przez światło (zagrożenie „światłem niebieskim”) Oparzenie siatkówki	Oparzenie
780–1400	IRA	Zaćma Oparzenie siatkówki	Oparzenie
1400–3000	IRB	Zaćma	Oparzenie
3000–10 ⁶	IRC	Oparzenie rogówki	Oparzenie

4. Wymagania dyrektywy dotyczącej sztucznego promieniowania optycznego

Pełny tekst Dyrektywy znajduje się w załączniku L niniejszego przewodnika. Niniejszy rozdział zawiera podsumowanie najważniejszych wymagań.

Dyrektywa ustanawia minimalne wymagania w zakresie ochrony pracowników przed ryzykiem dla ich zdrowia i bezpieczeństwa wynikającym lub mogącym wyniknąć z narażenia na sztuczne promieniowanie optyczne w czasie pracy. Zatem państwa członkowskie mogą wprowadzić lub wprowadziły bardziej surowe wymagania.

4.1. Artykuł 4 – Określenie narażenia i ocena ryzyka

Głównym przesłaniem Dyrektywy jest, aby pracodawcy zadbali o ochronę pracowników przed narażeniem na sztuczne promieniowanie optyczne przekraczające wartości graniczne narażenia zawarte w załącznikach do Dyrektywy. Pracodawcy mogą wykazać się taką dbałością

stosując się do informacji dostarczonych wraz ze źródłami, dokonując ogólnych ocen przeprowadzanych przez pracodawców lub inne osoby, przeprowadzając oceny teoretyczne lub dokonując pomiarów. Dyrektywa nie określa metodyki, a więc to pracodawca decyduje o tym, w jaki sposób osiąga się ten najważniejszy cel. Pracodawca jest jednak odsyłany do istniejących opublikowanych norm, a w razie braku takich norm do „dostępnych wytycznych krajowych lub międzynarodowych opartych na naukowych podstawach”.

Wiele wymagań Dyrektywy przypomina wymagania zawarte w dyrektywie 89/391/EWG i w związku z tym pracodawca, który spełnia wymagania zawarte w przedmiotowej dyrektywie, prawdopodobnie nie będzie musiał wykonać znacznej dodatkowej pracy, aby spełnić wymagania zawarte w niniejszej Dyrektywie. Dokonując oceny pracodawca musi jednak zwrócić szczególną uwagę na (art. 4 ust. 3):

Należy rozważyć	Uwaga
a) poziom, zakres długości fal oraz czas trwania narażenia na promieniowanie optyczne emitowane przez sztuczne źródła;	Są to podstawowe informacje dotyczące rozpatrywanego scenariusza. Jeżeli poziom narażenia jest znacznie niższy od wartości granicznej narażenia, która odnosilaby się do narażenia na przestrzeni całego dnia pracy (z założenia trwającego 8 godzin), nie wymaga się żadnej dodatkowej oceny, chyba że w grę wchodzi narażenie na działanie wielorakich źródeł. Zob. h).
b) wartości graniczne narażenia określone w art. 3 niniejszej Dyrektywy;	Na podstawie informacji zawartych w a) powinno być możliwe określenie właściwych wartości granicznych narażenia.
c) wszelkie skutki dla zdrowia i bezpieczeństwa pracowników należących do grup ryzyka o szczególnej wrażliwości;	Zaleca się raczej podejście bierne niż aktywne. Na przykład niektórzy pracownicy mogą wiedzieć, że są szczególnie wrażliwi na migoczące światło. Pracodawca powinien rozważyć zatem, czy można wprowadzić zmiany w pracy.
d) wszelkie możliwe skutki dla zdrowia i bezpieczeństwa pracowników, wynikające z interakcji w miejscu pracy między promieniowaniem optycznym a chemicznymi substancjami fotouczulającymi;	Zaleca się, aby pracodawcy szczególnie rozważali możliwość fotouczulenia wywołanego przez substancje chemiczne stosowane w miejscu pracy. Podobnie jak w c) pracodawca może być jednak zmuszony do reagowania na problemy przedstawiane przez pracowników, jeżeli fotouczulenie wywołane jest przez substancje chemiczne stosowane poza miejscem pracy.

Należy rozważyć	Uwaga
e) wszelkie pośrednie skutki, takie jak czasowe oślepienie, eksplozja lub pożar;	Ekspozycja oka na jasne światło może stanowić problem w przypadku niektórych rodzajów pracy. Normalna reakcja obronna powinna zapewnić poziom ochrony na poziomie narażenia poniżej wartości granicznej. Pracodawca powinien jednak rozważyć źródła sztucznego promieniowania optycznego, które mogą rozpraszać, oślepiać, błyszczeć i wywoływać powidoki, jeżeli takie narażenie mogłoby zagrozić bezpieczeństwu pracownika lub innych osób. Promieniowanie optyczne pochodzące ze źródeł sztucznego promieniowania optycznego może spowodować eksplozję lub pożar. Dotyczy to w szczególności laserów klasy 4, ale należy o tym pamiętać również w przypadku innych źródeł, w szczególności w otoczeniach, w których mogą występować środki łatwopalne i wybuchowe.
f) istnienie wyposażenia zastępczego, przeznaczonego do ograniczenia poziomów narażenia na promieniowanie optyczne;	Zaleca się, aby rozważyć to rozwiązanie, jeżeli możliwe jest narażenie pracowników na sztuczne promieniowanie optyczne przekraczające wartości graniczne narażenia.
g) odpowiednie informacje uzyskane w wyniku profilaktycznych badań lekarskich, w tym, w miarę możliwości, informacje opublikowane;	Informacje te mogą pochodzić od organizacji pracodawcy, od grup reprezentujących dany przemysł lub od międzynarodowych organizacji, takich jak Światowa Organizacja Zdrowia i Międzynarodowa Komisja Ochrony przed Promieniowaniem Niejonizującym.
h) wielorakie źródła narażenia na sztuczne promieniowanie optyczne;	Na podstawie informacji otrzymanych w a) i b) można określić część granicznej wartości narażenia, którą będzie wytwarzać każde źródło sztucznego promieniowania optycznego. Uprozczone podejście polega na uwzględnieniu tego faktu w odniesieniu do liczby źródeł narażenia pracowników i dodaniu tych części. Jeżeli suma jest mniejsza niż jeden, mało prawdopodobne jest, aby wartości graniczne narażenia zostały przekroczone. Jeżeli suma przekracza jeden, konieczna jest bardziej szczegółowa ocena.
i) klasyfikację zastosowaną dla lasera, określoną zgodnie z odpowiednią normą Cenelec oraz, w odniesieniu do każdego sztucznego źródła, co do którego istnieje prawdopodobieństwo spowodowania uszkodzenia podobnego do tego, jakie może spowodować laser klasy 3B lub 4, każdą podobną klasyfikację;	Urządzenia laserowe klasy 3B i klasy 4 emitują dostępne promieniowanie laserowe, które może doprowadzić do przekroczenia wartości granicznych narażenia. W pewnych warunkach oceny mogą jednak wymagać również lasery należące do klas mniejszego zagrożenia. Norma EN 62471 przypisuje nielaserowe sztuczne promieniowanie optyczne do innego systemu klasyfikacji. Urządzenia należące do grupy ryzyka 3 należy oceniać, ale uwagę należy zwrócić również na scenariusze narażenia w przypadku grup mniejszego ryzyka.
j) informacje dostarczone przez producentów źródeł promieniowania optycznego i związanego z nimi wyposażenia roboczego, zgodnie z odpowiednimi dyrektywami wspólnotowymi.	Pracodawcy powinni żądać odpowiednich informacji od producentów oraz od dostawców źródeł sztucznego promieniowania optycznego i produktów, aby móc przeprowadzać ocenę, której wymaga Dyrektywa. Zaleca się, aby dostępność takich informacji stanowiła podstawę polityki zamówień publicznych.

4.2. Artykuł 5 – Przepisy mające na celu unikanie lub ograniczanie ryzyka

Ważne jest, aby uznać, że w przeciwieństwie do wielu innych zagrożeń ograniczenie poziomu sztucznego promieniowania optycznego poniżej pewnego poziomu może w rzeczywistości zwiększyć ryzyko urazu. Oczywiście przykładem jest oświetlenie przestrzenne. Lampki kontrolne i sygnalizujące muszą emitować odpowiedni poziom promieniowania optycznego, aby spełniały swoje zadanie. Zatem art. 5 koncentruje się na unikaniu lub ograniczaniu ryzyka. Zastosowane podejście jest podobne do podejścia dyrektywy 89/391/EWG, a zasady te są dodatkowo omówione w rozdziale 9 niniejszego przewodnika.

4.3. Artykuł 6 – Informowanie i szkolenie pracowników

Wymagania zawarte w art. 6 są podobne do wymagań zawartych w dyrektywie 89/391/EWG. Ważne jest postrzeganie ryzyka z perspektywy czasu. Pracownicy powinni być świadomi faktu, że wiele źródeł sztucznego promieniowania optycznego w ich miejscu pracy nie stanowi ryzyka dla ich zdrowia, a w istocie wiele z nich przyczynia się do ich dobrego samopoczucia. Jeżeli jednak ryzyko zostało określone, należy zapewnić odpowiednie informacje i szkolenie. Zagadnienie to jest omówione w rozdziale 9.

4.4. Artykuł 7 – Konsultacje i udział pracowników

Artykuł ten odnosi się do wymagań zgodnych z wymaganiami zawartymi w dyrektywie 89/391/EWG.

4.5. Artykuł 8 – Profilaktyczne badania lekarskie

Artykuł 8 bazuje na wymaganiach zawartych w dyrektywie 89/391/EWG. Wiele konkretnych szczegółów może zależeć od systemów istniejących w państwach członkowskich. Niektóre wytyczne dotyczące kontroli warunków zdrowotnych zawarto w rozdziale 11 niniejszego przewodnika.

4.6. Podsumowanie

Wiele wymagań zawartych w Dyrektywie zostało już uwzględnionych w innych dyrektywach, w szczególności w dyrektywie 89/391/EWG (zob. załącznik E). Szczegółowe wytyczne dotyczące sposobu, w jaki należy przestrzegać artykułów Dyrektywy, zawarto w rozdziałach niniejszego przewodnika.

5. Stosowanie wartości granicznych narażenia

Załączniki I i II Dyrektywy określają wartości graniczne narażenia dla promieniowania optycznego niekoherentnego (nielaserowego) i promieniowania laserowego. Te wartości graniczne narażenia uwzględniają efektywność biologiczną promieniowania optycznego w przypadku wywoływania urazów przy różnych długościach fali, czas trwania narażenia na promieniowanie optyczne i tkankę docelową. Wartości graniczne wynikają z wytycznych opublikowanych przez Międzynarodową Komisję Ochrony przed Promieniowaniem Niejonizującym (ICNIRP). Dodatkowe informacje dotyczące podstaw wyznaczenia wartości granicznych można znaleźć w wytycznych dostępnych na stronie internetowej <http://www.icnirp.org> (zob. odesłania). Należy zauważyć, że wytyczne mogą zostać zmienione przez ICNIRP: jeżeli tak się stanie, wartości graniczne narażenia zawarte w Dyrektywie mogą zostać zmienione.

Podobne, ale nie identyczne, wartości graniczne narażenia zostały również opublikowane przez Amerykańską Konferencję Rządowych Przemysłowych Służb Medycznych (ACGIH).

Zanim zostanie wybrana odpowiednia wartość graniczna narażenia niezbędna jest znajomość zakresu długości fali promieniowania optycznego. Należy zauważyć, że dla danego zakresu długości fal mogą mieć zastosowanie co najmniej dwie wartości graniczne narażenia. Zasadniczo łatwiej jest określić wartości graniczne w przypadku promieniowania laserowego, ponieważ emitowane światło ma jedną długość fali. W przypadku urządzeń laserowych, które emitują promieniowanie laserowe co najmniej o dwóch długościach fali, lub w przypadku scenariuszy narażenia obejmujących wielorakie źródła, może być jednak konieczne uwzględnienie dodatkowych skutków.

Pełne analizy narażenia pracowników i porównanie z wartościami granicznymi narażenia mogą być złożone i wykraczać poza zakres niniejszego przewodnika. Informacje przedstawione poniżej mają zapewnić pracodawcom wytyczne, czy szukać dalszej pomocy.

5.1. Wartości graniczne narażenia na promieniowanie laserowe

System klasyfikacji laserów (zob. rozdział 8.1.1) zawiera wytyczne dla użytkowników dotyczące rozmiaru zagrożenia związanego z wiązką laserową ocenionego w szczególnych warunkach pomiaru. Urządzenia laserowe klasy 1 powinny być bezpieczne w trakcie normalnego użytkowania i w związku z tym nie powinny wymagać dodatkowej oceny. Oceny wymaga się jednak, jeżeli urządzenie laserowe klasy 1 jest utrzymywane lub konserwowane w przypadku, gdy urządzenie ma wbudowany laser wyższej klasy. Jeżeli nie dostarczono informacji świadczących o czymś innym, pracodawcy powinni przyjąć, że wiązki laserowe pochodzące z laserów klasy 3B i klasy 4 stanowią ryzyko urazu oka. Lasery klasy 4 stanowią również ryzyko obrażeń skóry.

Jeżeli stosowane są lasery klasy 3B i klasy 4, powinna zostać wyznaczona właściwa osoba, taka jak osoba odpowiedzialna za bezpieczeństwo w zakresie laserów.

Urządzenie laserowe zalicza się do klasy 2, jeżeli wartość graniczna narażenia nie zostaje przekroczona w przypadku przypadkowego narażenia przez okres czasu nie przekraczający 0,25 s. Jeżeli stosowanie produktu oznacza, że oczy pracownika mogą być ciągle narażone na działanie wiązki lasera, należy przeprowadzić szczegółową ocenę w celu określenia, czy wartość graniczna narażenia może zostać przekroczona.

Lasery klasy 1M, klasy 2M i klasy 3R powinny być ocenione w celu określenia prawdopodobnych scenariuszy narażenia.

Wartości graniczne narażenia przedstawiono w załączniku II Dyrektywy, który został zamieszczony w załączniku L niniejszego przewodnika. Wartości graniczne narażenia są wyrażone jako natężenie napromieniowania (w watach na metr kwadratowy, $W m^{-2}$) lub dawka napromieniowania (w dżulach na metr kwadratowy, $J m^{-2}$).

Narażenie na natężenie napromieniowania lub dawkę napromieniowania z wiązki laserowej powinno zostać uśrednione w obrębie apertury, zwanej aperturą ograniczającą, przy obliczaniu natężenia napromieniowania lub dawki napromieniowania, jak określono w tabelach 2.2, 2.3 i 2.4 załącznika II Dyrektywy.

W celu znalezienia właściwej tabeli wartości granicznej narażenia:

Narażenie oka – krótki czas trwania (< 10 s) – tabela 2.2

Narażenie oka – 10 s lub więcej – tabela 2.3

Narażenie skóry – tabela 2.4

Określenie czasu narażenia zależy od tego, czy narażenie jest przypadkowe czy zamierzone. W przypadku przypadkowego narażenia zasadniczo przyjmuje się 0,25 s dla wiązek laserowych o długości fal od 400 nm do 700 nm oraz 10 s lub 100 s dla wszystkich innych długości fal, jeżeli narażonym organem jest oko. Jeżeli narażona jest tylko skóra, uzasadnione byłoby stosowanie 10 s lub 100 s dla wszystkich długości fal.

Możliwe jest obliczenie maksymalnej mocy przenikającej przez wspomnianą aperturę dla tych czasów trwania narażenia, zanim zostanie przekroczona wartość graniczna narażenia. Wyniki takich obliczeń przedstawiono poniżej dla przypadku narażenia oka na falę ciągłą wiązki laserowej z niewielkiego źródła.

Zakres długości fal (nm)	Apertura ograniczająca (mm)	Czas trwania narażenia (s)	Wartość graniczna narażenia ($W m^{-2}$)	Maksymalna moc wiązki przechodzącej przez aperturę (W)	Maksymalna moc wiązki przechodzącej przez aperturę (mW)
180 do 302,5	1	10	3,0	0,0000024	0,0024
$\geq 302,5$ do 315	1	10	3,16 do 1000	0,0000025 do 0,000 79	0,0025 do 0,79
305	1	10	10	0,0000079	0,0079
308	1	10	39,8	0,000031	0,031
310	1	10	100	0,000079	0,079
312	1	10	251	0,00020	0,20
≥ 315 do 400	1	10	1000	0,00079	0,79
≥ 400 do 450	7	0,25	25,4	0,00098	0,98
≥ 450 do 500	7	0,25	25,4	0,00098	0,98
≥ 500 do 700	7	0,25	25,4	0,00098	0,98
≥ 700 do 1050	7	10	10 do 50	0,00039 do 0,0019	0,39 do 1,9
750	7	10	12,5	0,00049	0,49
800	7	10	15,8	0,00061	0,61
850	7	10	19,9	0,00077	0,77
900	7	10	25,1	0,00097	0,97
950	7	10	31,6	0,0012	1,2
1000	7	10	39,8	0,0015	1,5
≥ 1050 do 1400	7	10	50 do 400	0,0019 do 0,015	1,9 do 15
≥ 1050 do 1150	7	10	50	0,0019	1,9
1170	7	10	114	0,0044	4,4
1190	7	10	262	0,010	10
≥ 1200 do 1400	7	10	400	0,015	15
≥ 1400 do 1500	3,5	10	1000	0,0096	9,6
≥ 1500 do 1800	3,5	10	1000	0,0096	9,6
≥ 1800 do 2600	3,5	10	1000	0,0096	9,6
≥ 2600 do 10^5	3,5	10	1000	0,0096	9,6
$\geq 10^5$ do 10^6	11	10	1000	0,095	95

Dodatkowe wytyczne w sprawie oceny wartości granicznych narażenia są dostępne w normie IEC TR 60825-14. Należy zauważyć, że w dokumencie tym stosuje się termin

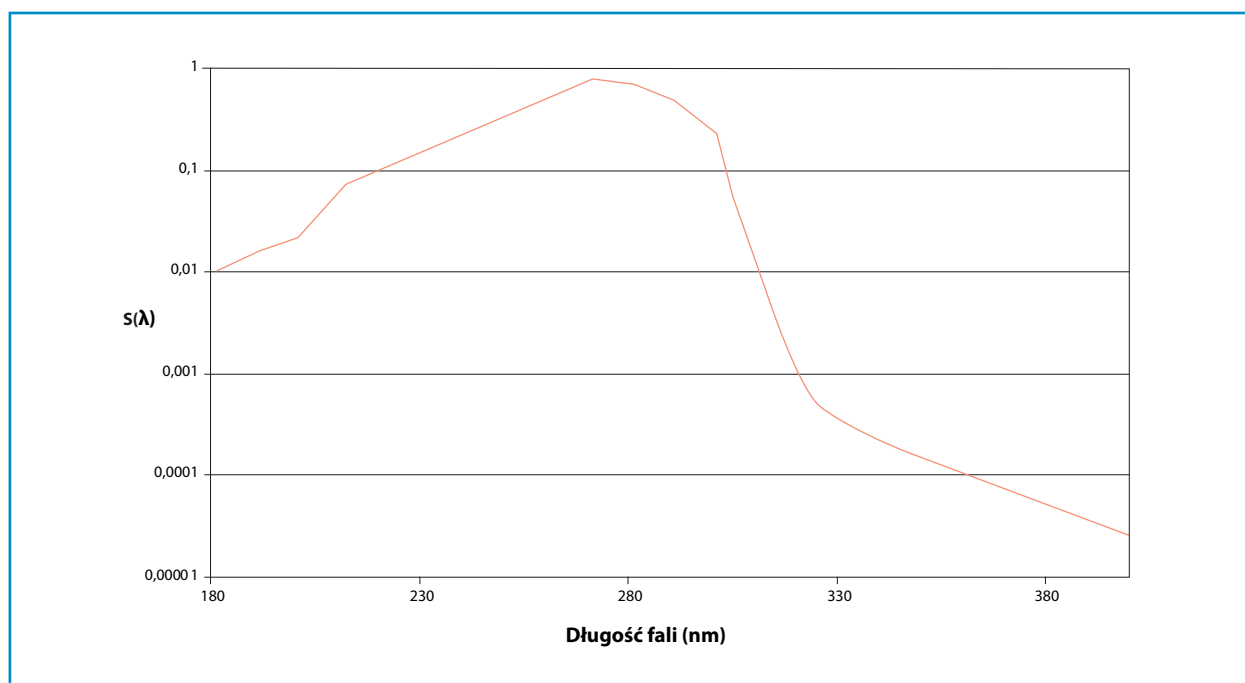
„maksymalne dopuszczalne narażenie” (MDN) zamiast „wartości granicznej narażenia”.

5.2. Promieniowanie optyczne niekoherentne (nielaserowe)

Stosowanie wartości granicznych narażenia w przypadku promieniowania optycznego niekoherentnego (nielaserowego) jest zazwyczaj bardziej złożone niż w przypadku promieniowania laserowego. Wynika to stąd, że pracownik jest potencjalnie narażony na działanie światła o pewnym zakresie długości fal, a nie światła o pojedynczej długości fali. Możliwe jest jednak stworzenie pewnej liczby uproszczonych skrajnie niekorzystnych scenariuszy w celu stwierdzenia, czy wymagana jest bardziej szczegółowa ocena.

W tabelach 1.2 i 1.3 załącznika I Dyrektywy przedstawiono trzy bezwymiarowe zmienne czynniki. Funkcja rozkładu $S(\lambda)$ ma zastosowanie do długości fali od 180 nm do 400 nm i jest wykorzystywana do modyfikacji parametrów widmowego natężenia napromieniowania lub widmowej dawki napromieniowania w celu uwzględnienia niekorzystnych dla zdrowia skutków dla oka i skóry w zależności od długości fali. W przypadku zastosowania funkcji rozkładu, otrzymane dane zazwyczaj nazywa się skutecznym natężeniem napromieniowania lub skuteczną dawką napromieniowania.

Wykres 5.1. Funkcja rozkładu $S(\lambda)$



Wartość szczytowa $S(\lambda)$ dla 270 nm wynosi 1,0. Proste podejście polega na założeniu, że całość emisji zawartej w granicach między 180 nm a 400 nm następuje przy długości fali 270 nm (ponieważ funkcja $S(\lambda)$ osiąga maksymalną wartość 1, oznacza to po prostu całkowite pominięcie funkcji). Ponieważ wartość graniczną narażenia wyraża się w jednostkach napromieniowania (J m^{-2}), jeżeli natężenie napromieniowania źródła jest znane, można zastosować poniższą tabelę, aby poznać maksymalny

czas, przez jaki pracownik może być narażony, o ile nie przekracza wartości granicznej narażenia ustalonej na poziomie 30 J m^{-2} .

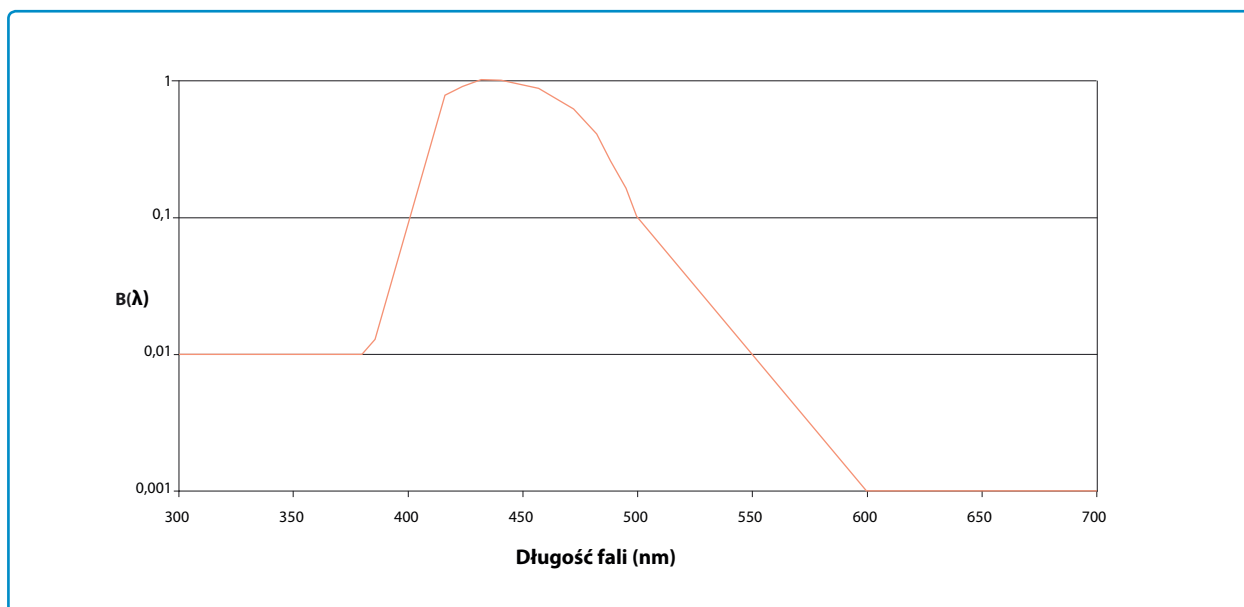
Jeżeli czas nie został przekroczony przy założeniu, że cała emisja następuje przy długości fali 270 nm, nie ma potrzeby dokonywania żadnej dodatkowej oceny. Jeżeli wartość graniczna narażenia zostaje przekroczona, konieczna jest bardziej szczegółowa ocena widma.

Czas trwania narażenia w ciągu 8-godzinnego dnia pracy	Natężenie napromieniowania (skuteczne) – $W\ m^{-2}$
8 godzin	0,001
4 godziny	0,002
2 godziny	0,004
1 godzina	0,008
30 minut	0,017
15 minut	0,033
10 minut	0,05
5 minut	0,1
1 minuta	0,5
30 sekund	1,0
10 sekund	3,0
1 sekunda	30
0,5 sekundy	60
0,1 sekundy	300

Czynnik $B(\lambda)$ zastosowano do długości fali od 300 nm do 700 nm, aby przedstawić ryzyko uszkodzenia oka

w zależności od długości fali. Zależność od długości fali przedstawiono na poniższym wykresie.

Wykres 5.2. Funkcja rozkładu $B(\lambda)$

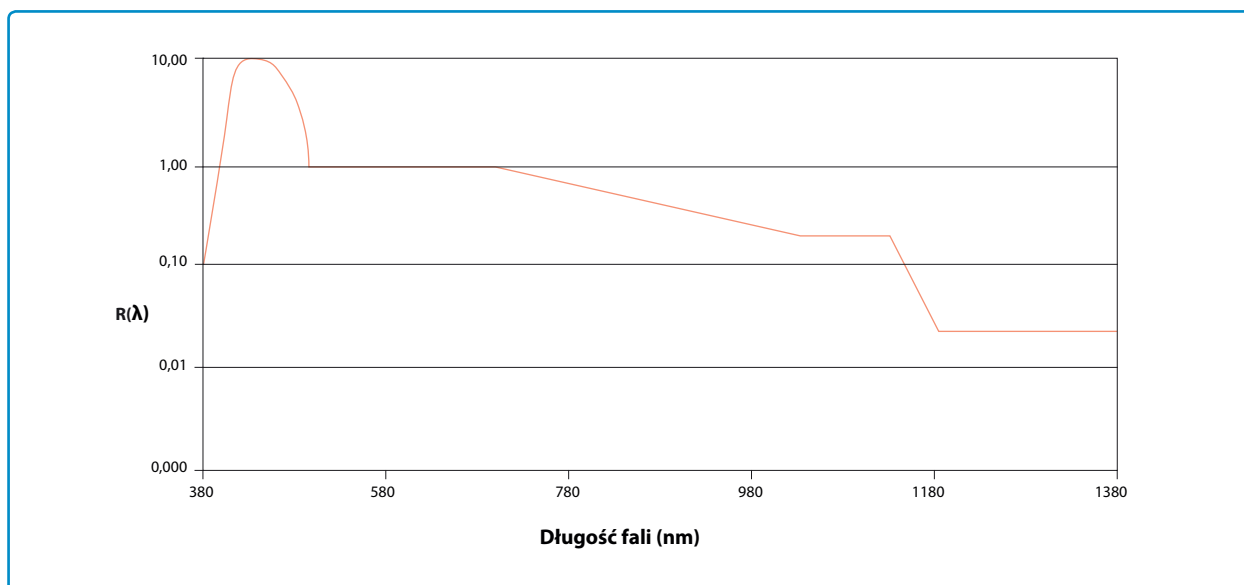


Wartość szczytowa czynnika rozkładu dla długości fali od 435 nm do 440 nm wynosi 1,0. Jeżeli wartość graniczna narażenia nie została przekroczona przy założeniu, że całość emisji między 300 nm a 700 nm następuje przy długości fali ok. 440 nm (ponieważ funkcja $B(\lambda)$ osiąga maksymalną wartość 1, oznacza to po prostu całkowite

pominięcie funkcji), nie zostanie też przekroczona, kiedy zostanie przeprowadzona bardziej szczegółowa ocena.

Czynnik rozkładu $R(\lambda)$ określono dla długości fali od 380 nm do 1400 nm i przedstawiono na poniższym wykresie.

Wykres 5.3. Funkcja rozkładu $R(\lambda)$



Wartość szczytowa $R(\lambda)$ występuje dla długości fali od 435 nm do 440 nm. Jeżeli wartość graniczna narażenia nie została przekroczona przy założeniu, że całość emisji między 380 nm a 1400 nm następuje przy długości fali ok. 440 nm (ponieważ funkcja $R(\lambda)$ osiąga maksymalną wartość 10, oznacza to pomnożenie wszystkich nieważonych wartości przez 10), nie zostanie też przekroczona, kiedy zostanie przeprowadzona bardziej szczegółowa ocena.

Tabela 1.1 w załączniku I Dyrektywy zawiera wartości graniczne narażenia dla różnych długości fali. W niektórych zakresach długości fali zastosowania mają co najmniej dwie wartości graniczne narażenia. Nie należy przekraczać żadnej z odpowiednich wartości granicznych narażenia.

5.3. Źródła

Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (Incoherent Optical Radiation), *Health Physics* 87 (2): s. 171–186, 2004.

Revision of the Guidelines on limits of exposure to laser radiation of wavelengths between 400 nm and 1.4 μm , *Health Physics* 79 (4): s. 431–440, 2000.

Guidelines on limits of exposure to broadband incoherent optical radiation (0.38 to 3 μm), *Health Physics* 73 (3): s. 539–554, 1997.

Guidelines on UV radiation exposure Limits, *Health Physics* 71 (6): s. 978, 1996.

Guidelines on limits of exposure to laser radiation of wavelengths between 180 nm and 1 mm, *Health Physics* 71 (5): s. 804–819, 1996.

6. Ocena ryzyka na podstawie Dyrektywy

Ocena ryzyka stanowi ogólny wymóg zawarty w dyrektywie 89/391/EWG. Podejście tu przedstawione opiera się na podejściu „krok po kroku” Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy do oceny ryzyka:

Podejście „krok po kroku” do oceny ryzyka

Krok 1. Określenie zagrożeń i osób zagrożonych

Krok 2. Ocena rodzajów ryzyka oraz ich uszeregowanie pod względem ważności

Krok 3. Wybór działania zapobiegawczego

Krok 4. Podjęcie działania

Krok 5. Monitorowanie i dokonanie przeglądów

Pełna ocena ryzyka musi uwzględnić wszystkie zagrożenia związane z pracą. Jednakże na potrzeby Dyrektywy w niniejszym przewodniku zostaną ocenione jedynie zagrożenia związane z promieniowaniem optycznym. W przypadku niektórych zastosowań producent dostarczy odpowiednie informacje pozwalające stwierdzić, że odpowiednio zarządza się ryzykiem. W związku z tym ocena ryzyka nie będzie szczególnie uciążliwa. O ile prawodawstwo krajowe tego nie wymaga, oceny ryzyka nie trzeba dokumentować na piśmie w przypadku źródeł nieistotnych. Pracodawcy mogą jednak zdecydować o sporządzeniu dokumentacji w celu wykazania, że ocena została przeprowadzona.

6.1. Krok 1. Określenie zagrożeń i osób zagrożonych

Należy ustalić wszystkie źródła promieniowania optycznego. Niektóre źródła są zamknięte w urządzeniach, co sprawia, że narażenie pracownika nie jest możliwe podczas normalnego stosowania. Niezbędne może być jednak rozważenie, w jaki sposób pracownicy mogą zostać narażeni w ciągu całego cyklu życia źródła. Jeżeli pracownicy produkują urządzenia wytwarzające promieniowanie optyczne, mogą być bardziej narażeni niż ich użytkownicy. Typowy cykl życia urządzenia wytwarzającego promieniowanie optyczne jest następujący:

Cykl życia produktu

1. Produkcja
2. Badania
3. Montaż
4. Planowanie i projekt
5. Uruchomienie
6. Normalne działanie
7. Tryby awaryjne
8. Bieżąca konserwacja
9. Serwisowanie
10. Zmiany
11. Demontaż

Zazwyczaj narażenie na promieniowanie optyczne występuje, kiedy urządzenie działa. Etapy 1–3 mogą występować w pomieszczeniach pracodawcy. Etapy 4–10 zazwyczaj mają miejsce w normalnym miejscu pracy. Należy również zwrócić uwagę, że niektóre etapy cyklu życia są rzeczywiście cykliczne. Na przykład element wyposażenia roboczego może wymagać bieżącej konserwacji raz na tydzień: serwisowanie może odbywać się co sześć miesięcy. Po każdym serwisowaniu może istnieć konieczność jakiegoś ponownego rozruchu. W innych przypadkach element wyposażenia roboczego jest na etapie „normalnego działania”.

Pracodawca powinien stwierdzić, które grupy pracowników lub wykonawców mogą być narażone na promieniowanie optyczne na każdym etapie cyklu życia.

Krok 1

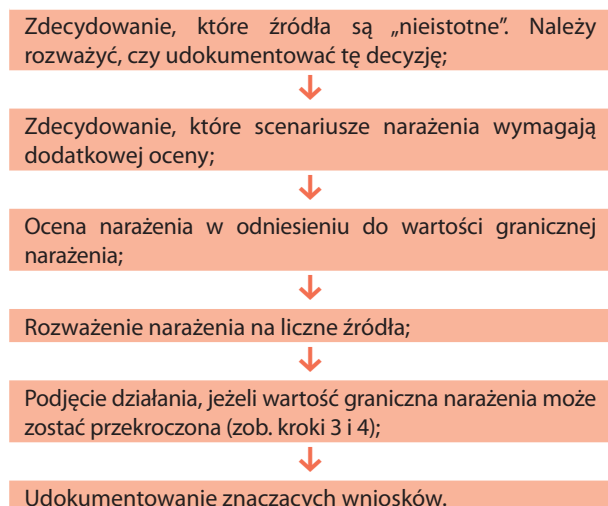
Odniesienie wszystkich prawdopodobnych źródeł narażenia na sztuczne promieniowanie optyczne i ustalenie, kto może być narażony.

6.2. Krok 2. Ocena rodzajów ryzyka oraz ich uszeregowanie pod względem ważności

Dyrektywa wymaga, aby narażenie pracowników na promieniowanie optyczne nie przekraczało wartości granicznych narażenia podanych w załącznikach I i II Dyrektywy. Wiele źródeł promieniowania optycznego w miejscu pracy jest nieistotne. Załącznik D niniejszego przewodnika zawiera wytyczne dotyczące kilku szczególnych zastosowań. Ocena, czy źródło jest nieistotne, będzie również wymagała uwzględnienia liczby źródeł, na których działanie może być narażony pracownik. W przypadku pojedynczego źródła, jeżeli narażenie w miejscu, w którym znajduje się pracownik, wynosi mniej niż 20% wartości granicznej narażenia przez cały dzień roboczy, można je uznać za nieistotne. Jeżeli jednak jest 10 takich źródeł, narażenie na działanie każdego źródła będzie musiało wynosić mniej niż 2% wartości granicznej narażenia, aby można je było uznać za nieistotne.

Należy podkreślić, że Dyrektywa wymaga usunięcia „zagrożeń” lub ograniczenia ich do minimum. Niekończenie oznacza to, że ilość promieniowania optycznego należy ograniczyć do minimum. Oczywiście wyłączenie wszystkich światel zagrozi bezpieczeństwu i zwiększy ryzyko uszkodzenia.

Podejście do oceny ryzyka jest następujące:



Określenie ryzyka narażenia, tj. prawdopodobieństwa narażenia, może nie być oczywiste. Dobrze skolimowana wiązka laserowa może występować w miejscu pracy, a ryzyko narażenia na działanie wiązki laserowej może

być niewielkie. Jeżeli jednak dojdzie do narażenia, konsekwencje mogą być ogromne. Natomiast ryzyko narażenia na promieniowanie optyczne pochodzące z wielu źródeł sztucznego promieniowania niekoherentnego (nielaserowego) może być wysokie, ale konsekwencje mogą być niewielkie.

W przypadku większości miejsc pracy wymóg zmierzenia ryzyka narażenia, poza „zdroworozsądkowym” przypisaniem wysokiego, średniego lub niskiego prawdopodobieństwa narażenia, nie jest uzasadniony.

Dyrektywa nie podaje definicji terminu „prawdopodobnie” w kontekście „prawdopodobnie może być narażony”. Dlatego też właściwe jest zachowanie zdrowego rozsądku, o ile wymagania krajowe nie stanowią inaczej.

Krok 2

Rozważenie, czy udokumentować źródła nieistotne.

Udokumentowanie źródeł, w przypadku których istnieje ryzyko przekroczenia wartości granicznej narażenia.

Ocena ryzyka.

Rozważenie, którzy pracownicy mogą być szczególnie wrażliwi na światło.

Uszeregowanie środków kontroli pod względem ważności w przypadku źródeł, które mogą narażać pracowników na promieniowanie przekraczające wartość graniczną narażenia.

Chociaż wartości graniczne narażenia w przypadku promieniowania nadfioletowego można stosować w celu określenia maksymalnego natężenia napromieniowania, na które pracownik może być narażony w ciągu dnia pracy, takie powtarzające się narażenie każdego dnia roboczego jest niewskazane. Zamiast ustalać wartość graniczną narażenia należy raczej rozważyć obniżenie narażenia na promieniowanie nadfioletowe do możliwie jak najniższych wartości.

6.3. Krok 3. Wybór działania zapobiegawczego

Rozdział 9 niniejszego przewodnika zawiera wytyczne dotyczące środków kontroli, które można zastosować w celu ograniczenia ryzyka narażenia na sztuczne promieniowanie optyczne. Na ogół zamiast ochrony indywidualnej preferowana jest ochrona zbiorowa.

Krok 3

Wybór właściwego działania zapobiegawczego.

Udokumentowanie uzasadnienia tego wyboru.

niniejszego przewodnika). Konieczna może się okazać zmiana źródła (źródeł) sztucznego promieniowania optycznego lub innego rodzaju dostosowanie metod pracy.

Krok 5

Określenie właściwego odstępu czasu dla bieżących przeglądów – może 12 miesięcy.

Zapewnienie dokonywania przeglądów przy okazji zmiany sytuacji, takiej jak wprowadzenie nowych źródeł, zmiana metod pracy lub wystąpienie niepomyślnych zdarzeń.

Udokumentowanie przeglądów i wniosków.

6.4. Krok 4. Podjęcie działania

Konieczne jest wdrożenie działania zapobiegawczego. Ocena ryzyka wynikającego z narażenia na sztuczne promieniowanie optyczne pozwoli ustalić, czy pracę można kontynuować z zachowaniem ostrożności do momentu wprowadzenia środków zapobiegawczych, czy należy ją przerwać do momentu ich wprowadzenia.

Krok 4

Decyzja, czy pracę można kontynuować.

Wdrożenie działania zapobiegawczego.

Poinformowanie pracowników o powodzie wdrożenia działania zapobiegawczego.

6.6. Źródła

Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy:
<http://osha.europa.eu/en/topics/riskassessment>

6.5. Krok 5. Monitorowanie i dokonanie przeglądów

Ważne jest określenie, czy ocena ryzyka była skuteczna i czy środki zapobiegawcze są właściwe. Należy również dokonać przeglądu oceny ryzyka, jeżeli zmieniają się źródła sztucznego promieniowania optycznego lub zmieniają się metody pracy.

Pracownicy niekoniecznie muszą wiedzieć, że są wrażliwi na światło, lub mogą stać się wrażliwi na światło po sporządzeniu oceny ryzyka. Wszystkie roszczenia należy udokumentować, a w stosownych przypadkach zastosować kontrolę warunków zdrowotnych (zob. rozdział 11

7. Pomiar promieniowania optycznego

7.1. Wymagania zawarte w Dyrektywie

Pomiar promieniowania optycznego może być przeprowadzany jako część oceny ryzyka. Wymagania dotyczące oceny ryzyka określono w Dyrektywie w art. 4. Stanowi on, że:

„(...) pracodawca, w przypadku pracowników narażonych na promieniowanie optyczne emitowane przez sztuczne źródła, ocenia i, jeżeli to konieczne, dokonuje pomiaru lub obliczeń poziomów ekspozycji na promieniowanie optyczne, na jakie mogą być narażeni pracownicy (...).”

Stwierdzenie to umożliwia pracodawcy określenie poziomu narażenia pracowników za pomocą środków innych niż pomiar, tj. drogą obliczeń (przy zastosowaniu danych dostarczonych przez osoby trzecie, takie jak producent).

Jeżeli możliwe jest uzyskanie danych właściwych dla potrzeb oceny ryzyka, pomiar nie jest konieczny. Jest to pożądana sytuacja: pomiar promieniowania optycznego w miejscu pracy jest zadaniem złożonym. Urządzenia pomiarowe mogą być stosunkowo drogie i mogą być stosowane we właściwy sposób jedynie przez wykwalifikowaną osobę. Niedoświadczony użytkownik może z łatwością popełnić błędy, które doprowadzą do otrzymania bardzo niedokładnych danych. Często konieczne będzie również zebranie danych dotyczących czasu i ruchu w przypadku zadań w miejscu pracy stanowiących przedmiot oceny ryzyka.

7.2. Szukanie dodatkowej pomocy

O ile pracodawca nie zamierza zakupić urządzeń służących do pomiaru promieniowania optycznego, ani nie posiada fachowej wiedzy na temat ich stosowania, pomoc jest konieczna. Wymagane urządzenia pomiarowe

są dostępne (wraz z fachową wiedzą dotyczącą ich stosowania) w:

- krajowych instytucjach bezpieczeństwa i ochrony zdrowia,
- instytucjach badawczych (takich jak uniwersytety z wydziałami optyki),
- zakładach produkujących urządzenia służące do pomiaru optycznego (i ewentualnie u ich przedstawicieli),
- specjalistycznych prywatnych firmach świadczących usługi doradcze w zakresie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia.

Zwracając się do któregośkolwiek z tych potencjalnych źródeł pomocy, należy pamiętać, że powinny one być w stanie wykazać się:

- znajomością wartości granicznych narażenia i ich stosowania,
- posiadaniem urządzeń mierzących wszystkie przedmiotowe zakresy długości fali,
- doświadczeniem w stosowaniu tych urządzeń,
- metodą kalibrowania urządzeń zgodnie z niektórymi krajowymi normami,
- umiejętnością oceny niepewności wszelkich dokonanych pomiarów.

O ile nie zostaną spełnione wszystkie te kryteria, może zdarzyć się, że ocena ryzyka będzie błędna, ponieważ:

- nie zostały zastosowane poprawne wartości graniczne lub nie zostały one zastosowane we właściwy sposób,
- nie zebrano danych, które można porównać ze wszystkimi obowiązującymi wartościami granicznymi,
- wystąpiły poważne błędy w wartościach liczbowych danych,
- danych nie można porównać z właściwymi wartościami granicznymi w celu uzyskania jednoznacznego wniosku.

8. Wykorzystanie danych dostarczonych przez producentów

W związku z dużą różnorodnością źródeł emitujących promieniowanie optyczne rodzaje ryzyka wynikające z ich stosowania znacznie się różnią. Dane dostarczone przez producentów urządzeń emitujących promieniowanie optyczne powinny być pomocne dla użytkowników w ocenie i określeniu wymaganych środków kontroli. W szczególności klasyfikacja bezpieczeństwa urządzeń laserowych i nielaserowych oraz odległości niebezpiecznych może być bardzo przydatna w przeprowadzaniu oceny ryzyka.

8.1. Klasyfikacja bezpieczeństwa

Systemy klasyfikacji źródeł laserowych i nielaserowych określają potencjalne ryzyko wystąpienia skutków niekorzystnych dla zdrowia. W zależności od warunków stosowania, czasu narażenia lub środowiska, ryzyko to może, ale nie musi, prowadzić do skutków niekorzystnych dla zdrowia. Dzięki klasyfikacji użytkownicy mogą dobrać odpowiednie środki kontrolne w celu zminimalizowania tego ryzyka.

8.1.1. Klasyfikacja bezpieczeństwa laserów

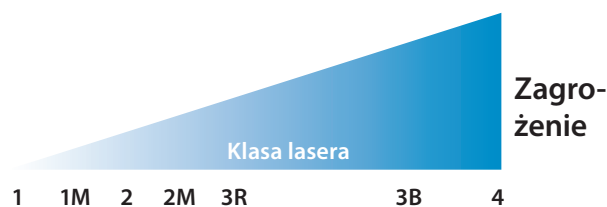
Klasyfikacja laserów oparta jest na koncepcji dostępnych wartości granicznych emisji, które określa się dla każdej klasy laserów. Dostępna wartość graniczna emisji uwzględnia nie tylko moc urządzenia laserowego, ale ewentualny dostęp człowieka do emisji laserowej. Lasery dzieli się na 7 klas: im wyższa klasa, tym większa możliwość spowodowania obrażeń. Ryzyko mogłoby zostać znacznie ograniczone przez dodatkowe środki ochrony użytkowników, w tym dodatkowe techniczne środki kontroli, takie jak obudowy.

Warto zapamiętać

„M” w klasie 1M i w klasie 2M pochodzi od *Magnifying optical viewing instruments* (z ang. powiększających urządzeń optycznych).

„R” w klasie 3R pochodzi od *Reduced* (ograniczonych) lub *Relaxed* (rozluźnionych) wymagań: wymagań ograniczonych zarówno w przypadku producenta (np. nie wymaga się wyłączników, przesłon lub tłumików wiązki i blokad), jak i użytkownika.

„B” w przypadku klasy 3B ma źródło historyczne.



8.1.1.1. Klasa 1

Urządzenia laserowe uznawane za bezpieczne podczas stosowania, w tym podczas długotrwałego bezpośredniego patrzenia w wiązkę, nawet jeżeli stosuje się urządzenia optyczne (lupy lub lornetki). Użytkownicy urządzeń laserowych klasy 1 są zazwyczaj zwolnieni z kontroli zagrożenia promieniowaniem optycznym podczas normalnego działania. Podczas konserwacji lub serwisowania może nastąpić kontakt z wyższym poziomem promieniowania.

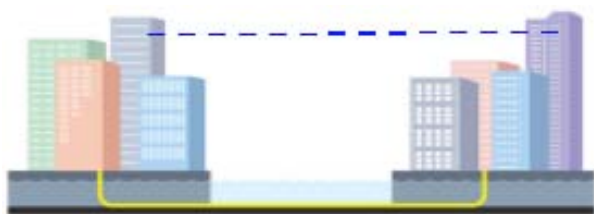


Do tej klasy należą produkty, które są wyposażone w lasery wysokiej mocy w obudowie chroniącej człowieka przed narażeniem na promieniowanie, której nie można otworzyć bez wyłączania lasera, lub która wymaga użycia narzędzi w celu uzyskania dostępu do wiązki laserowej:

- drukarki laserowe,
- odtwarzacze i nagrywarki CD i DVD,
- lasery służące do obróbki materiałów.

8.1.1.2. Klasa 1M

Bezpieczna dla gołego oka w możliwych do przewidzenia warunkach działania, ale może być niebezpieczna, jeżeli użytkownik korzysta z urządzeń optycznych (lup lub teleskopów) w obrębie wiązki światła.



Przykład: odłączone systemy transmisji za pomocą włókien światłowodowych.



Patrzeć w widzialną wiązkę pochodzącą z urządzeń laserowych klasy 1 i klasy 1M nadal może wywołać ośnienie, w szczególności w świetle zewnętrznym o małej intensywności.

8.1.1.3. Klasa 2

Urządzenia laserowe, które emitują widzialne promieniowanie i są bezpieczne w przypadku chwilowego narażenia, nawet jeżeli stosuje się urządzenia optyczne, mogą być niebezpieczne w przypadku celowego patrzenia w wiązkę. Urządzenia laserowe klasy 2 nie są z założenia bezpieczne dla oczu, ale za odpowiednią ochronę uznaje się naturalne reakcje obronne, w tym odwrócenie głowy i odruch mrugania.



Przykład: skanery kodów kreskowych.

8.1.1.4. Klasa 2M

Urządzenia laserowe, które emitują widzialne wiązki laserowe i są bezpieczne w przypadku chwilowego narażenia tylko gołego oka; uszkodzenie oka jest możliwe w przypadku narażenia podczas stosowania lup i teleskopów. Ochronę oka zazwyczaj zapewniają reakcje obronne, w tym odruch mrugania.

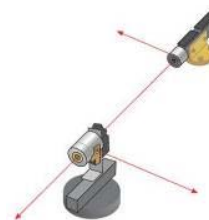


Przykład: niwelatory i poziomice stosowane w inżynierii lądowej.

8.1.1.5. Klasa 3R

Bezpośrednie patrzenie w wiązkę jest potencjalnie niebezpieczne, ale w rzeczywistości ryzyko uszkodzenia w większości przypadków jest względnie niskie przy krótkim i niezamierzonym narażeniu; niebezpieczne może być jednak niewłaściwe stosowanie przez niewyszkolone osoby. Ryzyko jest ograniczone dzięki naturalnym reakcjom obronnym na ekspozycję na jasne światło w zakresie widzialnego promieniowania i dzięki reakcji na ogrzanie rogówki przez promieniowanie podczerwone.

Lasery klasy 3R powinno się stosować jedynie wówczas, gdy skierowanie wiązki bezpośrednio na oko jest mało prawdopodobne.



Przykład: urządzenia geodezyjne, wskaźniki laserowe o wyższej mocy, niwelatory laserowe.

Reakcja obronna nie jest powszechna.



Wiązka światła widzialnego wytwarzana przez urządzenia laserowe klasy 2, klasy 2M lub klasy 3R skierowana na oko może wywołać ośnienie, oślepienie błyskiem i powidoki, w szczególności w świetle zewnętrznym o małej intensywności. Może to mieć bezpośrednie skutki dla ogólnego bezpieczeństwa wynikające z tymczasowego zaburzenia wzroku lub z reakcji spowodowanej zaskoczeniem. Zaburzenia widzenia mogą stanowić szczególny problem, jeżeli wykonuje się czynności istotne pod względem bezpieczeństwa, takie jak obsługa maszyn lub praca na wysokości, obsługa urządzeń pod wysokim napięciem lub prowadzenie pojazdów.

8.1.1.6. Klasa 3B

Niebezpieczna dla oczu, jeżeli są narażone na bezpośrednie działanie wiązki w odległości mniejszej niż odległość niebezpieczna dla wzroku NOHD (nominal ocular hazard distance – zob. 8.2.1). Patrzenie na rozproszone odbicia jest zazwyczaj bezpieczne pod warunkiem, że oko nie znajduje się bliżej niż 13 cm od powierzchni rozpraszania, a czas trwania narażenia jest krótszy niż 10 s. Lasery klasy 3B, które zbliżają się do górnej granicy klasy, mogą



wywołać drobne uszkodzenia skóry lub nawet stwarzać ryzyko zapalenia materiałów łatwopalnych.

Przykład: lasery stosowane w zabiegach fizjoterapeutycznych; urządzenia stosowane w badaniach laboratoryjnych.

8.1.1.7. Klasa 4

Urządzenia laserowe, w przypadku których bezpośrednie padanie wiązki światła na oko lub skórę stwarza zagrożenie w odległości mniejszej niż odległość niebezpieczna

i w przypadku których patrzenie na rozproszone odbicia może stwarzać zagrożenie. Te lasery często stwarzają również zagrożenie pożarowe.

Przykład: wyświetlacze projekcji laserowych, chirurgia laserowa i laserowe cięcie metalu.

Urządzeń laserowych klasy 3B i klasy 4 nie należy stosować bez uprzedniego przeprowadzenia oceny ryzyka w celu określenia ochronnych środków kontroli koniecznych do zapewnienia bezpiecznego działania.

Tabela 8.1. Podsumowanie wymaganych kontroli w przypadku różnych klas bezpieczeństwa laserów

	Klasa 1	Klasa 1M	Klasa 2	Klasa 2M	Klasa 3R	Klasa 3B	Klasa 4
Opis klasy zagrożenia	Bezpieczna w możliwych do przewidzenia warunkach	Bezpieczna dla gołego oka; może być niebezpieczna, jeżeli użytkownik stosuje urządzenia optyczne	Bezpieczna w przypadku krótkiego narażenia; ochronę oka zapewnia reakcja obronna	Bezpieczna w przypadku krótkiego narażenia; może być niebezpieczna, jeżeli użytkownik stosuje urządzenia optyczne	Ryzyko uszkodzenia jest względnie niskie, ale może być niebezpieczna przy niewłaściwym stosowaniu przez niewyszkolone osoby	Bezpośrednie patrzenie jest niebezpieczne	Niebezpieczna dla oka i skóry; zagrożenie pożarowe
Obszar kontrolowany	Niewymagany	Ograniczony lub zamknięty	Niewymagany	Ograniczony lub zamknięty	Zamknięty	Zamknięty i chroniony blokadą	Zamknięty i chroniony blokadą
Najważniejsza kontrola	Niewymagana	Niewymagana	Niewymagana	Niewymagana	Niewymagana	Wymagana	Wymagana
Szkolenie	Postępowanie zgodnie z instrukcjami producenta dotyczącymi bezpiecznego stosowania	Zalecane	Postępowanie zgodnie z instrukcjami producenta dotyczącymi bezpiecznego stosowania	Zalecane	Wymagane	Wymagane	Wymagane
Środki ochrony indywidualnej	Niewymagane	Niewymagane	Niewymagane	Niewymagane	Mogą być wymagane – w zależności od wyników oceny ryzyka	Wymagane	Wymagane
Środki ochronne	Niekonieczne w przypadku normalnego stosowania	Zapobieganie stosowaniu powiększających, skupiających lub kolimacyjnych urządzeń optycznych	Niepatrzenie w wiązkę	Niepatrzenie w wiązkę. Zapobieganie stosowaniu powiększających, skupiających lub kolimacyjnych urządzeń optycznych	Zapobieganie bezpośredniemu narażeniu oka	Zapobieganie narażeniu oka i skóry na działanie wiązki. Ochrona przed niezamierzonymi odbiciami	Zapobieganie narażenia oka i skóry na bezpośrednie i rozproszone odbicia wiązki

Ograniczenia systemu klasyfikacji laserów

Klasyfikacja bezpieczeństwa laserów dotyczy dostępnego promieniowania laserowego – klasyfikacja ta nie uwzględnia dodatkowych zagrożeń, takich jak prąd, promieniowanie uboczne, opary, hałas itd.

Klasyfikacja bezpieczeństwa laserów dotyczy normalnego stosowania urządzenia – może nie mieć zastosowania do konserwacji ani do serwisowania, lub jeżeli oryginalne urządzenie stanowi część złożonej instalacji.

Klasyfikacja bezpieczeństwa laserów dotyczy pojedynczego urządzenia – nie uwzględnia ona skumulowanego narażenia na liczne źródła.

Zagro- żenie

Grupa ryzyka źródła
szerokopasmowego

Spoza
ryzyka Grupa
ryzyka 1 Grupa
ryzyka 2 Grupa
ryzyka 3

W każdej grupie ryzyka ustalono różne kryteria czasowe dla każdego zagrożenia. Kryteria te dobrano tak, aby stosowana wartość graniczna nie została przekroczona w danym czasie.

8.1.2.1. Grupa spoza ryzyka

Bezpośrednie ryzyko promieniowania optycznego nie jest możliwe do przewidzenia, nawet w przypadku ciągłego i nieograniczonego stosowania. Źródła te nie powodują żadnego z następujących zagrożeń fotobiologicznych:

- zagrożenie wywołane promieniowaniem nadfioletowym przez 8-godzinne narażenie,
- zagrożenie wywołane bliskością promieniowania nadfioletowego przez 1000 s,
- zagrożenie siatkówki wywołane „światłem niebieskim” przez 10 000 s,
- zagrożenie termiczne siatkówki przez 10 s,
- zagrożenie dla oka wywołane promieniowaniem podczerwonym przez 1000 s,
- zagrożenie wywołane promieniowaniem podczerwonym bez silnego bodźca wzrokowego przez 1000 s.

Przykład: oświetlenie domowe i biurowe, monitory komputerów, wyświetlacze urządzeń, lampki kontrolne.



8.1.2.2. Grupa ryzyka 1 – niskie ryzyko

Produkty te są bezpieczne w przypadku większości zastosowań, z wyjątkiem długotrwałego narażenia, podczas którego możliwe jest bezpośrednie narażenie oczu. Źródła te nie powodują żadnego z następujących zagrożeń w związku z normalnymi ograniczeniami behawioralnymi w razie narażenia:

- zagrożenie wywołane promieniowaniem nadfioletowym przez 10 000 s,
- zagrożenie wywołane bliskością promieniowania nadfioletowego przez 300 s,
- zagrożenie siatkówki wywołane „światłem niebieskim” przez 100 s,
- zagrożenie dla oka wywołane promieniowaniem podczerwonym przez 100 s,



Przykład: latarki.

8.1.2. Klasyfikacja bezpieczeństwa źródeł niekoherentnych (nielaserowych)

Klasyfikacja bezpieczeństwa źródeł niekoherentnych (szerokopasmowych) jest określona w normie EN 62471: 2008 i opiera się na maksymalnej dostępnej emisji w całym zakresie możliwości produktu podczas jego eksploatacji w dowolnym momencie po wyprodukowaniu. Klasyfikacja uwzględnia ilość promieniowania optycznego, rozkład długości fal i dostęp człowieka do promieniowania optycznego. Źródła szerokopasmowe dzieli się na 4 grupy ryzyka: im wyższa grupa ryzyka, tym większa możliwość spowodowania uszkodzenia.

Klasyfikacja wskazuje potencjalne ryzyko wystąpienia skutków niekorzystnych dla zdrowia. W zależności od warunków stosowania, czasu narażenia lub środowiska ryzyko to może, ale nie musi, prowadzić do skutków niekorzystnych dla zdrowia. Dzięki klasyfikacji użytkownik może wybierać odpowiednie środki kontroli w celu zminimalizowania tego ryzyka.

Zgodnie z rosnącym ryzykiem zastosowano następującą hierarchię grup ryzyka:

- grupa spoza ryzyka – brak ryzyka fotobiologicznego w możliwych do przewidzenia warunkach,
- grupa ryzyka 1 – grupa niskiego ryzyka, ryzyko jest ograniczone przez normalne ograniczenia behawioralne w razie narażenia,
- grupa ryzyka 2 – grupa średniego ryzyka, ryzyko jest ograniczone przez reakcje obronne na bodziec świetlny ze źródła bardzo jasnego światła. Takie reakcje odruchowe nie występują jednak powszechnie,
- grupa ryzyka 3 – grupa wysokiego ryzyka, może stanowić ryzyko nawet w przypadku tymczasowego lub krótkiego narażenia.

- zagrożenie wywołane promieniowaniem podczerwonym bez silnego bodźca wzrokowego przez 100 s.

8.1.2.3. Grupa ryzyka 2 – średnie ryzyko

Źródła, które nie powodują żadnego z następujących zagrożeń w związku z reakcją obronną na bodziec ze źródła bardzo jasnego światła, w związku z dyskomfortem termicznym lub jeżeli długotrwałe narażenie jest mało prawdopodobne:

- zagrożenie wywołane promieniowaniem nadfioletowym przez 1000 s,
- zagrożenie wywołane bliskością promieniowania nadfioletowego przez 100 s,
- zagrożenie siatkówki wywołane „światłem niebieskim” przez 0,25 s (reakcja obronna),
- zagrożenie termiczne siatkówki przez 0,25 s (reakcja obronna),
- zagrożenie dla oka wywołane promieniowaniem podczerwonym przez 10 s,
- zagrożenie wywołane promieniowaniem podczerwonym bez silnego bodźca wzrokowego przez 10 s.

8.1.2.4. Grupa ryzyka 3 – wysokie ryzyko

Źródła, które mogą stanowić ryzyko nawet w przypadku tymczasowego lub krótkiego narażenia w odległości niebezpiecznej. Środki kontroli bezpieczeństwa są rzeczą niezbędną.



Filtrowanie niepożądanego nadmiernego promieniowania optycznego (np. nadfioletowego), osłonięcie źródła w celu uniemożliwienia dostępu do promieniowania optycznego lub stosowanie urządzeń optycznych rozszerzających wiązkę może obniżyć grupę ryzyka i zmniejszyć ryzyko promieniowania optycznego.

Ograniczenia systemu klasyfikacji źródeł szerokopasmowych

Klasyfikacja bezpieczeństwa dotyczy dostępnego promieniowania optycznego – klasyfikacja ta nie uwzględnia dodatkowych zagrożeń, takich jak prąd, promieniowanie uboczne, opary, hałas itd.

Klasyfikacja bezpieczeństwa dotyczy normalnego stosowania urządzenia – może nie mieć zastosowania do konserwacji ani do serwisowania lub jeżeli oryginalne urządzenie stanowi część złożonej instalacji.

Klasyfikacja bezpieczeństwa dotyczy pojedynczego urządzenia – nie uwzględnia ona skumulowanego narażenia na różnorodne źródła.

Urządzenia klasyfikuje się według odległości, przy której natężenie oświetlenia wynosi 500 lx w przypadku systemów oświetlenia ogólnego oraz dla odległości 200 mm od źródła w przypadku innych zastosowań – klasyfikacja może nie być reprezentatywna w przypadku wszystkich okoliczności stosowania.

8.1.3. Klasyfikacja bezpieczeństwa maszyn

Maszyny, które wytwarzają promieniowanie optyczne, mogą zostać sklasyfikowane również zgodnie z normą EN 12198. Norma ta ma zastosowanie do wszystkich emisji, zamierzonych lub przypadkowych, oprócz źródeł stosowanych wyłącznie do oświetlenia.

Maszyny zalicza się do jednej z trzech kategorii w zależności od dostępnej emisji. Te trzy kategorie wymieniono w tabeli 8.2 według rosnącego ryzyka.

Tabela 8.2. Klasyfikacja bezpieczeństwa maszyn zgodnie z normą EN 12198

Kategoria	Ograniczenia i środki ochrony	Informowanie i szkolenie
0	Żadnych ograniczeń	Żadne informacje nie są konieczne
1	Ograniczenia: mogą być konieczne ograniczenia dostępu, środki ochrony	Informacje dotyczące zagrożeń, ryzyka i wtórnych skutków, które mają być dostarczone przez producenta
2	Szczególne ograniczenia i środki ochrony są niezbędne	Informacje dotyczące zagrożeń, ryzyka i wtórnych skutków, które mają być dostarczone przez producenta. Niezbędne mogą być szkolenia

Maszyna jest zaliczana do jednej z tych kategorii na podstawie skutecznych wielkości radiometrycznych

przedstawionych poniżej w tabeli 8.3, zmierzonych w odległości 10 cm.

Tabela 8.3. Wartości graniczne emisji w przypadku klasyfikacji maszyn zgodnie z normą EN 12198

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

8.2. Informacje dotyczące odległości niebezpiecznej i wartości zagrożenia

W przypadku niektórych zastosowań przydatna może być znajomość odległości, w jakiej mogą występować zagrożenia wynikające z promieniowania optycznego.

Odległość, przy której poziom narażenia spada do poziomu wartości granicznej narażenia mającej zastosowanie, znana jest jako odległość niebezpieczna: poza tym zasięgiem nie istnieje ryzyko uszkodzenia. Informacje te, dostarczone przez producentów, mogą być przydatne w przypadku oceny ryzyka i dla zapewnienia bezpiecznego środowiska pracy.

8.2.1. Lasery – odległość niebezpieczna dla wzroku

W pewnej odległości, kiedy wiązka lasera się rozprasza, natężenie promieniowania równa się wartości granicznej narażenia dla oczu. Odległość tę nazywa się odległością niebezpieczną dla wzroku (NOHD). W większej odległości wartość graniczna narażenia nie jest przekraczana – wiązkę laserową uznaje się za bezpieczną powyżej tej odległości.

Producenci często dostarczają informacje dotyczące NOHD razem ze specyfikacją produktu. Jeżeli informacje te są niedostępne, można obliczyć NOHD wykorzystując następujące parametry promieniowania laserowego podane przez producenta:

- moc promieniowania (W),
- początkowa średnica wiązki (m),
- rozbieżność (radiany),
- wartość graniczna narażenia (W m^{-2}).

Chociaż sytuacja może być skomplikowana, jeżeli odległość jest duża lub jeżeli wiązka nie ma kształtu koła, poniższe równanie pozwala dokładnie oszacować NOHD:

$$NOHD = \sqrt{\frac{4 \times \text{moc promieniowania}}{\pi \times \text{wartość graniczna narażenia}}} - \text{początkowa średnica}$$

rozbieżność

8.2.2. Źródła szerokopasmowe – odległość niebezpieczna i wartość zagrożenia

Odległość, przy której poziom narażenia spada do poziomu wartości granicznej narażenia mającej zastosowanie, znana jest jako odległość niebezpieczna: poza tym zasięgiem nie istnieje ryzyko obrażeń. Zasięg zagrożenia należy uwzględnić przy określaniu granic obszaru, w przypadku którego dostęp do promieniowania optycznego i czynności pracowników są kontrolowane i nadzorowane w celu ochrony przed promieniowaniem optycznym. Odległości niebezpieczne można określać w przypadku narażenia oka lub skóry.

Informacje dotyczące zagrożeń wynikających z promieniowania optycznego można również przedstawić jako wartość zagrożenia, która jest stosunkiem poziomu narażenia w konkretnej odległości do wartości granicznej narażenia w tej odległości:

$$\text{Wartość zagrożenia} = \frac{\text{Wartość graniczna narażenia (odległość, czas narażenia)}}{\text{Wartość graniczna narażenia}}$$

Wartość zagrożenia ma ogromne znaczenie praktyczne. Jeżeli wartość zagrożenia przekracza 1, stanowi to wskazówkę dotyczącą zastosowania właściwych środków kontroli: ograniczenia czasu trwania narażenia lub dostępności źródła (stłumienie, odległość), w zależności od

przypadku. Jeżeli wartość zagrożenia jest mniejsza niż 1, nie przekroczono wartości granicznej narażenia w tej odległości przy danym czasie narażenia.

Producenci często dostarczają informacje dotyczące zasięgu zagrożenia i wartości zagrożenia razem ze specyfikacją produktu. Informacje te powinny pomóc użytkownikowi w przeprowadzaniu oceny ryzyka i wyborze właściwych środków kontroli.

8.3. Dodatkowe przydatne informacje

EN 60825-1:2007 Bezpieczeństwo urządzeń laserowych – Część 1: Klasyfikacja sprzętu i wymagania

EN 60825-14:2004 Bezpieczeństwo urządzeń laserowych – Część 14: Przewodnik użytkownika

EN 62471:2008 Bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych

EN 12198-1:2000 Bezpieczeństwo maszyn – Ocena i zmniejszanie ryzyka wynikającego z promieniowania emitowanego przez maszyny – Część 1: Zasady ogólne

EN 12198-2:2002 Bezpieczeństwo maszyn – Ocena i zmniejszanie ryzyka wynikającego z promieniowania emitowanego przez maszyny – Część 2: Sposób pomiaru emitowanego promieniowania

EN 12198-3:2000 Bezpieczeństwo maszyn – Ocena i zmniejszanie ryzyka wynikającego z promieniowania emitowanego przez maszyny – Część 3: Zmniejszenie promieniowania przez tłumienie lub ekranowanie

9. Środki kontroli

Hierarchią środków kontroli kieruje zasada, że w przypadku ustalenia zagrożenia, musi być ono wyeliminowane w projekcie technicznym. Jedynie jeżeli nie jest to możliwe, należy wprowadzić alternatywną ochronę. W bardzo niewielu przypadkach zachodzi konieczność stosowania środków ochrony indywidualnej i procedur administracyjnych.

Wybór odpowiednich środków w każdej konkretnej sytuacji powinien opierać się na wyniku oceny ryzyka. Należy zebrać wszystkie dostępne informacje dotyczące źródeł promieniowania optycznego i możliwego narażenia indywidualnego. Zasadniczo porównanie danych dotyczących narażenia na promieniowanie otrzymanych ze specyfikacji urządzeń lub danych otrzymanych z pomiarów razem z wartościami granicznymi narażenia umożliwia ocenę indywidualnego narażenia na promieniowanie optyczne w miejscu pracy. Robi się to w celu uzyskania jednoznacznego wyniku stwierdzającego, czy mające zastosowanie wartości graniczne mogą zostać przekroczone.

Jeżeli można wyraźnie stwierdzić, że narażenie na promieniowanie optyczne jest nieznaczne i że wartości graniczne narażenia nie zostaną przekroczone, nie ma potrzeby podejmowania żadnych dodatkowych działań.

Jeżeli emisje są znaczne lub wykorzystanie jest intensywne, istnieje możliwość przekroczenia wartości granicznych i konieczności zastosowania jakiegoś rodzaju środków ochrony. Procedurę oceny należy powtórzyć po zastosowaniu środków ochrony.

Powtórzenie pomiaru i oceny może być konieczne, jeżeli:

- zmieniło się źródło promieniowania (np. jeżeli zostało zamontowane inne źródło lub jeżeli źródło działa w innych warunkach działania),
- zmienił się charakter pracy,
- zmienił się czas trwania narażenia,
- zastosowano lub zmieniono środki ochrony, lub przerwano ich stosowanie,
- od ostatniego pomiaru i od ostatniej oceny minął długi czas, przez co wyniki mogą być już nieważne,
- należy zastosować inny zbiór wartości granicznych narażenia.

Środki kontroli zastosowane na etapie projektowania i montażu mogą przynieść znaczne korzyści w zakresie bezpieczeństwa i działania. Późniejsze wprowadzenie środków kontroli może być kosztowne.

9.1. Hierarchia środków kontroli

Jeżeli istnieje możliwość narażenia przekraczającego wartość graniczną narażenia, zagrożeniem można zarządzić poprzez zastosowanie połączenia właściwych środków kontroli. Priorytetowe cele kontroli są wspólne w przypadku zarządzania ryzykiem:

usunięcie zagrożenia
zastąpienie przez mniej niebezpieczny proces lub mniej niebezpieczne urządzenie
środki techniczne
kontrole administracyjne
środki ochrony indywidualnej

9.2. Usunięcie zagrożenia

Czy źródło niebezpiecznego promieniowania optycznego jest naprawdę konieczne?

Czy te światła naprawdę muszą być WŁĄCZONE?

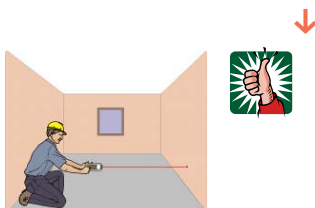


9.3. Zastąpienie przez mniej niebezpieczny proces lub mniej niebezpieczne urządzenie

Czy niebezpieczny poziom promieniowania optycznego jest naprawdę niezbędny?



Czy światło naprawdę musi być takie jasne?



9.4. Kontrole techniczne

Czy można ponownie zaprojektować urządzenia, kontrolować niebezpieczne promieniowanie optyczne lub ograniczyć je u źródła?

Jeżeli kontrole o wyższym priorytecie (usunięcie lub zastąpienie) nie są możliwe, pierwszeństwo należy przyznać środkom technicznym ograniczającym narażenie. Kontrole administracyjne można stosować w połączeniu z środkami kontroli wyższego stopnia. Jeżeli ograniczenie indywidualnego narażenia jest niewykonalne, niepraktyczne lub niepełne, jako ostateczność należy rozważyć użycie środków ochrony indywidualnej.

Obudowa ochronna Obudowy Blokady Wyłączniki o opóźnionym działaniu	Światła ostrzegawcze Sygnały dźwiękowe	Przesłony tłumików wiązki Wzierniki i okienka z filtrami Usunięcie odbić
	Zdalne sterowanie Osprzęt do osiowania	

9.4.1. Uniemożliwienie dostępu

Można to osiągnąć stosując osłony stałe lub osłony ruchome z blokadami. Osłony stałe stosuje się zazwyczaj do części urządzeń, które nie wymagają regularnego dostępu i są przymocowane na stałe.

Jeżeli dostęp jest konieczny, można zastosować ruchomą/otwierającą się osłonę sprzężoną z procesem.

Ważne

Osłony powinny być odpowiednie i solidne.

Nie powinny powodować dodatkowego ryzyka i powinny powodować minimalne utrudnienia.

Powinny być trudne do obejścia i usunięcia – jeżeli jest to osłona znajdująca się na stałe w obudowie.

Powinny być umieszczone w odpowiedniej odległości od obszaru zagrożenia – jeżeli jest to stała osłona odległościowa.

9.4.2. Ochrona za pomocą ograniczenia działania

Jeżeli wymagany jest częsty dostęp przez osłony fizyczne, można je często uznać za zbyt ograniczające, w szczególności jeżeli użytkownik musi przeprowadzać działania w zakresie ładowania/rozładowywania lub regulacji. W tym przypadku zazwyczaj stosuje się czynniki wykrywające obecność lub nieobecność użytkownika i wydające odpowiednie polecenie wstrzymania działania. Można jest zaklasyfikować jako urządzenia odległościowe do samoczynnego wyłączania: nie ograniczają one dostępu, ale wykrywają go. Czas potrzebny maszynie do osiągnięcia bezpiecznych warunków decyduje o lokalizacji lub odległości każdego czujnika.

9.4.3. Zatrzymanie awaryjne

Jeżeli pracownicy mogą mieć dostęp do niebezpiecznego otoczenia, konieczne jest zapewnienie zatrzymania awaryjnego, gdyby ktokolwiek miał problemy w trakcie pobytu w strefie zagrożenia. Zatrzymanie awaryjne musi nastąpić szybko i zatrzymać wszelkie działania w strefie zagrożenia. Dla większości osób czerwone przyciski grybkowe zatrzymania awaryjnego nie są niczym nowym; powinny się one znajdować w odpowiednich miejscach w zakładzie oraz w wystarczającej liczbie, aby zawsze jeden z nich był w zasięgu. Alternatywę stanowi uchwyt połączony z przyciskiem zatrzymania awaryjnego; jest to zazwyczaj wygodniejszy środek zapewnienia ochrony w strefie zagrożenia. Inne rodzaje przełączników odległościowych do samoczynnego wyłączania mogą znajdować się w okolicach każdej ruchomej części, która wykrywa nagłą bliskość, takiej jak przełącznik dwustabilny czy pręt bezpieczeństwa.

9.4.4. Blokady

Istnieje wiele rodzajów przełączników blokujących, a każdy model posiada odrębne cechy. Ważne jest wybranie urządzenia nadającego się do zastosowania.

Ważne

Blokada powinna być dobrze skonstruowana i niezawodna w możliwych do przewidzenia skrajnych warunkach.

Powinna być bezpieczna w razie uszkodzenia i zabezpieczona przed manipulacją przez osoby niepowołane.

Stan blokady powinien być wyraźnie widoczny, np. przez duże oznakowanie na przyciskach anulowania i wskaźnikach stanu ostrzegania na panelach użytkowników.

Blokada powinna ograniczać działanie, jeżeli osłona nie jest w pełni zamknięta.

Dodatkowe przydatne informacje

- EN 953:1997 Bezpieczeństwo maszyn – Osłony – Ogólne wymagania dotyczące projektowania i budowy osłon stałych i ruchomych
- EN 13857:2008 Bezpieczeństwo maszyn – Odległości bezpieczeństwa uniemożliwiające sięganie kończynami górnymi i dolnymi do stref niebezpiecznych
- EN 349:1993 Bezpieczeństwo maszyn – Minimalne odstępstwa zapobiegające zgnieceniu części ciała człowieka
- EN 1088:1995 Urządzenia blokujące sprzężone z osłonami
- EN 60825-4:2006 Osłony laserowe

9.4.5. Filtry i wzierniki

Wiele procesów przemysłowych może odbywać się pod pełną lub częściową osłoną. Można zatem monitorować proces zdalnie, za pomocą odpowiedniego wziernika, urządzenia optycznego lub kamery telewizyjnej. Bezpieczeństwo można zapewnić przez stosowanie odpowiednich materiałów filtrujących w celu zatrzymania przenikania niebezpiecznych poziomów promieniowania optycznego. Dzięki temu nie ma potrzeby stosowania gogli ochronnych i poprawiają się warunki bezpieczeństwa i pracy.

Przykładami mogą być zarówno duże sterownie jak i wzierniki umieszczone na małej miejscowej osłonie w obszarze interakcji.



Panele wizyjne w osłanianym obszarze.

Ważne

Materiał filtra powinien być wytrzymały i odpowiedni, odporny na wstrząsy, nie zagrażać bezpieczeństwu działania.

Przenikanie promieniowania optycznego przez okna i inne optycznie półprzezroczyste panele należy oceniać jako potencjalne ryzyko. Chociaż wiązka optyczna nie musi stanowić bezpośredniego zagrożenia siatkówki, krótkotrwałe błyski mogą wywoływać wtórne problemy w zakresie bezpieczeństwa w przypadku innych procedur odbywających się w pobliżu.

9.4.6. Osprzęt do osiowania

Jeżeli bieżąca konserwacja wymaga osiowania elementów ścieżki wiązki, należy zapewnić pewne bezpieczne środki w celu jego osiągnięcia. Niektóre przykłady mogą obejmować:

- stosowanie lasera optycznego o niskiej mocy, który wyznacza oś wiązki o większej mocy,
- maski lub tarcze celownicze.

Ważne

Nigdy nie należy używać oka lub ciała ludzkiego do osiowania wiązki.

9.5. Środki administracyjne

Kontrole administracyjne są drugim etapem w hierarchii kontroli. Podczas kontroli ludzie polegają na informacjach, dlatego też skuteczność kontroli jest uzależniona od działań tych ludzi. Odgrywają one jednak pewną rolę i mogą stanowić najważniejszy środek kontroli w pewnych okolicznościach, takich jak podczas uruchamiania i serwisowania.

Odpowiednie kontrole administracyjne zależą od ryzyka i obejmują wyznaczanie ludzi jako część struktury zarządzania bezpieczeństwem, ograniczenie dostępu, znaki i etykiety oraz procedury.

Dobłą praktykę stanowi zapewnienie ustaleń formalnych w przypadku zintegrowanego podejścia do zarządzania bezpieczeństwem w zakresie promieniowania optycznego. Ustalenia te należy udokumentować w celu odnotowania, jakie środki zastosowano i dlaczego. Dokumentacja ta może okazać się również przydatna w razie badania incydentów. Może ona obejmować:

- deklarację w sprawie polityki bezpieczeństwa w zakresie promieniowania optycznego,
- streszczenie najważniejszych ustaleń organizacyjnych (wyznaczenia i oczekiwania wobec osoby wyznaczonej na każde stanowisko),
- udokumentowaną kopię oceny ryzyka,
- plan działania zawierający szczegóły wszelkich dodatkowych kontroli określonych w ocenie ryzyka razem z harmonogramem ich realizacji,
- zestawienie wdrożonych środków kontroli wraz z krótkim uzasadnieniem każdego z nich,
- kopię każdego z szczegółowych pisemnych ustaleń lub miejscowych przepisów mających zastosowanie do pracy w kontrolowanym obszarze promieniowania optycznego,
- rejestr upoważnionych użytkowników,
- plan utrzymania środków kontroli. Może on obejmować plany działań pozytywnych wymaganych w celu utrzymania lub zbadania środków kontroli,
- szczegóły ustaleń formalnych z podmiotami zewnętrznymi, takimi jak technicy serwisu, w celu zarządzania interakcjami,
- szczegóły planów awaryjnych,
- plan kontroli,
- kopie sprawozdań z kontroli,
- kopie odpowiedniej korespondencji.

Normalną praktyką powinno być dokonanie przeglądu skuteczności programu w regularnych odstępach czasu (np. co roku) w związku ze sprawozdaniami z kontroli i zmianami w prawodawstwie i normach.

9.5.1. Miejscowe przepisy

Jeżeli w ocenie ryzyka określono możliwość narażenia na niebezpieczny poziom promieniowania optycznego, należy wprowadzić system instrukcji bezpieczeństwa na

piśmie (lub miejscowych przepisów) w celu uregulowania sposobu prowadzenia prac z obecnością promieniowania optycznego. System powinien obejmować opis obszaru, dane teleadresowe doradcy w zakresie promieniowania optycznego (zob. 9.5.4), szczegóły osoby upoważnionej do korzystania z urządzeń, szczegóły wszelkich wymaganych badań przed stosowaniem, instrukcje działania, ogólny opis zagrożeń i szczegóły ustaleń awaryjnych.

Miejscowe przepisy powinny być zazwyczaj dostępne w obszarach, do których mają zastosowanie, i powinny być wydawane wszystkim, których dotyczą.

9.5.2. Obszar kontrolowany

Może istnieć konieczność wyznaczenia obszaru kontrolowanego, na którym prawdopodobny jest dostęp do promieniowania optycznego przekraczającego wartość graniczną narażenia. Obszar kontrolowany powinien być obszarem o ograniczonym dostępie dla wszystkich z wyjątkiem upoważnionych osób. Powinno to być zapewnione przez środki fizyczne, np. przez stosowanie ścian i drzwi w całym pomieszczeniu. Dostęp do obszaru mogą ograniczać zamki, klawiatury numeryczne lub bariery.

Zarząd powinien wdrożyć ustalenia w zakresie formalnego upoważniania użytkowników. Powinien istnieć formalny proces oceny odpowiedniości pracowników przed wydaniem upoważnienia i powinien on obejmować ocenę ich szkolenia, kompetencje i znajomość miejscowych przepisów. Wyniki tej oceny powinny zostać udokumentowane, a nazwiska wszystkich upoważnionych użytkowników powinny zostać odnotowane w formalnym rejestrze.

9.5.3. Znaki bezpieczeństwa i ostrzeżenia w zakresie bezpieczeństwa

Stanowią one ważną część każdego systemu kontroli administracyjnych. Znaki bezpieczeństwa są skuteczne wyłącznie wówczas, gdy są zrozumiałe i jednoznaczne i widoczne jedynie w stosownych przypadkach – w przeciwnym razie są często ignorowane.

Znaki ostrzegawcze mogą obejmować informacje o rodzaju stosowanych urządzeń. Jeżeli istnieje wymóg, aby pracownicy stosowali środki ochrony indywidualnej, powinno to zostać zaznaczone.



Typowe znaki stosowane w środowisku pracy w celu uprzedzania o zagrożeniach i zalecania stosowania środków ochrony indywidualnej.

Wszystkie znaki bezpieczeństwa powinny być zgodne z wymaganiami zawartymi w dyrektywie w sprawie znaków bezpieczeństwa (92/58/EWG).

Znaki ostrzegawcze są bardziej skuteczne, jeżeli są widoczne jedynie podczas pracy urządzeń. Wszystkie znaki bezpieczeństwa powinny być umieszczane na wysokości oczu w celu zwiększenia ich widoczności.

9.5.4. Wyznaczanie

Bezpieczeństwo w zakresie promieniowania optycznego powinno być zarządzane w ramach tej samej struktury zarządzania zdrowiem i bezpieczeństwem co inne potencjalnie niebezpieczne działania. Poziom szczegółów ustaleń organizacyjnych może się wahać w zależności od rozmiaru i struktury organizacji.

W przypadku wielu zastosowań szkolenie eksperta do spraw zarządzania bezpieczeństwem w zakresie promieniowania optycznego może być nieuzasadnione. Pracownicy mogą mieć również kłopoty ze znajomością aktualnych informacji dotyczących bezpieczeństwa w zakresie promieniowania optycznego, jeżeli rzadko korzystają ze swoich umiejętności. Dlatego też niektóre przedsiębiorstwa korzystają z doradztwa zapewnianego przez zewnętrznych

doradców do spraw bezpieczeństwa w zakresie promieniowania optycznego. Mogą oni wydawać zalecenia w sprawie:

- rozwiązań w zakresie kontroli technicznych,
- pisemnych procedur bezpiecznego stosowania urządzeń i środków bezpieczeństwa działania i pracy,
- wyboru środków ochrony indywidualnej,
- kształcenia i szkolenia pracowników.

Stosowne może okazać się wyznaczenie pracownika posiadającego wystarczającą wiedzę w celu nadzorowania bieżących aspektów bezpieczeństwa w zakresie promieniowania optycznego w miejscu pracy.

9.5.5. Szkolenie i konsultacje

9.5.5.1. Szkolenie

Dyrektywa (w art. 6) wymaga informowania i szkolenia pracowników narażonych w pracy na ryzyko związane ze sztucznym promieniowaniem optycznym (lub ich przedstawicieli). Muszą one dotyczyć w szczególności:

środków podjętych w celu wprowadzenia w życie niniejszej Dyrektywy,
wartości granicznych narażenia i związanego z nimi potencjalnego ryzyka,
wyników ocen, pomiarów lub obliczeń dotyczących poziomów narażenia na sztuczne promieniowanie optyczne, przeprowadzonych zgodnie z art. 4 niniejszej Dyrektywy, wraz z wyjaśnieniem ich znaczenia oraz potencjalnego ryzyka,
sposobu wykrywania niekorzystnych dla zdrowia skutków wynikających z narażenia i sposobu ich zgłaszania,
okoliczności, w których pracownicy uprawnieni są do profilaktycznych badań lekarskich,
bezpiecznych sposobów wykonywania pracy, ograniczających do minimum ryzyko związane z ekspozycją,
właściwego stosowania odpowiednich środków ochrony indywidualnej.

Zaleca się dopasowanie poziomu szkolenia do ryzyka narażenia na sztuczne promieniowanie optyczne. Jeżeli wszystkie źródła uznaje się za „nieistotne”, właściwe byłoby poinformowanie o tym pracowników lub ich przedstawicieli. Pracownicy lub ich przedstawiciele powinni jednak wiedzieć, że mogą występować szczególnie wrażliwe grupy ryzyka i procesy postępowania z nimi.

Jeżeli w miejscu pracy występuje sztuczne promieniowanie optyczne mogące przekroczyć wartość graniczną narażenia, należy rozważyć formalne szkolenie i prawdopodobnie wyznaczenie szczególnych ról pracownikom. Przy określaniu wymaganego poziomu szkolenia pracodawca powinien uwzględnić:

wiedzę fachową pracowników i obecną świadomość ryzyka wynikającego ze sztucznego promieniowania optycznego,
istniejące oceny ryzyka i wynikające z nich wnioski,
czy pracownicy muszą uczestniczyć w ocenach ryzyka lub ich przeglądzie,
czy miejsce pracy jest statyczne i ryzyko zostało formalnie ocenione jako dopuszczalne lub czy środowisko często się zmienia,
czy pracodawca ma dostęp do zewnętrznej wiedzy fachowej, która może pomóc w zarządzaniu ryzykiem,
pracowników nowych w miejscu pracy lub rozpoczynających pracę ze sztucznym promieniowaniem optycznym.

Ważne jest postrzeganie ryzyka z perspektywy czasu. Na przykład nieuzasadnione jest wymaganie formalnych kursów szkoleniowych w przypadku stosowania wskaźników laserowych klasy 2. Szkolenie pracowników stosujących lasery klasy 3B i klasy 4 oraz niekoherentne (nielaserowe) źródła z grupy ryzyka 3 będzie zawsze konieczne. Niemożliwe jest jednak określenie konkretnego czasu trwania programu szkolenia ani sposobu jego przeprowadzenia. Dlatego właśnie ważna jest ocena ryzyka.

Najlepiej byłoby, gdyby wymóg szkolenia i sposób jego przeprowadzenia określono zanim rozpocznie się stosowanie źródła sztucznego promieniowania optycznego.

9.5.5.2. Konsultacje

Artykuł 7 Dyrektywy odnosi się do ogólnych wymagań zawartych w art. 11 dyrektywy 89/391/EWG:

Artykuł 11

Konsultacje i udział pracowników

1. Pracodawcy powinni konsultować się z pracownikami i ich przedstawicielami, umożliwiając im wzięcie udziału w dyskusjach, podczas których rozpatrywane są kwestie, dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy pracowników podczas wykonywania swoich obowiązków zawodowych.

Zakłada to:

- konsultację z pracownikami,
- prawo pracowników i ich przedstawicieli do wypracowywania wniosków,
- wyważony współudział, zgodnie z prawodawstwem krajowym i/lub przyjętymi procedurami.

2. Pracownicy i przedstawiciele pracowników o określonym zakresie odpowiedzialności za sprawy bezpieczeństwa i zdrowia pracowników powinni brać udział w sposób wyważony w prowadzonych instruktażach, zgodnie z prawodawstwem krajowym i przyjętymi procedurami, lub też powinni być konsultowani i informowani uprzednio przez pracodawców w ramach:

- a) przedsięwzięć, które mogą w znaczny sposób wpływać na poziom bezpieczeństwa i higieny pracy;
- b) przy wyznaczeniu pracowników, zgodnie z art. 7 ust. 1 i art. 8 ust. 2 i ich działalnością, zgodnie z art. 7 ust. 1;
- c) informacji odnoszących się do art. 9 ust. 1 i art. 10;
- d) sporządzania zespołu, jeśli to jest konieczne, kompetentnych osób spoza przedsiębiorstwa lub zakładu w sposób określony w art. 7 ust. 3;
- e) planowania organizacji szkolenia w sposób opisany w art. 12.

3. Przedstawiciele pracowników o określonej odpowiedzialności za sprawy bezpieczeństwa i zdrowia pracowników powinni mieć prawo wymagać od pracodawcy podejmowania odpowiednich przedsięwzięć i przedstawiać pracodawcom wnioski, celem uniknięcia zagrożeń istniejących w stosunku do pracowników i celem eliminowania źródeł zagrożeń.

4. Pracownicy wymienieni w ust. 2 oraz przedstawiciele pracowników wymienieni w ust. 2 i 3 nie mogą być stawiani w niekorzystnej sytuacji ze względu na ich działalność, określoną w ust. 2 i 3.

5. Pracodawcy powinni umożliwić przedstawicielom pracowników o określonym zakresie odpowiedzialności za sprawy bezpieczeństwa i zdrowia pracowników przerywanie pracy bez potrącenia wypłat oraz wyposażać ich w niezbędne środki, które umożliwią tym przedstawicielom działanie zgodnie z uprawnieniami i funkcjami, wynikającymi z niniejszej dyrektywy.

6. Pracownicy i ich przedstawiciele są upoważnieni do zwracania się, zgodnie z prawodawstwem krajowym i przyjętymi procedurami, do organów władzy odpowiedzialnych za sprawy bezpieczeństwa i zdrowia pracowników podczas wykonywania ich czynności zawodowych, jeżeli uważają oni, że przedsięwzięcia podejmowane przez pracodawcę oraz środki przez niego stosowane są niewłaściwe i niewystarczające oraz uniemożliwiają zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa i higieny pracy.

Przedstawiciele pracowników powinni mieć możliwość dzielenia się swoimi spostrzeżeniami podczas wizyt inspekcyjnych, dokonywanych przez odpowiednie władze.

Norma IEC TR 60825-14:2004 zaleca wymóg minimalnego szkolenia dla użytkowników laserów.

Norma EN 60825-2:2004 określa dodatkowe wymagania w przypadku użytkowników światłowodowych systemów telekomunikacyjnych.

Norma EN 60825-12:2004 określa dodatkowe wymagania w przypadku użytkowników systemów komunikacji optycznej w przestrzeni swobodnej.

Norma CLC/TR 50448:2005 zawiera przewodnik opisujący poziomy kompetencji wymagane w zakresie bezpieczeństwa laserów.

9.6. Środki ochrony indywidualnej

Ograniczenie niezamierzonego narażenia na promieniowanie optyczne powinno być zawarte w wymagach konstrukcyjnych urządzenia. Narażenie na promieniowanie powinno zostać ograniczone do możliwie jak najniższego poziomu za pomocą fizycznych środków ochrony, takich jak kontrole techniczne. Środki ochrony indywidualnej powinno się stosować, jeżeli kontrole techniczne i administracyjne są niewykonalne lub niepełne.

Celem środków ochrony indywidualnej jest ograniczenie promieniowania optycznego do poziomu, który nie wywołuje niekorzystnych dla zdrowia skutków u narażonej osoby.

Uszkodzenia wywołane promieniowaniem optycznym mogą nie być widoczne w momencie narażenia. Należy zwrócić uwagę, że wartości graniczne narażenia zależą od długości fali, a zatem poziom ochrony zapewniany przez środki ochrony indywidualnej może również zależeć od długości fali.

Chociaż mniej prawdopodobne jest, aby poważne uszkodzenie skóry wynikające z narażenia na promieniowanie optyczne wpłynęło na jakość życia danej osoby, należy zauważyć, że prawdopodobieństwo uszkodzenia skóry może być wysokie, w szczególności w przypadku rąk i twarzy. Szczególną uwagę należy zwrócić na narażenie skóry na promieniowanie optyczne poniżej 400 nm, które może zwiększyć ryzyko raka skóry.

Ważne
Środki ochrony indywidualnej powinny być dostosowane do istniejącego ryzyka i nie powinny tego ryzyka zwiększać.
Środki ochrony indywidualnej powinny być dostosowane do warunków w miejscu pracy.
Środki ochrony indywidualnej powinny uwzględniać wymogi ergonomii i stan zdrowia pracownika.

9.6.1. Ochrona przed innymi zagrożeniami

Przy wyborze właściwych środków ochrony indywidualnej w celu ochrony przed narażeniem na promieniowanie optyczne należy uwzględnić następujące zagrożenia nieoptyczne:

- wstrząsy
- ciepło/zimno
- przebicie
- szkodliwy pył
- ściskanie
- biologiczne
- chemiczne
- elektryczne

Przykłady przedstawiono w poniższej tabeli:

Środki ochrony indywidualnej	Funkcja
Ochrona oczu: okulary ochronne, gogle, tarcze spawalnicze, osłony	Ochrona oczu powinna umożliwić pracownikowi pełną widoczność w miejscu pracy, ale powinna ograniczać promieniowanie optyczne do dopuszczalnych poziomów. Wybór odpowiedniego rodzaju ochrony oczu zależy od wielu czynników, w tym: długości fali, mocy/energii, gęstości optycznej, konieczności używania soczewek na receptę, wygody itd.
Odzież ochronna i rękawice ochronne	Źródła promieniowania optycznego mogą stanowić zagrożenie pożarowe, dlatego odzież ochronna może być konieczna. Urządzenia wytwarzające promieniowanie nadfioletowe mogą stanowić zagrożenie dla skóry, dlatego skóra powinna być przykryta odpowiednią odzieżą ochronną i odpowiednimi rękawicami ochronnymi. Rękawice należy nosić podczas pracy z czynnikami chemicznymi lub biologicznymi. Odzież ochronna lub rękawice ochronne mogą być wymagane przez specyfikacje stosowania.
Sprzęt do ochrony dróg oddechowych	Podczas działania mogą powstawać toksyczne i szkodliwe dymy lub pyły. Sprzęt do ochrony dróg oddechowych może być potrzebny na wypadek sytuacji awaryjnej.
Ochraniacze słuchu	Hałas może stanowić zagrożenie w przypadku niektórych zastosowań przemysłowych.

9.6.2. Ochrona oczu

Oko jest narażone na uszkodzenie wywołane przez promieniowanie optyczne, jeżeli narażenie przekracza wartości graniczne narażenia. Jeżeli inne środki są nieodpowiednie w celu kontroli ryzyka narażenia oka przekraczającego wszystkie mające zastosowanie wartości graniczne narażenia, należy stosować ochronę oczu zalecaną przez producenta urządzenia lub doradcę do spraw bezpieczeństwa w zakresie promieniowania optycznego oraz specjalnie zaprojektowaną dla długości fali i mocy wyjściowej.

Osłona oczu powinna być wyraźnie oznaczona zakresem długości fali i odpowiednim poziomem ochrony. Jest to szczególnie ważne, jeżeli istnieją wielorakie źródła wymagające różnych rodzajów osłony oczu, takie jak lasery o różnej długości fali wymagające osłony oczu do nich dostosowanej. Ponadto zaleca się stosowanie jednoznacznej i zdecydowanej metody oznaczania osłony oczu w celu zapewnienia wyraźnego powiązania z konkretnym urządzeniem, dla którego określono środek ochrony indywidualnej.

Poziom ograniczenia promieniowania optycznego zapewniany przez osłonę oczu w niebezpiecznym zakresie widmowym powinien być co najmniej wystarczający do zmniejszenia poziomu narażenia poniżej obowiązujących wartości granicznych narażenia.

Przepuszczalność światła i kolor otoczenia widzianego przez filtry ochronne to ważne właściwości osłony oczu, które mogą wpływać na zdolność użytkownika do wykonywania wymaganych czynności bez obniżania bezpieczeństwa w zakresie promieniowania nieoptycznego.

Osłony oczu powinno się przechowywać w prawidłowy sposób, regularnie czyścić i poddawać określonemu systemowi kontroli.

Zagadnienia, które należy uwzględnić przy wyborze rodzaju ochrony oczu

Poziom ochrony	→	Wybór rodzaju ochrony oczu o poziomie tłumienia większym niż: poziom narażenia wartości graniczne narażenia
Przepuszczalność światła? Jakość widzenia?	→	Wybór rodzaju osłony oczu o przepuszczalności światła > 20% Jeżeli nie jest osiągalna, zwiększenie poziomu oświetlenia Sprawdzenie, czy filtry nie mają zadrapań i zabrudzeń
Postrzeganie kolorów w środowisku pracy?	→	Sprawdzenie, czy lampki kontrolne i znaki bezpieczeństwa są wyraźnie widoczne przez osłonę oczu
Za dużo odbić?	→	Unikanie lustrzanego wykończenia lub błyszczących filtrów i ramek
Jeżeli osłona oczu jest zasilana za pomocą prądu lub baterii i zostaje przerywana dostawa mocy, czy jest bezpieczna w razie uszkodzenia?	→	Wybór filtra umożliwiającego maksymalne tłumienie w razie braku mocy

9.6.3. Ochrona skóry

W przypadku narażenia na promieniowanie optyczne w związku z wykonywanym zawodem obszarami skóry najczęściej zagrożonymi są ręce, twarz, głowa i szyja, ponieważ inne obszary są zazwyczaj zakryte odzieżą roboczą. Ręce można chronić używając rękawic o niskim przenikaniu niebezpiecznego promieniowania optycznego. Twarz można chronić absorbującą tarczą lub absorbującą osłoną, które mogą stanowić również ochronę oczu. Odpowiedni rodzaj ochrony głowy ochroni głowę i szyję.



9.7. Dodatkowe przydatne informacje

Dyrektywa Rady 89/656/EWG w sprawie minimalnych wymagań w dziedzinie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników korzystających z wyposażenia ochronnego.

9.7.1. Podstawowe normy

EN 165:2005 Ochrona indywidualna oczu – Terminologia
EN 166:2002 Ochrona indywidualna oczu – Wymagania
EN 167:2002 Ochrona indywidualna oczu – Optyczne metody badań
EN 168:2002 Ochrona indywidualna oczu – Nieoptyczne metody badań

9.7.2. Normy w podziale na rodzaj urządzenia

EN 169:2002 Ochrona indywidualna oczu – Filtry spawalnicze i filtry dla technik pokrewnych – Wymagania dotyczące współczynnika przepuszczania i zalecane stosowanie
EN 170:2002 Ochrona indywidualna oczu – Filtry chroniące przed nadfioletem – Wymagania dotyczące współczynnika przepuszczania i zalecane stosowanie
EN 171:2002 Ochrona indywidualna oczu – Filtry chroniące przed podczerwienią – Wymagania dotyczące współczynnika przepuszczania i zalecane stosowanie

9.7.3. Spawanie

EN 175:1997 Ochrona indywidualna – Środki ochrony oczu i twarzy stosowane podczas spawania i w procesach pokrewnych

EN 379:2003 Ochrona indywidualna oczu – Automatyczne filtry spawalnicze

EN 1598:1997 Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia podczas spawania i w procesach pokrewnych – Przezroczyste kurtyny, taśmy i ekrany spawalnicze w procesach spawania łukowego

9.7.4. Laser

EN 207:1998 Filtry i środki ochrony oczu chroniące przed promieniowaniem laserowym

EN 208:1998 Środki ochrony oczu do prac przy justowaniu laserów i układów laserowych

9.7.5. Źródła intensywnego światła

BS 8497-1:2008 Środki ochrony oczu chroniące przed źródłami intensywnego światła stosowanymi na ludziach i zwierzętach w celach kosmetycznych i medycznych. Część 1: Wymagania dla produktów

BS 8497-2:2008 Środki ochrony oczu chroniące przed źródłami intensywnego światła stosowanymi na ludziach i zwierzętach w celach kosmetycznych i medycznych. Część 2: Wytyczne w sprawie stosowania

10. Zarządzanie niepożądanymi zdarzeniami

W kontekście niniejszego przewodnika niepożądane zdarzenia to sytuacje, w których ktoś dozna urazu lub zachoruje (zwane wypadkami), sytuacje grożące wypadkiem lub niepożądane okoliczności (zwane zdarzeniami).

Jeżeli stosuje się skolimowane wiązki laserowe, ryzyko narażenia na oddziaływanie wiązki jest zasadniczo niewielkie, ale konsekwencje mogą być poważne. Natomiast w przypadku niekoherentnych źródeł sztucznego promieniowania optycznego ryzyko narażenia jest duże, ale konsekwencje mogą być niewielkie.

Zaleca się przygotowanie planów awaryjnych dotyczących reagowania w przypadku dających się przewidzieć w rozsądnych granicach niekorzystnych zdarzeń związanych ze sztucznym promieniowaniem optycznym. Poziom szczegółowości i złożoności planu będzie zależał od rodzaju ryzyka. Możliwe, że pracodawca dysponuje ogólnymi procedurami awaryjnymi, korzystne będzie zatem stosowanie podobnych podjęć w odniesieniu do promieniowania optycznego.

Zaleca się przygotowanie szczegółowych planów awaryjnych dla czynności roboczych, w przypadku których istnieje prawdopodobieństwo narażenia na promieniowanie optyczne z następujących źródeł:

lasery klasy 3B

lasery klasy 4

niekoherentne źródła z grupy ryzyka nr 3

Plany awaryjne powinny dotyczyć działań i odpowiedzialności w przypadku:

rzeczywistego narażenia pracownika na przekroczenie wartości granicznej narażenia,

podejrzenia, że pracownik został narażony na promieniowanie optyczne przekraczające wartość graniczną narażenia.

11. Kontrola warunków zdrowotnych

W art. 8 Dyrektywy określono wymogi w zakresie kontroli warunków zdrowotnych, powołując się na wymogi dyrektywy 89/391/EWG. Szczegółowe wytyczne dotyczące kontroli warunków zdrowotnych mogą być uwarunkowane wymogami krajowymi. W związku z tym propozycja przedstawiona w niniejszym rozdziale ma bardzo ogólny charakter.

Wymogi zawarte w przedmiotowym artykule należy rozpatrywać w kontekście ponad stuletniego doświadczenia w zakresie narażenia pracowników na sztuczne promieniowanie optyczne. Liczba odnotowanych przypadków negatywnych skutków dla zdrowia jest niewielka i ograniczona do wąskiej grupy branż przemysłu, w których zasadniczo wdrożono środki kontroli w celu dalszego zmniejszenia liczby zdarzeń.

Po wynalezieniu lasera opublikowane zostały zalecenia dotyczące profilaktycznych badań oczu pracowników obsługujących urządzenia laserowe. Prawie 50 lat doświadczeń pokazało jednak, że takie badania nie przynoszą żadnych korzyści jako element programu kontroli warunków zdrowotnych, powodując ewentualne dodatkowe ryzyko dla pracowników.

Pracowników narażonych na sztuczne promieniowanie optyczne w miejscu pracy nie należy poddawać badaniom oczu przed podjęciem, w trakcie i po zakończeniu zatrudnienia tylko dlatego, że wykonują oni taki rodzaj pracy. Podobnie badania skóry mogą być korzystne dla pracowników, ale zwykle nie są uzasadnione tylko i wyłącznie systematyczną ekspozycją na sztuczne promieniowanie optyczne.

11.1. Kto powinien przeprowadzać kontrole warunków zdrowotnych?

Kontrole warunków zdrowotnych powinien przeprowadzać:

- lekarz,
- specjalista medycyny pracy, lub
- organ medyczny odpowiedzialny za kontrole warunków zdrowotnych zgodnie z przepisami i praktyką krajową.

11.2. Dokumentacja

Państwa członkowskie odpowiadają za określenie procedur prowadzenia i aktualizowania dokumentacji dotyczącej poszczególnych pracowników. Dokumentacja powinna zawierać podsumowanie wyników przeprowadzonych profilaktycznych badań lekarskich.

Dokumentacja powinna być prowadzona w odpowiedniej formie, umożliwiającej późniejsze konsultacje, z uwzględnieniem wymogów wszelkiej poufności.

Poszczególni pracownicy powinni mieć dostęp na żądanie do swojej dokumentacji.

11.3. Badania lekarskie

Jeżeli zachodzi podejrzenie lub wiadomym jest, że pracownik został narażony na sztuczne promieniowanie optyczne przekraczające wartość graniczną narażenia, należy mu umożliwić poddanie się badaniom lekarskim.

Badania lekarskie należy przeprowadzić, jeżeli stwierdzono u pracownika określoną chorobę lub niekorzystne dla zdrowia skutki, które uznaje się za wynik narażenia na sztuczne promieniowanie optyczne.

Trudność we wdrażaniu powyższego wymogu jest związana z faktem, że wiele negatywnych skutków dla zdrowia może być spowodowanych naturalnym promieniowaniem optycznym. W związku z tym ważne jest, aby osoba przeprowadzająca badania lekarskie posiadała wiedzę na temat ewentualnych negatywnych skutków dla zdrowia pochodzących z określonych źródeł narażenia na sztuczne promieniowanie optyczne w miejscu pracy.

11.4. Działania w przypadku przekroczenia wartości granicznych narażenia

Jeżeli stwierdzono, że wartości graniczne narażenia zostały przekroczone lub jeżeli uznano, że negatywne skutki dla zdrowia lub określona choroba zostały spowodowane przez sztuczne promieniowanie optyczne w miejscu pracy, należy podjąć następujące działania:

- zawiadomić pracownika o wynikach,
- udzielić pracownikowi informacji i porad dotyczących dodatkowych kontroli warunków zdrowotnych,
- poinformować pracodawcę z poszanowaniem wszelkich zasad tajemnicy lekarskiej,
- pracodawca powinien dokonać przeglądu oceny ryzyka,
- pracodawca powinien dokonać przeglądu dostępnych środków kontroli (które mogą obejmować doradztwo specjalistyczne),
- pracodawca powinien zorganizować wszelkie niezbędne dalsze kontrole warunków zdrowotnych.

Załącznik A. Charakter promieniowania optycznego

Światło stanowi przykład codziennego promieniowania optycznego – sztucznego promieniowania optycznego, jeżeli jego źródłem jest lampa. Stosuje się termin „promieniowanie optyczne”, ponieważ światło stanowi rodzaj promieniowania elektromagnetycznego i ma wpływ na oko, tj. wchodzi do wnętrza oka, ulega skupieniu, a następnie zostaje wykryte.

Światło dociera w postaci barwnego widma, od odcieni fioletu i barwy niebieskiej poprzez odcienie zieleni i żółci do odcieni barwy pomarańczowej i czerwieni. Barwy, które postrzegamy w świetle, zależą od długości fal występujących w widmie światła. Fale o mniejszej długości odpowiadają barwy na niebieskim końcu widma, a fale o większej długości – na końcu czerwonym. Należy pamiętać, że światło składa się ze strumienia bezmasowych cząstek zwanych fotonami, których energii odpowiada określona długość fali.

Widmo promieniowania elektromagnetycznego ma znacznie większy zakres fal, niż widmo światła widzialnego. Promieniowanie podczerwone, promieniowanie mikrofalowe i fale radiowe to przykłady promieniowania elektromagnetycznego o rosnących długościach fal. Promieniowanie nadfioletowe, promienie rentgenowskie i promienie gamma charakteryzują się małymi długościami fal (podane w kolejności malejącej).

Na podstawie długości fal można uzyskać inne użyteczne informacje na temat promieniowania elektromagnetycznego.

Kiedy promieniowanie elektromagnetyczne wchodzi w interakcję z danym materiałem, istnieje prawdopodobieństwo, że odda pewną ilość energii w punkcie interakcji. Może to powodować pewne oddziaływanie na materiał – na przykład widzialne światło docierające do siatkówki oddaje wystarczającą ilość energii, aby wywołać reakcje biochemiczne, w wyniku których zostaje wysłany sygnał przez nerw optyczny do mózgu. Ilość energii występującej w przypadku takich interakcji zależy zarówno od ilości

promieniowania, jak i od jego zakresu energetycznego. Ilość energii występującej w promieniowaniu elektromagnetycznym może być związana z długością fali. Im mniejsza jest długość fali, tym większą energię ma promieniowanie. Światło niebieskie ma większą energię niż światło zielone, które z kolei ma większą energię niż światło czerwone. Promieniowanie nadfioletowe ma największą energię spośród wszystkich długości fal światła widzialnego.

Długość fali promieniowania określa także stopień, w jakim wnika ono w ciało i na nie oddziałuje. Na przykład promieniowanie UVA jest przekazywane do siatkówki w mniej skuteczny sposób niż światło zielone.

Niektóre z niewidzialnych części widma elektromagnetycznego są objęte terminem „promieniowanie optyczne”. Są to nadfioletowe i podczerwone strefy widma. Mimo że nie można ich zobaczyć (siatkówka nie posiada detektorów dla takich długości fal), części powyższych zakresów widma mogą w mniejszym lub większym stopniu docierać do oka. Ze względów praktycznych widmo promieniowania optycznego podzielono na długości fal w następujący sposób:

nadfioletowe „C” (UVC): 100–280 nm

UVB 280–315 nm

UVA 315–400 nm

widzialne 380–780 nm

podczerwone „A” (IRA) 780–1400 nm

IRB 1400–3000 nm

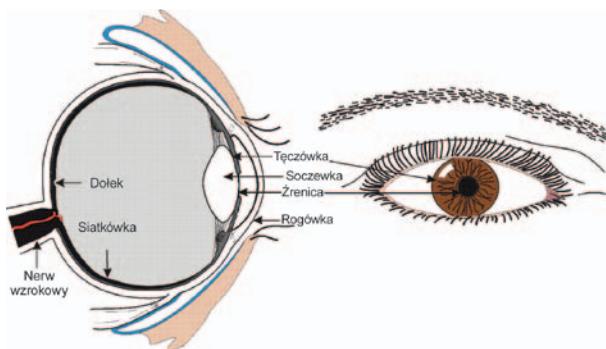
IRC 3000–1 000 000 nm (3 μ m–1 mm)

Dyrektywa zawiera wartości graniczne narażenia obejmujące zakres widma od 180 nm do 3000 nm dla promieniowania optycznego niekoherentnego oraz od 180 nm do 1 mm dla promieniowania laserowego.

Załącznik B. Biologiczne skutki promieniowania optycznego dla oka i skóry

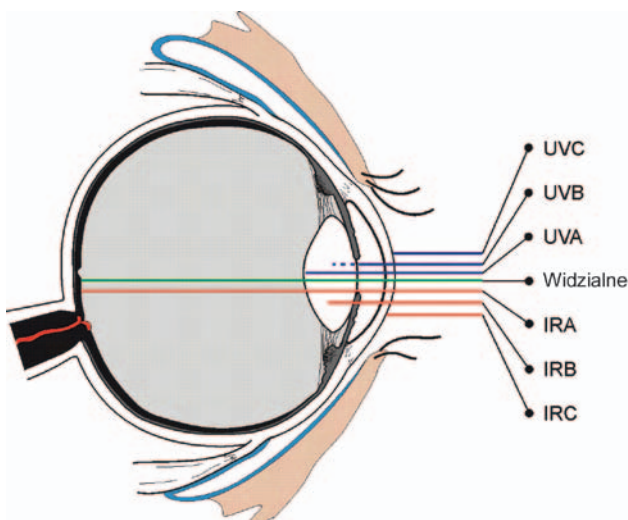
B.1. Oko

Rys. B.1.1. Budowa oka



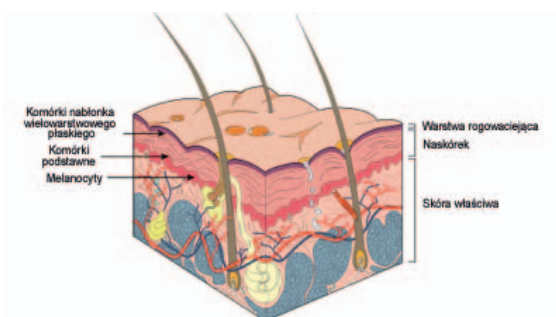
Światło przedostające się do wnętrza oka przechodzi przez rogówkę, ciecz wodnistą, a następnie przez otwór o regulowanej wielkości (żrenicę) oraz soczewkę i ciało szkliste, które kierują je na siatkówkę. Nerw wzrokowy przekazuje sygnał z fotoreceptorów siatkówki do mózgu.

Rys. B.1.2. Przenikanie różnych długości fal przez oko



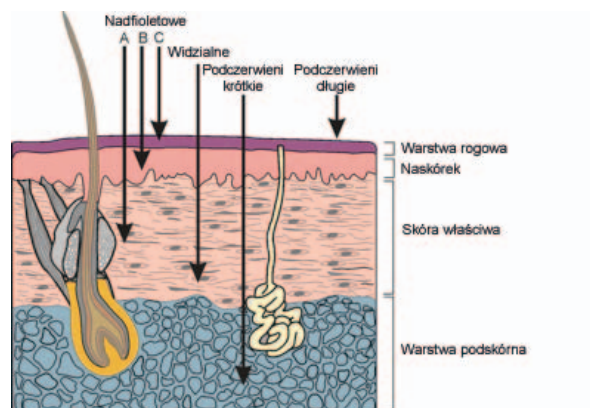
B.2. Skóra

Rys. B.2.1. Budowa skóry



Zewnętrzna warstwa skóry – naskórek – zawiera głównie keratynocyty (komórki nabolinka wielowarstwowego płaskiego), produkowane w warstwie podstawnej i przechodzące do warstwy powierzchniowej, w której zostaną starte. Skóra właściwa składa się głównie z włókien kolagenowych i zawiera zakończenia nerwowe, gruczoły potowe, mieszki włosowe oraz naczynia krwionośne.

Rys. B.2.2. Przenikanie różnych długości fal przez skórę



B.3. Biologiczne skutki różnych długości fal dla oka i skóry

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

Wpływ na skórę

Przeważająca część promienia nadfioletowego (UVR) docierająca do skóry jest pochłaniana przez naskórek, chociaż w przypadku dłuższych fal UVA przenikanie jest znacznie większe.

Krótkoterminowe narażenie na zbyt intensywne promieniowanie UV powoduje rumień – zaczerwienienie skóry i obrzęk. Objawy mogą być ostre, a maksymalne nasilenie pojawia się od 8 do 24 godzin po narażeniu, ustępując w ciągu 3–4 dni przy późniejszym wysychaniu i łuszczeniu się skóry. Może potem wystąpić wzrost pigmentacji skóry (opalenizna opóźniona). Narażenie na promieniowanie UVA może spowodować także natychmiastowe ale nietrwałe zmiany zabarwienia skóry (bezpośrednie przebarwienie skóry – ang. *immediate pigment darkening*, IPD).

U niektórych osób reakcje skóry na promienie UVR odbiegają od normy (fotowrażliwość) ze względu na uwarunkowania genetyczne, metaboliczne lub inne nieprawidłowości, albo w wyniku przyjęcia pewnych leków lub substancji chemicznych lub kontaktu z nimi.

Najpoważniejszym długoterminowym skutkiem promieniowania UV jest wywołanie raka skóry. Nieczerniakowe nowotwory skóry (NMCS) są nowotworami podstawnoskórnymi i rakami płaskokomórkowymi. Występują stosunkowo często u ludzi o białej skórze, przy czym są rzadko śmiertelne. Atakują najczęściej fragmenty ciała wystawione na oddziaływanie promieni słonecznych, takie jak twarz i dłonie, a zachorowalność na nie wrasta wraz z wiekiem. Z badań epidemiologicznych wynika, że ryzyko zachorowania na oba wymienione rodzaje nowotworu skóry może być związane ze skumulowaną ekspozycją na promieniowanie UV, chociaż mocniejsze dowody uzyskano w przypadku nowotworów płaskokomórkowych. Czerniak złośliwy stanowi główną przyczynę śmierci na nowotwór skóry, przy czym zachorowalność jest mniejsza niż w przypadku NMCS. Wyższą zachorowalność stwierdzono u osób z dużą liczbą znamion („pieprzyków”), o jasnej karnacji, o blond lub rudych włosach oraz u osób mających skłonność do piegów, oparzeń słonecznych i u których nie

pojawia się opalenizna w wyniku działania promieni słonecznych. Zarówno przypadki ostrych oparzeń słonecznych, jak i chroniczna ekspozycja przy okazji obowiązków zawodowych lub zajęć rekreacyjnych mogą przyczynić się do wywołania czerniaka złośliwego.

Chroniczne narażenie na promieniowanie UVR może powodować także fotostarzenie skóry charakteryzujące się szorstkim pomarszczonym wyglądem i utratą elastyczności: długości fal UVA wywierają największy skutek, ponieważ mogą wnikać we włókna kolagenowe i elastynowe skóry właściwej. Istnieje także dowód na to, że narażenie na promienie UVR może mieć wpływ na reakcje odpornościowe.

Najważniejszym znanym korzystnym skutkiem oddziaływania UVR jest synteza witaminy D, przy czym w wyniku krótkich okresów narażenia na światło słoneczne w życiu codziennym produkowane są wystarczające ilości witaminy D, jeżeli przyjmowane są odpowiednie pokarmy.

Wpływ na oczy

Promienie UVR padające na oko są pochłaniane przez rogówkę i soczewkę. Rogówka i spojówka silnie pochłaniają promieniowanie przy długościach fal poniżej 300 nm. Promieniowanie UVC jest pochłaniane przez powierzchniowe warstwy rogówki, a promieniowanie UVB przez rogówkę i soczewkę. Promienie UVA przechodzą przez rogówkę, a następnie są pochłaniane przez soczewkę.

Reakcje oka ludzkiego na intensywną nadmierną ekspozycję na UVR obejmują *photokeratitis* i *photoconjunctivitis* (odpowiednio zapalenie rogówki i spojówki), znane bardziej powszechnie jako ślepoty śnieżne, „oko spawacza” lub „oślepienie spawacza”. Objawy – od łagodnego podrażnienia, lekkiej wrażliwości i łzawienia do ostrego bólu – występują w czasie od 30 minut do jednego dnia, w zależności od intensywności narażenia i zazwyczaj ustępują w ciągu kilku dni.

Chroniczne narażenie na UVA i UVB może powodować zaćmę w wyniku zmian w strukturze białka soczewki oka. Zwykle przez siatkówkę przedostaje się bardzo mała ilość promieniowania UV (mniej niż 1% UVA), ponieważ jest ono pochłaniane przez zewnętrzne tkanki oka. W przypadku osób, które straciły naturalną soczewkę w wyniku zabiegu usunięcia zaćmy i jeśli nie została wszczepiona sztuczna soczewka pochłaniająca promieniowanie UVR, może ono jednak uszkodzić siatkówkę (przy długościach

fal wynoszących 300 nm) wnikać do oka. Takie uszkodzenie jest powodowane przez wolne rodniki, produkowane w wyniku reakcji fotochemicznych, które atakują struktury komórkowe siatkówki. Siatkówka jest normalnie chroniona przed poważnymi uszkodzeniami dzięki instynktownym reakcjom obronnym na światło widzialne, ale promieniowanie UVR nie wywołuje takich reakcji: osoby nieposiadające soczewek pochłaniających UVR są w związku z tym bardziej narażone na uszkodzenia siatkówki, jeżeli pracują przy urządzeniach będących źródłem tego rodzaju promieniowania.

Chroniczne narażenie na promieniowanie UVR w poważającej mierze przyczynia się do występowania zaburzeń rogówki i spojówek, takich jak keratopatia w postaci zmian rogówki w kształcie kropelek charakterystyczna dla danych stref klimatycznych (ang. climatic droplet keratopathy; złogi o żółtej lub brązowej barwie odkładające się w spojówce i rogówce), skrzydlak (przerost tkanki, który może zachodzić na rogówkę) oraz prawdopodobnie tłuszczak na spojówce gałkowej (rozrostowa zmiana o żółtej barwie na spojówce).

B.3.2. Promieniowanie widzialne

Wpływ na skórę

Promieniowanie widzialne (światło) wnika w skórę i może podnieść miejscową temperaturę w stopniu powodującym oparzenie. Ciało dostosowuje się do stopniowych wzrostów temperatury przyspieszając przepływ krwi (obniżając odczuwaną temperaturę) i wydzielając pot. Jeżeli napromieniowanie nie wystarczy, aby spowodować ciężkie oparzenie (w czasie 10 sekund lub krótszym), ochroną osoby narażonej będą instynktowne reakcje obronne na ciepło.

W przypadku dłuższego czasu narażenia wzrost temperatury wewnętrznej w wyniku stresu termicznego (zwiększona ciepłota głęboka ciała) jest głównym negatywnym skutkiem. Należy uwzględnić temperaturę środowiska i obciążenie pracą, mimo że zakres Dyrektywy nie obejmuje wyraźnie tych aspektów.

Wpływ na oczy

Ponieważ działanie oka polega na odbieraniu i skupianiu widzialnych promieni, siatkówka jest narażona w większym stopniu niż skóra. Patrzenie się na źródło jaskrawego światła może uszkodzić siatkówkę. Jeżeli uszkodzeniu ulegnie

dołek, np. wskutek bezpośredniego patrzenia wprost na wiązkę laserową, mogą wystąpić poważne upośledzenia widzenia. Naturalne środki obronne obejmują reakcje obronne na jaskrawe światło (reakcja następuje w około 0,25 sekundy – źrenica zwęża się i może zmniejszyć natężenie napromieniowania siatkówki prawie o współczynnik 30, a także może nastąpić bezwarunkowe odwrócenie głowy).

Wzrost temperatury w siatkówce o 10–20°C może prowadzić do nieodwracalnego uszkodzenia w wyniku denaturacji białek. Jeżeli źródło promieniowania obejmuje znaczną część pola widzenia powodując duże uszkodzenie siatkówki, trudno jest komórkom siatkówki znajdującym się w środkowej części obrazu zapewnić szybką ochronę przed wysoką temperaturą.

Widzialne promieniowanie może powodować taki sam rodzaj uszkodzeń fotochemicznych, jak promieniowanie UVR (choć w przypadku widzialnych długości fal reakcje obronne na jaskrawe światło mogą działać jako mechanizm ochronny). Skutek ten występuje najczęściej przy długościach fal wynoszących około 435–440 nm, dlatego też jest czasem nazywany „zagrożeniem światłem niebieskim”. Chroniczne narażenie na silne światło widzialne w otoczeniu może stanowić przyczynę uszkodzeń fotochemicznych komórek siatkówki, powodując słabe odbieranie barw i widzenie w nocy.

Jeżeli promienie wnikać do oka w postaci zasadniczo równoległej wiązki (tj. rozbieżność od odległego źródła lub lasera jest bardzo mała), mogą paść na siatkówkę na bardzo ograniczonej przestrzeni przy niezwykle silnej koncentracji energii, powodując w rezultacie jej poważne uszkodzenie. Taki proces skupiania wiązki światła może teoretycznie zwiększyć natężenie napromieniowania siatkówki w stosunku do promieniowania padającego na oko około 500 000 razy. W takich przypadkach może ono przekroczyć jaskrawość wszelkich znanych naturalnych i wykonanych przez człowieka źródeł światła. Większość obrażeń powodowanych przez lasery to oparzenia: lasery o wysokiej mocy szczytowej impulsu mogą powodować tak szybki wzrost temperatury, że komórki dosłownie eksplodują.

B.3.3. IRA

Wpływ na skórę

Promienie IRA wnika w tkankę na głębokość kilku milimetrów, tj. w głąb skóry właściwej. Mogą powodować takie same skutki termiczne, jak promieniowanie widzialne.

Wpływ na oczy

Podobnie jak w przypadku promieni widzialnych, promienie IRA są skupiane przez rogówkę i soczewkę, a następnie przekazywane do siatkówki. Mogą spowodować w niej taki sam rodzaj uszkodzeń termicznych, jak promieniowanie widzialne. Siatkówka nie wykrywa jednak promieni IRA, w związku z czym nie jest chroniona instynktownymi reakcjami obronnymi. Zakres fal widma od 380 nm do 1400 nm (widzialny i IRA) nazywany jest czasem „zakresem zagrożenia siatkówki”.

Chroniczne narażenie na IRA może powodować także zaćmę.

Fotony promieniowania IRA nie mają wystarczająco dużej energii, aby stanowić źródło ryzyka uszkodzeń fotochemicznych.

B.3.4. IRB

Wpływ na skórę

Promienie IRB wnika w tkankę na głębokość 1 mm. Mogą powodować takie same skutki termiczne, jak promieniowanie widzialne oraz IRA.

Wpływ na oczy

Przy długościach fal wynoszących około 1400 nm ciecz wodnista wykazuje bardzo silną chłonność, natomiast większe długości fal są osłabiane przez ciało szkliste, w związku z czym zostaje zapewniona ochrona siatkówki. Nagrzanie się cieczy wodnistej i tęczówki może spowodować wzrost temperatury przyległych tkanek,

w tym soczewki, która nie jest unaczyniona i nie może kontrolować swojej temperatury. Czynniki te, łącznie z bezpośrednią absorpcją IRB przez soczewkę, powoduje powstawanie zaćmy, która stanowi jedno z poważniejszych schorzeń zawodowych niektórych grup, głównie dmuchaczy szkła i pracowników wykonujących łańcuchy.

B.3.5. IRC

Wpływ na skórę

Promienie IRC wnika tylko do najbardziej zewnętrznej warstwy martwych komórek skóry (warstwy rogowej). Lasery o dużej mocy, które mogą zniszczyć warstwę rogową i uszkodzić leżące niżej tkanki, stanowią największe zagrożenie w zakresie promieniowania IRC. Uszkodzenia mają głównie charakter termiczny, ale lasery o wysokiej mocy szczytowej mogą być także przyczyną uszkodzeń mechanicznych i akustycznych.

Jeżeli chodzi o długości fal widzialne, IRA i IRB, należy wziąć pod uwagę wzrost temperatury wewnętrznej oraz dolegliwości związane ze stresem cieplnym.

Wpływ na oczy

Rogówka pochłania promienie IRC, w związku z czym głównym zagrożeniem są jej oparzenia. Temperatura panująca w przyległych strukturach oka może wzrosnąć w wyniku przewodzenia termicznego, ale wpływ na taki proces będzie miało trzymanie ciepła (przez parowanie i mruganie) i jego dopływ (wraz ze wzrostem ciepłoty ciała).

Załącznik C. Wielkości i jednostki sztucznego promieniowania optycznego

Jak wskazano w części „Charakter promieniowania optycznego”, skutki takiego promieniowania zależą od energii promieniowania i jej ilości. Istnieje wiele sposobów ilościowego określania promieniowania optycznego: poniżej przedstawiono zwięźle metody przyjęte w przedmiotowej Dyrektywie.

C.1. Podstawowe wielkości

C.1.1. Długość fali

Dotyczy charakterystycznej długości fali promieniowania optycznego. Długość fali mierzy się małymi podwielokrotnościami metra – zazwyczaj w nanometrach (nm), przy czym jeden nanometr równa się jednej milionowej milimetra. W przypadku większych długości fal praktyczniejsze jest czasami zastosowanie mikrometrów (μm). Jeden mikrometr równa się 1000 nanometrów.

W wielu przypadkach przedmiotowe źródło promieniowania optycznego może emitować fotony o wielu różnych długościach fal.

We wzorach długość fali oznacza się symbolem λ (lambda).

C.1.2. Energia

Energię mierzy się w dżulach (J). Można ją zastosować w odniesieniu do energii każdego fotonu (związaną z długością fali fotonu). Może się ona odnosić także do energii zawartej w danej ilości fotonów, na przykład w impulsie laserowym.

Energię oznacza się symbolem Q .

C.1.3. Inne przydatne wielkości

Kąt widzenia

Jest to widoczna szerokość obiektu (zwykle źródła promieniowania optycznego) widzianego z pewnego miejsca (zasadniczo z punktu, w którym dokonywane są pomiary). Oblicza się go dzieląc rzeczywistą szerokość obiektu przez odległość od tego obiektu. Obie wartości powinny być wyrażone w tych samych jednostkach. Niezależnie od jednostek, w których wyrażone są te wartości, otrzymany kąt widzenia zostaje wyrażony w radianach (r).

Jeżeli obiekt jest usytuowany pod kątem w stosunku do patrzącego, kąt widzenia należy pomnożyć przez cosinus tego kąta.

W Dyrektywie kąt widzenia oznacza się symbolem α (alfa).

Bryłowy kąt widzenia

Jest to trójwymiarowy odpowiednik kąta płaskiego. Pole obiektu dzieli się przez odległość podniesioną do kwadratu. Podobnie jak poprzednio można zastosować cosinus kąta widzenia w celu wzięcia poprawki na nieosiowe położenie. Jednostką jest steradian (Sr), a symbolem ω (omega).

Rozbieżność wiązki

Jest to kąt rozbieżności wiązki promieniowania optycznego w miarę jej oddalania się od źródła. Wielkość tę można obliczyć przyjmując szerokość wiązki w dwóch punktach, a następnie dzieląc różnicę szerokości przez odległość między punktami. Jednostką miary jest radian.

C.1.4. Wielkości wykorzystywane do wartości granicznych narażenia

Moc promienista

Moc definiuje się w niniejszym podręczniku jako prędkość, z jaką energia przechodzi przez dane miejsce w przestrzeni. Jest mierzony w watach (W), przy czym 1 wat równa się 1 dżulowi na sekundę. Oznacza się go symbolem Φ (fi).

Pojęcie „moc” może odnosić się do strumienia określonej wiązki promieniowania optycznego i jest wtedy często nazywana „mocą CW”. Na przykład laser CW o mocy promienistej równej 1 mW emituje fotony o całkowitej energii wynoszącej 1 mJ na sekundę.

Moc można zastosować także w celu określenia impulsu promieniowania optycznego. Na przykład, jeżeli laser emituje dyskretny impuls o energii 1 mJ w 1 ms, moc impulsu wynosi 1 W. Jeżeli impuls zostałby wyemitowany w krótszym czasie, na przykład 1 μ s, moc wyniosłaby 1000 W.

Natężenie napromieniowania

Natężenie napromieniowania to ilość energii na jednostkę czasu przechodzącej przez jednostkową powierzchnię w danym miejscu. Zależy ono zatem od mocy promieniowania optycznego oraz pola powierzchni wiązki w danym przekroju. Oblicza się je przez podzielenie mocy przez pole, uzyskując jednostki będące wielokrotnością watów na metr kwadratowy ($W m^{-2}$). Natężenie napromieniowania oznacza się symbolem E .

Dawka promieniowania

Dawka napromieniowania jest to ilość energii docierającej do jednostkowej powierzchni w danym miejscu. Oblicza się ją przez pomnożenie natężenia napromieniowania, wyrażonego w $W m^{-2}$, przez czas narażenia, wyrażony w sekundach. Jednostką dawki jest zatem dżul na metr kwadratowy ($J m^{-2}$). Dawkę napromieniowania oznacza się symbolem H .

Luminancja energetyczna

Luminancja energetyczna to wielkość wykorzystywana do opisanego koncentracji wiązki promieniowania optycznego. Można ją obliczyć dzieląc natężenie napromieniowania

w danym miejscu przez kąt bryłowy źródła widzianego z tego miejsca. Jednostką jest wat na metr kwadratowy na steradian ($W m^{-2} sr^{-1}$). Luminancję energetyczną oznacza się symbolem L .

C.1.5. Wielkości widmowe oraz wielkości szerokopasmowe

Jeżeli źródło promieniowania optycznego, takie jak laser, emituje światło tylko o jednej długości fali (na przykład 633 nm), wszelkie podawane wielkości będą automatycznie stanowić opisy emisji tylko dla tej jednej długości fali. Na przykład $\Phi = 5$ mW.

Jeżeli występuje więcej długości fal niż jedna, każda dyskretna wartość długości fali będzie wyrażana przy pomocy odpowiednich wielkości. Na przykład laser może emitować 3 mW przy 633 nm oraz 1 mW przy 1523 nm. Jest to opis widmowego rozkładu mocy źródła, często oznaczanego jako Φ_λ . W odniesieniu do podanego lasera prawdziwe będzie także stwierdzenie, że dla tego lasera $\Phi = 4$ mW, co odpowiada całkowitemu strumieniowi promienistemu (energetycznemu) – wartość ta jest wartością szerokopasmową.

Parametry szerokopasmowe oblicza się sumując wszystkie parametry widmowe z przedmiotowego zakresu długości fali.

C.1.6. Wielkości radiometryczne oraz wielkości skuteczne

Wszystkie omówione dotąd wielkości są wielkościami radiometrycznymi. Dane radiometryczne określają ilościowo i opisują pewne aspekty pola promieniowania. Nie zawsze wskazują na biologiczne skutki promieniowania. Na przykład natężenie napromieniowania równe $1 W m^{-2}$ przy 270 nm jest bardziej niebezpieczne dla rogówki niż natężenie równe $1 W m^{-2}$ przy 400 nm. Jeżeli wymaga się podania informacji dotyczących skutków biologicznych, muszą zostać zastosowane wielkości skuteczne. Wiele wartości granicznych narażenia jest wyrażonych w wielkościach skutecznych, ponieważ chodzi w ich przypadku o uniknięcie skutków biologicznych.

Wielkości skuteczne istnieją tylko wtedy, gdy naukowcy posiadają pewną koncepcję, w jaki sposób zmienia się oddziaływanie danego skutku w zależności od długości fali.

Na przykład skuteczność promieniowania w powodowaniu zapalenia spojówki zwiększa się począwszy od 250 nm, osiągając wartość szczytową przy 270 nm, a następnie zmniejsza się gwałtownie do 400 nm. Jeżeli względna skuteczność widmowa jest znana, oznacza się ją często za pomocą symbolu, takiego jak S_λ , B_λ , R_λ . Są to względne skuteczności widmowe w powodowaniu odpowiednio zapalenia rogówki lub rumienia oraz fotochemicznych i termicznych uszkodzeń siatkówki.

Wartości względnej skuteczności widmowej można wykorzystać do przemnożenia zbioru danych radiometrycznych widma i uzyskania danych skuteczności widmowej. Takie dane dotyczące skuteczności można następnie zsumować w celu uzyskania skutecznej wielkości szerokopasmowej, często podawanej w indeksie dolnym odnoszącym się do zastosowanych wartości skuteczności widmowej. Na przykład symbol L_b oznacza wartość szerokopasmowej luminancji energetycznej (L), która została zważona dla widma przy pomocy rozkładu widmowego wartości skutecznych B_λ .

C.1.7. Luminancja

Przykładem wielkości skuteczności biologicznej, o której dotąd nie wspomniano, jest luminancja. Mimo że nie stosuje się jej dla żadnej wartości granicznej narażenia, jest bardzo użyteczna przy wstępnej ocenie możliwości spowodowania uszkodzeń siatkówki przez szerokopasmowe źródła światła białego.

Luminancję oznacza się symbolem L_v i wyraża w kandelach na metr kwadratowy (cd m^{-2}). Skutek biologiczny, jaki opisuje, to oświetlenie widziane przez oko przystosowane do światła dziennego, które odnosi się do wielkości natężenia oświetlenia (E_v , mierzonej w luksach), która jest znana wielu inżynierom zajmującym się oświetleniem.

Stosunek można wyrazić jako $L_v = E_v / \omega$. Jeżeli znane jest natężenie oświetlenia padające ze źródła na powierzchnię, odległość do źródła oraz wymiary źródła, można łatwo obliczyć luminancję.

Załącznik D. Opracowane przykłady

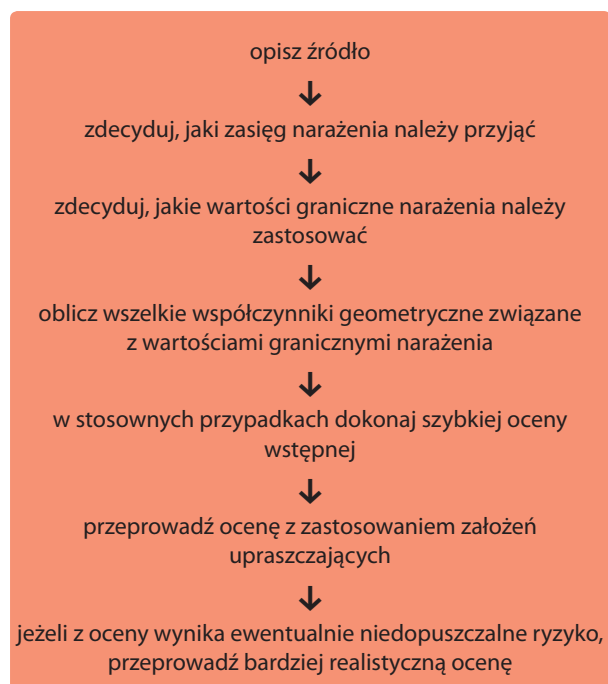
D.1. Biuro

Przedstawione poniżej przykłady obejmują różne powszechnie wykorzystywane źródła promieniowania optycznego, które występują w większości środowisk pracy lub wielu z nich.

Zastosowano wspólne podejście do oceny ryzyka związanego z takimi prostymi źródłami. Podejście to zostało szczegółowo przedstawione poniżej i powtórzone w zbiorczej formie w każdym z kolejnych przykładów.

D.1.1. Objaśnienie ogólnej metody

Ogólna metoda opiera się na normie EN 62471 (2008), ale na ile to możliwe zastosowane zostały założenia upraszczające, które odzwierciedlają większy niż to konieczne stopień ostrożności przyjęty w odniesieniu do zagrożeń dla siatkówki oka. Objaśnienie podane poniżej jest dość obszerne, ponieważ ma obejmować wszystkie przedstawione później przykłady. Ocenę ryzyka przeprowadza się według następujących kroków:



Po pierwsze należy opisać źródło i sporządzić wykaz jego wymiarów. Wymiary będą potrzebne, jeżeli źródło emituje promieniowanie z widzialnych zakresów widma lub z zakresu IRA.

Należy podjąć decyzję, dla jakiego zasięgu zostanie przeprowadzona ocena ryzyka: odległość pomiarową dobiera się zwykle tak, aby stanowiła realistyczną, chociaż przy nieco pesymistycznych założeniach, najkrótszą odległość, na jaką osoby mogą się zbliżyć do źródła – nie dobiera się jej po prostu jako najmniejszej możliwej odległości.

Wybór wartości granicznych narażenia

Jakie wartości graniczne narażenia są odpowiednie? Zakłada się możliwie najbardziej niekorzystną sytuację, w przypadku której ktoś ma wzrok skierowany na źródło przez 8 godzin, oraz uwzględnia tabelę 1.1 zawartą w Dyrektywie.

Indeks	Długość fali w nm	Jednostka	Część ciała	Zagrożenie	Stosowność
a	180–400 (UVA, UVB, UVC)	J m ⁻²	Oko – rogówka Spojówka Soczewka Skóra	Zapalenie rogówki Zapalenie spojówek Zaćma Rumień Elastoza Rak skóry	Tak, jeżeli źródło emituje UVR.
b	315–400 (UVA)	J m ⁻²	Oko – soczewka	Zaćma	Tak, jeżeli źródło emituje UVR.
c	300–700 (Światło niebieskie) (gdzie α ≥ 11 mrad oraz t ≤ 10 000 s)	W m ⁻² sr ⁻¹	Oko – siat- kówka	Zapalenie siatkówki	Nie, najgorszy przypadek wystąpiłby przy najdłuż- szym narażeniu.
d	300–700 (Światło niebieskie) (gdzie α ≥ 11 mrad oraz t > 10 000 s)	W m ⁻² sr ⁻¹			Tak, jeżeli źródło emituje promieniowanie z zakresu widzialnego. Taka wartość graniczna obejmuje najbar- dziej skrajny przypadek narażenia o czasie trwania wynoszącym 8 godzin.
e	300–700 (Światło niebieskie) (gdzie α < 11 mrad oraz t ≤ 10 000 s)	W m ⁻²			Nierzadko, ponieważ powszechnie wykorzysta- wane źródła są zwykle dość duże.
f	300–700 (Światło niebieskie) (gdzie α < 11 mrad oraz t > 10 000 s)	W m ⁻²			
g	380–1400 (Widzialne i IRA) (dla t > 10 s)	W m ⁻² sr ⁻¹	Oko – siat- kówka	Oparzenie siatkówki	Tak, jeżeli źródło emituje promieniowanie z zakresu widzialnego. Taka wartość graniczna obejmuje najbar- dziej skrajny przypadek narażenia o czasie trwania wynoszącym 8 godzin.
h	380–1400 (Widzialne i IRA) (dla t 10 μs do 10 s)	W m ⁻² sr ⁻¹			Nie, najbardziej skrajny przypadek występuje przy najdłuższym okresie narażenia.
i	380–1400 (Widzialne i IRA) (dla t < 10 μs)	W m ⁻² sr ⁻¹			
j	780–1400 (IRA) (dla t > 10 s)	W m ⁻² sr ⁻¹	Oko – siat- kówka	Oparzenie siatkówki	Nierzadko, ponieważ powszechnie wykorzysta- wane źródła emitują zwykłe promieniowanie widzialne, dla którego wartości graniczne w g, h oraz l są bardziej odpowiednie.
k	780–1400 (IRA) (dla t 10 μs do 10 s)	W m ⁻² sr ⁻¹			
l	780–1400 (IRA) (dla t < 10 μs)	W m ⁻² sr ⁻¹			
m	780–1400 (IRA, IRB) (dla t ≤ 1000 s)	W m ⁻²	Oko – rogówka Soczewka	Oparzenie rogówki	
n	780–3000 (IRA, IRB) (dla t > 1000 s)	W m ⁻²			
o	380–3000 (Widzialne, IRA, IRB)	J m ⁻²	Skóra	Oparzenie	Nierzadko, ponieważ chodzi wyłącznie o źródła przemy- słowe wytwarzające bardzo wysokie temperatury.

Zwykle najbardziej odpowiednie jest zatem zastosowanie wartości granicznych narażenia a i b (jeżeli źródło emituje UVR) lub granicznych narażenia d i g (jeżeli źródło emituje promieniowanie widzialne i IRA).

W wyjątkowych okolicznościach właściwe mogą okazać się inne wartości graniczne narażenia, na przykład narażenie graniczne c stosuje się, jeżeli istnieje prawdopodobieństwo, że narażenie graniczne d zostanie przerwane, natomiast narażenie graniczne h stosuje się, jeżeli istnieje prawdopodobieństwo, że narażenie graniczne g zostanie przerwane. Okoliczności te ujawnią się w trakcie przeprowadzania oceny ryzyka.

Powyższe wartości graniczne narażenia obejmują stosowanie krzywych rozkładu widmowego skuteczności $S(\lambda)$, $B(\lambda)$ i $R(\lambda)$. Współczynniki te zostały objaśnione w sekcji 5.2. Ich zastosowanie oznacza, że potrzebne będą parametry widma.

Współczynniki geometryczne

Jeżeli źródło emituje promieniowanie widzialne i IRR, odpowiednie wartości graniczne narażenia i wielkości radiometryczne będą zależały od współczynników geometrycznych, które muszą zostać obliczone. Niektóre z tych współczynników zostały określone w Dyrektywie, inne zaś objaśnione w normie EN 62471 (2008). Jeżeli źródło emituje wyłącznie UVR, wszystkie tego rodzaju współczynniki są nieistotne.

Współczynniki geometryczne to:

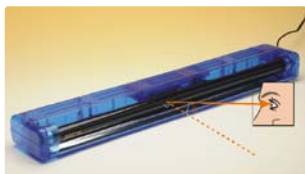
θ (kąt między prostopadłą do powierzchni źródła i linią celowniczą zastosowaną do pomiarów, zob. wykres po prawej stronie)

Z (oznacza wielkość źródła)

α (kąt wyznaczony przez źródło)

C_a (współczynnik zależny od α)

ω (naprzeciwległy kąt bryłowy wyznaczony przez źródło)



Przed przystąpieniem do obliczania któregośkolwiek z powyższych współczynników należy przeanalizować, czy źródło emituje pole stosunkowo jednolite przestrzennie. Jeżeli źródło jest jednolite, wszelkie wymiary (długość, szerokość itp.) należy przyjmować jako odnoszące się do całego pola powierzchni źródła. Jeżeli jest ono ewidentnie niejednolite (jak w przypadku jaskrawej żarówki umieszczonej przed słabym odbłyśnikiem), wymiary te należy uwzględnić jako odnoszące się tylko do najbardziej jaskrawej części pola. Jeżeli źródło składa się z dwóch lub większej liczby identycznych emiterów, każdy z nich można

traktować jako oddzielne źródło odpowiadające za odpowiednią część mierzonych emisji.

Obliczanie Z :

długość widoczna (l) źródła = rzeczywista długość $\times \cos\theta$

szerokość widoczna (w) źródła = rzeczywista szerokość $\times \cos\theta$

Z jest średnią l oraz w

Uwaga:

- jeżeli źródło jest widziane prostopadłe do jego powierzchni, $\cos\theta = 1$
- jeżeli źródło jest okrągłe i jest widziane pod kątem 90° , Z jest równe jego średnicy

Powierzchnia widoczna (A) źródła jest równa:

rzeczywistej powierzchni $\times \cos\theta$ (dla źródła okrągłego), lub

$l \times w$ dla innych źródeł

Jeżeli odległość do źródła = r oraz jeżeli wszystkie wymiary zostały zmierzone w tych samych jednostkach, to:

$\alpha = Z / r$, w radianach (rad)

$\omega = A / r^2$, w steradianach (sr)

C_a zależy od α i jest stosowany wyłącznie do obliczania wartości granicznych narażenia na zagrożenie termiczne dla siatkówki. Ponieważ wszystkie oceny w niniejszym poradniku opierają się na uproszczonych założeniach wyjaśnionych poniżej, nie oblicza się C_a .

Wstępna ocena

Według podmiotu, który opracował wartości graniczne narażenia – ICNIRP – nie istnieje potrzeba przeprowadzania oceny całego zakresu widma pod kątem zagrożeń dla siatkówki oka powodowanych przez źródło oświetlenia ogólnego dające „światło białe” o luminancji $< 10^4 \text{ cd m}^{-2}$. Dotyczy to żarówek, świetlówek i lamp łukowych bez filtra.

Powyższa wartość graniczna, podana jako wytyczna, nie służy do oceny ryzyka związanego z emisjami promieniowania nadfioletowego. Można ją jednak stosować przy podejmowaniu decyzji, czy niezbędna jest pełna ocena ryzyka związanego z emisjami promieniowania widzialnego i promieniowania IRR.

W celu zastosowania podanej wartości granicznej widmowe natężenie napromieniowania w zakresie od 380 nm do 760 nm można ważyć według krzywej fotopowej skuteczności widmowej CIE, $V(\lambda)$, a następnie zsumować w celu obliczenia fotopowego skutecznego natężenia napromieniowania E_v . Wyraża się je w W m^{-2} ,

a następnie mnoży przez standardowy współczynnik skuteczności świetlnej równy 683 lm W^{-1} , co daje natężenie oświetlenia w luksach. Luminancja jest równa natężeniu oświetlenia podzielonemu przez ω .

Należy jednak zwrócić uwagę na to, że nie ma potrzeby wykonywania pomiarów widma w celu uzyskania natężenia światła oprawy oświetleniowej – powinno być możliwe ustalenie tej wartości za pomocą każdego dobrze skonstruowanego i skalibrowanego luksomierza. Dzięki temu wstępna ocena jest szybka i łatwa do zastosowania.

Niezbędne dane

Ogólnie rzecz biorąc, konieczne będzie uzyskanie danych obejmujących kompletny zakres widmowy wszystkich wartości granicznych narażenia, które mają być zastosowane. W skrajnym wypadku oznaczałoby to, że niezbędne są dane obejmujące zakres od 180 nm do 1400 nm.

Zakres widmowy, którego parametry są potrzebne, może zostać zawężony. Oczywiście jest kiedy określona wartość graniczna narażenia nie ma zastosowania: jeżeli dane źródło nie emituje UVR, potrzebne są tylko parametry obejmujące zakres od 400 nm do 1400 nm.

Może się także zdarzyć, że o danym źródle wiadomo jest, że jego emisje w określonym zakresie widmowym są równe zero. Na przykład:

- diody DEL często emitują promieniowanie w dość wąskim zakresie długości fal. Jeżeli ocenie ma zostać poddana dioda DEL w kolorze zielonym, wystarczające może okazać się dokonanie pomiarów w zakresie od około 400 nm do około 600 nm, przyjmując, że parametry poza tym zakresem są równe zero,
- źródła emitujące promieniowanie poniżej 254 nm są bardzo rzadkie i raczej niespotykane w większości miejsc pracy,
- wiele opraw oświetleniowych posiada szklane obudowy chroniące przed emisjami poniżej około 350 nm,
- poza źródłami oświetlenia jarzeniowego, w przypadku większości powszechnie wykorzystywanych źródeł emisje IRR są nieistotne.

W każdym razie, po określeniu zakresu widmowego należy zgromadzić odpowiednie dane (na drodze pomiarów lub w inny sposób). Najbardziej przydatne dane to widmowe natężenie napromieniowania. Dane te można ważyć stosując funkcje ($S(\lambda)$, $B(\lambda)$, $R(\lambda)$ oraz ewentualnie $V(\lambda)$) odpowiednie

dla wartości granicznych narażenia, które mają być zastosowane. Dane ważone należy następnie zsumować.

Uprozczone założenia

Założenia te zostały zastosowane w celu zmniejszenia stopnia złożoności procesu dokonywania pomiarów i oceny w zakresie widma widzialnego. Nie są one niezbędne, jeżeli jedyne brane pod uwagę zagrożenie jest związane z emisją UVR.

Wszystkie pomiary widmowego natężenia napromieniowania muszą zostać przeprowadzone przy pomocy odpowiedniego instrumentu: w przypadku wartości granicznych narażenia dotyczących siatkówki instrument musi mieć pole widzenia ograniczone do określonych wartości γ , w zależności od przewidywanego czasu narażenia. W przypadku wartości granicznej narażenia d , przewidywany czas trwania wynosi 8 godzin. W przypadku wartości granicznej narażenia g maksymalny czas trwania narażenia, który należy uwzględnić, wynosi 10 sekund, ponieważ wartość graniczna jest stała w czasie trwania narażenia.

W tabeli 2.5 zamieszczonej w Dyrektywie podaje się odpowiednie wartości γ :

- $\gamma = 110 \text{ mrad}$ dla wartości granicznych narażenia na zagrożenie fotochemiczne siatkówki (tj. wartość graniczna d dla okresów narażenia wynoszących 10 000 s),
- $\gamma = 11 \text{ mrad}$ dla wartości granicznych narażenia na zagrożenie termiczne dla siatkówki (tj. wartość graniczna g dla okresów narażenia wynoszących 10 s).

Może się wydawać, że takie wymogi dotyczące pola widzenia wymagają wielu różnych zestawów pomiarów. Jeżeli jednak rzeczywiste źródło jest naprzeciwgle do kąta, który jest większy niż γ , dokonywanie pomiarów przy nieograniczonym polu widzenia umożliwi zgromadzenie większej liczby danych na temat natężenia napromieniowania oraz przyjęcie większego niż to konieczne stopnia ostrożności do celów oceny ryzyka. Dzięki temu można dokonać wszystkich obliczeń na podstawie jednego zbioru danych pomiarowych uzyskanych przy nieograniczonym polu widzenia.

Aby obliczyć luminancję energetyczną na podstawie danych na temat natężenia napromieniowania, należy podzielić natężenie napromieniowania przez kąt bryłowy.

Kąt bryłowy powinien być równy rzeczywistej wartości ω lub wartości opartej na γ , w zależności od tego, która wartość jest większa.

- W przypadku wartości granicznej narażenia d , pole widzenia powinno być równe $\gamma = 110$ mrad, co odpowiada kątowi bryłowemu $0,01$ sr.
- W przypadku wartości granicznej narażenia g , pole widzenia powinno być równe $\gamma = 11$ mrad, co odpowiada kątowi bryłowemu $0,0001$ sr.

W przykładach poniżej wartości te będą określone jako:

$\omega =$ rzeczywisty kąt bryłowy przeciwległy do źródła

$\omega_B = 0,01$ sr lub ω , w zależności od tego który jest większy

$\omega_B = 0,0001$ sr lub ω , w zależności od tego który jest większy

Powyższe uproszczone założenia mogą dać zawyżone wyniki dla źródeł niejednolitego promieniowania większych niż γ . Jeżeli w trakcie oceny takiego źródła okazuje się, że wartości graniczne narażenia zostały przekroczone, wskazanym działaniem może być powtórzenie pomiarów dla pola widzenia ograniczonego do odpowiedniej wartości γ .

Porównanie z wartościami granicznymi narażenia

Wartość graniczna a
Wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$.
Jeżeli skuteczne natężenie napromieniowania E_{eff} jest wyrażone w W m^{-2} , to czas maksymalnego dopuszczalnego narażenia (MDN), w sekundach, równa się $30 \text{ J m}^{-2} / E_{\text{eff}}$.
Jeżeli czas ten jest krótszy niż 8 godzin, nie występuje ryzyko, że wartość graniczna narażenia zostanie przekroczona w odległości r .
Wartość graniczna b
Wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$.
Jeżeli skuteczne natężenie napromieniowania E_{UVA} jest wyrażone w W m^{-2} , to czas maksymalnego dopuszczalnego narażenia (MDN), w sekundach, równa się $10^4 \text{ J m}^{-2} / E_{\text{UVA}}$.
Jeżeli czas ten jest krótszy niż 8 godzin, nie występuje ryzyko, że wartość graniczna narażenia zostanie przekroczona w odległości r .
Wartość graniczna d
Wartość graniczna narażenia wynosi $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.
Jeżeli skuteczna luminancja energetyczna L_B jest mniejsza niż wartość graniczna narażenia, nie występuje ryzyko, że graniczna wartość narażenia zostanie przekroczona. Ma to zastosowanie do wszystkich odległości, o ile θ pozostaje takie samo.
Wartość graniczna g
Wartość graniczna narażenia wynosi $2,8 \times 10^7 / C_a$. W tym przypadku C_a zależy od α . Najbardziej restrykcyjną wartość graniczną narażenia osiąga się wtedy, gdy $\alpha \geq 100$ mrad. W tym przypadku $C_a = 100$ mrad, a wartość graniczna narażenia jest równa $280\,000 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.
Jeżeli skuteczna luminancja energetyczna L_R jest mniejsza niż wartość graniczna narażenia, nie występuje ryzyko, że graniczna wartość narażenia zostanie przekroczona. Ma to zastosowanie do wszystkich odległości, o ile θ pozostaje takie samo.

W przypadku przekroczenia wartości granicznych narażenia

Wartość graniczna luminancji ICNIRP
Jeżeli luminancja źródła przekracza 10^4 cd m^{-2} , ocena musi zostać przeprowadzona ponownie na podstawie wystarczających danych, aby możliwe było porównanie z wartościami granicznymi narażenia d i g.
Wartość graniczna a
Jeżeli czas trwania MDN jest krótszy niż 8 godzin, konieczne będzie wykazanie, że rzeczywisty czas przebywania pracowników przy r jest krótszy niż czas trwania MDN.
Wartość graniczna b
Jeżeli czas trwania MDN jest krótszy niż 8 godzin, konieczne będzie wykazanie, że rzeczywisty czas przebywania pracowników przy r jest krótszy niż czas trwania MDN. W tym przypadku z czasu przebywania można wyliczyć czas, w którym twarz nie jest zwrócona w kierunku źródła.
Jeżeli źródło jest bardzo jaskrawe, można założyć, że reakcja obronna ograniczy czas trwania poszczególnych epizodów narażenia do 0,25 s.
Wartość graniczna d
Jeżeli L_b jest większe niż wartość graniczna narażenia, należy obliczyć czas trwania MDN. Podstawą jest wartość graniczna narażenia c.
Wartość graniczna narażenia c wynosi $L_b \leq 10^6/t$. Czas trwania MDN (w sekundach) wynosi zatem $t_{\max} \leq 10^6/L_b$. Konieczne będzie wykazanie, że rzeczywisty czas przebywania pracowników w pozycji z linią widzenia θ jest krótszy niż $t_{\max}$. W tym przypadku z czasu przebywania w danej pozycji można wyliczyć czas, w którym twarz nie jest zwrócona w kierunku źródła.
Jeżeli źródło jest bardzo jaskrawe, można założyć, że reakcja obronna ograniczy czas trwania poszczególnych epizodów narażenia do 0,25 s.
Można także zastosować wartość graniczną narażenia e: należy zastosować stosunki $\alpha = Z/r$ oraz $L_b = E_b/\omega$ w celu obliczenia odległości, przy której $\alpha = 11 \text{ mrad}$. Jeżeli przy takiej lub większej odległości $E_b \leq 10 \text{ mW m}^{-2}$, to wartości graniczne narażenia nie zostały przekroczone poza dany punkt.
Wartość graniczna g
Jeżeli L_R jest większe niż wartość graniczna narażenia, to wartość graniczna narażenia może być zbyt restrykcyjna: jeżeli źródło rzeczywiście wyznaczyło $\alpha < 100 \text{ mrad}$, należy ponownie przeliczyć wartość graniczną narażenia.
Jeżeli L_R jest nadal większe niż uzyskana ponownie wartość graniczna narażenia, należy obliczyć czas trwania MDN. Podstawą jest wartość graniczna narażenia h.
Wartość graniczna narażenia h wynosi $L_R \leq 5 \times 10^7/c_a t^{0.25}$. Czas trwania MDN (w sekundach) wynosi zatem $t_{\max} \leq (5 \times 10^7/c_a L_R)^4$. Należy zastosować $c_a = \alpha$. Konieczne będzie następnie wykazanie, że rzeczywisty czas przebywania pracowników w pozycji z linią widzenia θ jest krótszy niż $t_{\max}$. W tym przypadku z czasu przebywania w danej pozycji można wyliczyć czas, w którym twarz nie jest zwrócona w kierunku źródła.
Jeżeli źródło jest bardzo jaskrawe, można założyć, że reakcja obronna ograniczy czas trwania poszczególnych epizodów narażenia do 0,25 s.

D.1.2. Format przykładów

Poniższe opracowane przykłady zostały przedstawione z podziałem na szereg kroków podobnych do tych zastosowanych powyżej. W przypadkach, w których przyjęto uproszczone założenia, dany przykład został opracowany w całości, ale kroki, które nie powinny być wymagane w razie zatwierdzenia uproszczonych założeń, zostały zaznaczone na szaro, dzięki czemu pokazano możliwość zastosowania wszelkich wstępnych założeń.

Zestawienie wyników uzyskanych w tych przykładach przedstawiono na końcu niniejszego załącznika.

D.1.3. Światłówki z rozpraszaczem montowane na suficie



Zespół świetlówek 3 x 36 W do ogólnych celów oświetleniowych został zamontowany w oprawie oświetleniowej sufitowej o wymiarach 57,5 x 117,5 cm.

Oprawa posiada rozpraszacz z tworzywa sztucznego całkowicie zakrywający świetlówki. Dzięki temu źródło daje wystarczająco jednolite oświetlenie.

Wybór wartości granicznych narażenia

Taki typ lamp nie emituje znaczących ilości promieniowania podczerwonego. Wszelkie zagrożenia są związane z ekspozycją na widzialne lub nadfioletowe długości fal. Nadfioletowe długości fal zostaną ponadto osłabione przy pomocy plastikowego rozpraszacza. Zastosowanie ma jedynie wartość graniczna d.

Współczynniki geometryczne

Parametry dotyczące widmowego natężenia napromieniania mierzy się w odległości 100 cm od świetlówki, patrząc w nią bezpośrednio.

Średni wymiar źródła wynosi 87,5 cm.

Zatem $\alpha = 0,875$ rad.

Pole powierzchni źródła wynosi 6756 cm².

Zatem $\omega = 0,68$ sr.

Zatem $\omega_B = 0,68$ sr oraz $\omega_R = 0,68$ sr.

Wstępna ocena

Zmierzono fotopowe skuteczne natężenie napromieniania uzyskując wynik 1477 mW m⁻². Odpowiada to natężeniu oświetlenia wynoszącemu 1009 lx.

Luminancja danego źródła wynosi zatem

$1009/0,68 = 1484$ cd m⁻².

Dalsza ocena nie jest konieczna.

Dane radiometryczne

Wartości zmierzonego skutecznego natężenia napromieniania są następujące:

Skuteczne natężenie napromieniania:

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

Natężenie napromieniania UVA: $E_{\text{UVA}} = 17 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniania (światło niebieskie): $E_B = 338 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniania (obciążenie termiczne): $E_R = 5424 \text{ mW m}^{-2}$

Uprozczone założenia

Skuteczna luminancja energetyczna (światło niebieskie): $L_B = 338 \text{ mW m}^{-2}/0,68 \text{ sr} = 0,5 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Skuteczna luminancja energetyczna (obciążenie termiczne): $L_R = 5424 \text{ mW m}^{-2}/0,68 \text{ sr} = 8 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Porównanie z wartościami granicznymi narażenia

Wartość graniczna a			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna b			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 17 \text{ mW m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna d			
wartość graniczna narażenia wynosi $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_B = 0,5 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona
Wartość graniczna g			
wartość graniczna narażenia wynosi $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 8 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona

D.1.4. Światłówka bez rozpraszacza montowana na suficie

Światłówka 58 W do ogólnych celów oświetleniowych o wymiarach 153 cm x 2 cm została zamontowana w otwartej od przodu oprawie oświetleniowej sufitowej o wymiarach 153 cm x 13 cm z wbudowanym odbłyśnikiem za światłówką. Źródło jest niejednolite, a światłówka jest jego najbardziej jaskrawą częścią.



Zobacz także przykład D.1.5.

Wybór wartości granicznych narażenia

Taki typ lamp nie emituje znaczących ilości promieniowania podczerwonego. Wszelkie zagrożenia są związane z ekspozycją na widzialne lub nadfioletowe długości fal. Zastosowanie mają wartości graniczne a, b oraz d.

Współczynniki geometryczne

Parametry dotyczące widmowego natężenia napromieniowania mierzy się w odległości 100 cm od światłówki, patrząc w nią bezpośrednio.

Średni wymiar światłówki wynosi 77,5 cm.
Zatem $\alpha = 0,775$ rad.

Powierzchnia światłówki wynosi 306 cm².

Zatem $\omega = 0,03$ sr.

$\omega_B = 0,03$ sr oraz $\omega_R = 0,03$ sr.

Wstępna ocena

Zmierzono fotopowe skuteczne natężenie napromieniowania uzyskując wynik 1640 mW m⁻². Odpowiada to natężeniu oświetlenia wynoszącemu 1120 lx.

Luminancja danego źródła wynosi zatem $1120/0,03 = 37\,333$ cd m⁻².

Konieczna wydaje się dalsza ocena zagrożeń dla siatkówki oka. Promieniowanie UVR musi także zostać poddane ocenie.

Dane radiometryczne

Wartości zmierzonego skutecznego natężenia napromieniowania są następujące:

Skuteczne natężenie napromieniowania:

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

Natężenie napromieniowania UVA:

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

Skuteczne natężenie napromieniowania (światło niebieskie): $E_B = 561 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (obciążenie termiczne): $E_R = 7843 \text{ mW m}^{-2}$

Uprozczone założenia

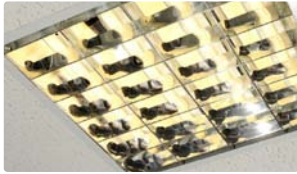
Skuteczna luminancja energetyczna (światło niebieskie): $L_B = 561 \text{ mW m}^{-2}/0,03 \text{ sr} = 19 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Skuteczna luminancja energetyczna (obciążenie termiczne): $L_R = 7843 \text{ mW m}^{-2}/0,03 \text{ sr} = 261 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Porównanie z wartościami granicznymi narażenia

Wartość graniczna a		
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{eff}} = 600 \mu\text{W m}^{-2}$ →	czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna b		
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{UVA}} = 120 \text{ mW m}^{-2}$ →	czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna d		
wartość graniczna narażenia wynosi $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ $L_B = 19 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ →	wartość graniczna narażenia nie została przekroczona
Wartość graniczna g		
wartość graniczna narażenia wynosi $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ $L_R = 261 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ →	wartość graniczna narażenia nie została przekroczona

D.1.5. Zespół świetlówek bez rozpraszacza montowany na suficie



Cztery świetlówki 18 W do ogólnych celów oświetleniowych o wymiarach 57 cm x 2 cm zostały zamontowane w otwartej z przodu

sufitowej oprawie oświetleniowej o wymiarach 57 cm x 56 cm z wbudowanymi odbłyśnikami za każdą ze świetlówek. Oprawa jest bardzo podobna do oprawy opisanej w przykładzie D1.4, z tą różnicą, że świetlówki pochodzą od innego producenta. Źródło jest niejednolite, przy czym 4 świetlówki stanowią jego najmocniejsze emitery.

Wybór wartości granicznych narażenia

Taki typ lamp nie emituje znaczących ilości promieniowania podczerwonego. Wszelkie zagrożenia są związane z ekspozycją na widzialne lub nadfioletowe długości fal. Zastosowanie mają wartości graniczne a, b oraz d.

Współczynniki geometryczne

Parametry dotyczące widmowego natężenia napromieniowania mierzy się w odległości 100 cm od świetlówki, patrząc w nią bezpośrednio.

Średni wymiar każdej ze świetlówek wynosi 29,5 cm.

Zatem $\alpha = 0,295$ rad.

Powierzchnia każdej świetlówki wynosi 114 cm².

Zatem $\omega = 0,011$ sr.

$\omega_b = 0,011$ sr oraz $\omega_r = 0,011$ sr.

Wstępna ocena

Zmierzono fotopowe skuteczne natężenie napromieniowania uzyskując wynik 1788 mW m⁻². Jest to wynik dla 4 świetlówek: ponieważ każda z nich stanowi oddzielne widzialne źródło, wytwarza 447 mW m⁻² całej wartości natężenia napromieniowania. Odpowiada to natężeniu oświetlenia wynoszącemu 305 lx na świetlówkę.

Luminancja każdej świetlówki wynosi zatem $305/0,011 = 28\,000$ cd m⁻².

Konieczna jest dalsza ocena zagrożeń dla siatkówki oka. Promieniowanie UVR musi także zostać poddane ocenie.

Dane radiometryczne

Wartości zmierzonego skutecznego natężenia napromieniowania są następujące:

Skuteczne natężenie napromieniowania:

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

Natężenie napromieniowania UVA:

$$E_{\text{UVA}} = 115 \text{ mW m}^{-2}$$

Skuteczne natężenie napromieniowania (światło niebieskie): $E_b = 555 \text{ mW m}^{-2} = 139 \text{ mW m}^{-2}$ na świetlówkę

Skuteczne natężenie napromieniowania (obciążenie termiczne): $E_r = 8035 \text{ mW m}^{-2} = 2009 \text{ mW m}^{-2}$ na świetlówkę

Uprozczone założenia

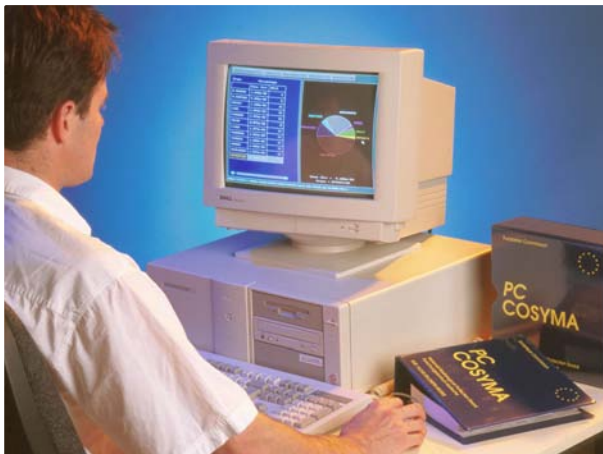
Skuteczna luminancja energetyczna (światło niebieskie): $L_b = 139 \text{ mW m}^{-2}/0,011 \text{ sr} = 13 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Skuteczna luminancja (obciążenie termiczne): $L_r = 2009 \text{ mW m}^{-2}/0,011 \text{ sr} = 183 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Porównanie z wartościami granicznymi narażenia

Wartość graniczna a		
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 1,04 \text{ mW m}^{-2}$ → Czas trwania MDN wynosi 8 godzin. Wartość ta jest bliska przekroczenia wartości granicznej narażenia
Mimo że w praktyce stała ekspozycja w odległości 100 cm nie jest prawdopodobna, należy mieć na uwadze taką ekspozycję, jeżeli w otoczeniu obecne są inne źródła promieniowania UVR.		
Wartość graniczna b		
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 115 \text{ mW m}^{-2}$ → czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna d		
wartość graniczna narażenia wynosi $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 13 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → wartość graniczna narażenia nie została przekroczona
Wartość graniczna g		
wartość graniczna narażenia wynosi $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_r = 183 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ → wartość graniczna narażenia nie została przekroczona

D.1.6. Monitor kineskopowy



Stacjonarny komputer osobisty jest wyposażony w monitor z kineskopem.

Wybór wartości granicznych narażenia

Kineskopy nie emitują znaczących ilości promieniowania nadfioletowego lub podczerwonego. Wszelkie zagrożenia są związane z ekspozycją na widzialne długości fal. Zastosowanie ma wartość graniczną d.

Współczynniki geometryczne

Funkcjonowanie monitora polega na mieszaniu trzech barw podstawowych w celu uzyskania kolorowych obrazów. Skrajny przypadek ma miejsce wówczas, gdy wszystkie trzy barwy podstawowe nakładają się na siebie dając biały obraz. Parametry dotyczące widmowego natężenia napromieniowania mierzy się w odległości 10 cm od jednolitego białego prostokąta, patrząc weń bezpośrednio.

Średni wymiar źródła wynosi 17 cm.

Zatem $\alpha = 1,7$ rad.

Pole powierzchni źródła wynosi 250 cm^2 .

Zatem $\omega = 2,5$ sr.

Zatem $\omega_b = 2,5$ sr oraz $\omega_r = 2,5$ sr.

Wstępna ocena

Zmierzono fotonowe skuteczne natężenie napromieniowania uzyskując wynik 64 mW m^{-2} . Odpowiada to natężeniu oświetlenia wynoszącemu 43 lx.

Luminancja danego źródła wynosi zatem $43/2,5 = 17 \text{ cd m}^{-2}$.

Dalsza ocena nie jest konieczna.

Dane radiometryczne

Wartości zmierzonego skutecznego natężenia napromieniowania są następujące:

Skuteczne natężenie napromieniowania:

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

Natężenie napromieniowania UVA: $E_{\text{UVA}} = 8 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (światło niebieskie): $E_b = 61 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (obrazienie termiczne): $E_r = 716 \text{ mW m}^{-2}$

Uprozczone założenia

Skuteczna luminancja energetyczna (światło niebieskie): $L_b = 61 \text{ mW m}^{-2}/2,5 \text{ sr} = 24 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Skuteczna luminancja (obrazienie termiczne): $L_r = 716 \text{ mW m}^{-2}/2,5 \text{ sr} = 286 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Porównanie z wartościami granicznymi narażenia

Wartość graniczna a			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 130 \mu\text{W m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna b			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 8 \text{ mW m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna d			
wartość graniczna narażenia wynosi $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 24 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona
Wartość graniczna g			
wartość graniczna narażenia wynosi $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_r = 286 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona

D.1.7. Wyświetlacz komputera przenośnego



Osobisty komputer przenośny jest wyposażony w wyświetlacz ciekłokrystaliczny (LCD).

Wybór wartości granicznych narażenia

Wyświetlacze LCD nie emitują znaczących ilości promieniowania nadfioletowego lub podczerwonego. Wszelkie zagrożenia są związane z narażeniem na widzialne długości fal. Zastosowanie ma wartość graniczna d.

Współczynniki geometryczne

Funkcjonowanie wyświetlacza ciekłokrystalicznego polega na mieszanii trzech barw podstawowych w celu uzyskania kolorowych obrazów. Skrajny przypadek ma miejsce wówczas, gdy wszystkie trzy barwy podstawowe nakładają się na siebie dając biały obraz. Parametry widmowego natężenia napromieniowania mierzy się w odległości 10 cm od jednolitego białego prostokąta, patrząc weń bezpośrednio.

Średni wymiar źródła wynosi 13 cm.

Zatem $\alpha = 1,3$ rad.

Pole powierzchni źródła wynosi 173 cm^2 .

Zatem $\omega = 1,7$ sr.

Zatem $\omega_b = 1,7$ sr oraz $\omega_R = 1,7$ sr.

Wstępna ocena

Zmierzono fotopowe skuteczne natężenie napromieniowania uzyskując wynik 134 mW m^{-2} . Odpowiada to natężeniu oświetlenia wynoszącemu 92 lx.

Luminancja danego źródła wynosi zatem $92/1,7 = 54 \text{ cd m}^{-2}$.

Dalsza ocena nie jest konieczna.

Dane radiometryczne

Wartości zmierzonego skutecznego natężenia napromieniowania są następujące:

Skuteczne natężenie napromieniowania: $E_{\text{eff}} = 70 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$

Natężenie napromieniowania UVA: $E_{\text{UVA}} = 4 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (światło niebieskie): $E_b = 62 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (obrazienie termiczne): $E_R = 794 \text{ mW m}^{-2}$

Uprozczone założenia

Skuteczna luminancja energetyczna (światło niebieskie):
 $L_b = 62 \text{ mW m}^{-2}/1,7 \text{ sr} = 36 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Skuteczna luminancja (obrazienie termiczne):
 $L_R = 794 \text{ mW m}^{-2}/1,7 \text{ sr} = 467 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Porównanie z wartościami granicznymi narażenia

Wartość graniczna a			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 70 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna b			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 4 \text{ mW m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna d			
wartość graniczna narażenia wynosi $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 36 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona
Wartość graniczna g			
wartość graniczna narażenia wynosi $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 467 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona

D.1.8. Umieszczona na zewnątrz oprawa szerokostrumieniowa z lampą metalohalogenkową



Lampa metalohalogenkowa o mocy 70 W została umieszczona w oprawie oświetleniowej, która jest wyposażona także w tylny odbłyśnik o wymiarach 18 cm x 18 cm oraz przezroczystą pokrywę. Jest przeznaczona do montażu na balustradach budynku w celu oświetlenia terenu znajdującego się poniżej. Źródło jest niejednorodne – najbardziej jaskrawą częścią jest sam łuk, mający w przybliżeniu kształt kulisty o szerokości 5 mm.

Wybór wartości granicznych narażenia

Wszelkie zagrożenia są związane z ekspozycją na widzialne lub ewentualnie na nadfioletowe długości fal. Lampy metalohalogenkowe emitują duże ilości promieniowania nadfioletowego: przedstawiony powyżej model lampy jest wyposażony w zewnętrzną przesłonę, która może zmniejszać emisję promieniowania, a oprawa posiada pokrywę, która również ogranicza emisję. Poziom promieniowania UVA może być jednak nadal na tyle wysoki, aby wzbudzić obawy. Zastosowanie mają wartości graniczne b, d oraz g.

Współczynniki geometryczne

Parametry widmowego natężenia napromieniowania mierzy się w odległości 100 cm od świetlówki, patrząc w nią bezpośrednio.

Średni wymiar łuku wynosi 0,5 cm.

Zatem $\alpha = 0,005$ rad. Wartość ta jest większa niż 11 mrad, w związku z czym wartość graniczną d można zastąpić wartością graniczną f, jeżeli zakłada się, że wzrok będzie stale skierowany na źródło. Nie dotyczy to niniejszego

przypadku, do oceny zastosowana zostanie zatem wartość graniczna d. Zobacz przypis 1 do tabeli 1.1 zawartej w Dyrektywie.

Pole powierzchni źródła wynosi $0,2 \text{ cm}^2$.

Zatem $\omega = 0,00002 \text{ sr}$.

Zatem $\omega_b = 0,01 \text{ sr}$ oraz $\omega_r = 0,0001 \text{ sr}$.

Wstępna ocena

Zmierzono fotopowe skuteczne natężenie napromieniowania uzyskując wynik 4369 mW m^{-2} . Odpowiada to natężeniu oświetlenia wynoszącemu 2984 lx.

Luminancja danego źródła wynosi zatem

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

Konieczna jest dalsza ocena zagrożeń dla siatkówki oka oraz ocena ewentualnych zagrożeń związanych z promieniowaniem UVR.

Dane radiometryczne

Wartości zmierzonego skutecznego natężenia napromieniowania są następujące:

Skuteczne natężenie napromieniowania: $E_{\text{eff}} = 110 \mu\text{W m}^{-2}$

Natężenie napromieniowania UVA:

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

Skuteczne natężenie napromieniowania (światło niebieskie): $E_b = 2329 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (obrazienie termiczne): $E_r = 30\,172 \text{ mW m}^{-2}$

Uprozczone założenia

Skuteczna luminancja energetyczna (światło niebieskie): $L_b = 2329 \text{ mW m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 233 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Skuteczna luminancja energetyczna (obrazienie termiczne):

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

Porównanie z wartościami granicznymi narażenia

Wartość graniczna a		
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{eff}} = 110 \text{ μW m}^{-2}$ →	czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna b		
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→ $E_{\text{UVA}} = 915 \text{ mW m}^{-2}$ →	czas trwania MDN wynosi 3 godziny
Intensywna jasność lampy prawdopodobnie skróci jednak czas trwania każdego narażenia do około 0,25 sekundy.		
Wartość graniczna d		
wartość graniczna narażenia wynosi $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ $L_B = 233 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ →	wartość graniczna narażenia nie została przekroczona
Należy zatem zastosować wartość graniczną c w celu obliczenia czasu trwania MDN.		
Wartość graniczna c		
wartość graniczna narażenia wynosi $L_B < 10^6 / t \text{ W m}^{-2}$	→ $t_{\text{max}} = 10^6 / L_B$ →	czas trwania MDN dla danego źródła wynosi około 70 minut
Intensywna jasność lampy prawdopodobnie skróci jednak czas trwania każdego narażenia do około 0,25 sekundy.		
Należy zwrócić uwagę, że założono ciągłe patrzenie na źródło przez czas t_{max} wynikający z wartości granicznej $e = 100/E_B$ lub wynoszący około 40 sekund.		
Wartość graniczna g		
wartość graniczna narażenia wynosi $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ $L_R = 302 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$ →	wartość graniczna została przekroczona, przyjmując uproszczenie, zgodnie z którym $\alpha > 0,1 \text{ rad}$
Jeżeli ponownie przeliczy się wartość graniczną opartą na rzeczywistym $\alpha (= 5 \text{ mrad})$, otrzyma się bardziej realistyczną wartość graniczną wynoszącą $5600 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$. W takim przypadku wartość graniczna narażenia nie zostanie przekroczona.		

D.1.9. Umieszczona na zewnątrz oprawa szerokostrumieniowa ze świetlówką kompaktową



Świetlówka kompaktowa o mocy 26 W i wymiarach 3 cm x 13 cm została umieszczona w oprawie oświetleniowej, która jest wyposażona także w tylny odbłyśnik i przezroczystą pokrywę. Przeznaczona jest do montażu na balustradach budynku w celu oświetlenia terenu znajdującego się poniżej. Świetlówka jest najmocniejszym emiterym w tym niejednorodnym źródle.

Wybór wartości granicznych narażenia

Taki typ świetlówek nie emituje znaczących ilości promieniowania podczerwonego. Wszelkie zagrożenia są związane z ekspozycją na widzialne lub nadfioletowe długości fal. Nafioletowe długości fal zostaną ponadto osłabione przy pomocy rozpraszacza z tworzywa sztucznego. Zastosowanie ma wartość graniczna d.

Współczynniki geometryczne

Parametry widmowego natężenia napromieniowania mierzy się w odległości 100 cm od świetlówki, patrząc w nią bezpośrednio.

Średni wymiar źródła wynosi 8 cm.

Zatem $\alpha = 0,08$ rad.

Pole powierzchni źródła wynosi 39 cm².

Zatem $\omega = 0,0039$ sr.

Zatem $\omega_B = 0,01$ sr oraz $\omega_R = 0,0039$ sr.

Wstępna ocena

Zmierzono skuteczne natężenie napromieniowania dla widzenia fotopowego, uzyskując wynik 366 mW m⁻². Odpowiada to natężeniu oświetlenia wynoszącemu 250 lx.

Luminancja danego źródła wynosi zatem

$250/0,0039 = 64\,000$ cd m⁻².

Konieczna jest dalsza ocena zagrożeń dla siatkówki oka.

Dane radiometryczne

Wartości zmierzonego skutecznego natężenia napromieniowania są następujące:

Skuteczne natężenie napromieniowania: $E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W m}^{-2}$

Natężenie napromieniowania UVA: $E_{\text{UVA}} = 2 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (światło niebieskie): $E_B = 149 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (obciążenie termiczne): $E_R = 1962 \text{ mW m}^{-2}$

Uprozczone założenia

Skuteczna luminancja energetyczna (światło niebieskie): $L_B = 149 \text{ mW m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 15 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Skuteczna luminancja energetyczna (obciążenie termiczne): $L_R = 1962 \text{ mW m}^{-2}/0,0039 \text{ sr} = 503 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Porównanie z wartościami granicznymi narażenia

Wartość graniczna a			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna b			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 2 \text{ mW m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna d			
wartość graniczna narażenia wynosi $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_B = 15 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona
Wartość graniczna g			
wartość graniczna narażenia wynosi $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 503 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona

D.1.10. Elektroniczne urządzenie owadobójcze



W elektronicznych urządzeniach owadobójczych często stosuje się niskoprężne rtęciowe lampy wyładowcze, emitujące promienie UVA oraz promienie z niebieskiej części widma, w celu zwabienia owadów na siatkę znajdującą się pod wysokim napięciem. Powyższy model pobiera moc 25 W oraz posiada dwie lampy, o wymiarach 26 cm x 1 cm każda, wbudowane w odległości 10 cm od siebie w płaszczyźnie poziomej.

Wybór wartości granicznych narażenia

Elektroniczne urządzenia owadobójcze powinny spełniać normę EN 60335-2-59, w której określa się, że natężenie napromieniowania E_{eff} w odległości 1 m powinno być $\leq 1 \text{ mW m}^{-2}$. W związku z powyższym nie istnieje potrzeba rozpatrywania wartości granicznej a. Natomiast zastosowanie ma nadal wartość graniczna b. Ponieważ nie jest to źródło światła białego, zastosowanie luminancji jako środka kontroli nie jest odpowiednie. Elektroniczne urządzenia owadobójcze zwykle wytwarzają jednak niewielkie bodźce wzrokowe, w związku z czym nie powinno być konieczne uwzględnianie zagrożeń dla siatkówki oka.

Współczynniki geometryczne

Parametry widmowego natężenia napromieniowania mierzy się w odległości 100 cm od elektronicznego urządzenia owadobójczego. Ponieważ jest to urządzenie ściennie, pomiarów dokonuje się z punktu znajdującego się w przybliżeniu na wysokości głowy. Detektor będzie zatem skierowany na urządzenie pod kątem około 30° z poziomu. Ponieważ lampy w elektronicznym urządzeniu owadobójczym mają okrągły przekrój poprzeczny, można ponadto założyć, że patrzy się na nie pod kątem 90° do ich powierzchni.

Średni wymiar każdej z lamp wynosi 13,5 cm.

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

Pole pozornej powierzchni każdej lampy wynosi 26 cm^2 .

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

Zatem $\omega_B = 0,01 \text{ sr}$ oraz $\omega_R = 0,0026 \text{ sr}$.

Dane radiometryczne

Wartości zmierzonego skutecznego natężenia napromieniowania są następujące:

Skuteczne natężenie napromieniowania: $E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W m}^{-2}$

Natężenie napromieniowania UVA: $E_{\text{UVA}} = 34 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (światło niebieskie): $E_B = 17 \text{ mW m}^{-2} = 8,5 \text{ mW m}^{-2}$ na lampę

Skuteczne natężenie napromieniowania (obrazienie termiczne): $E_R = 172 \text{ mW m}^{-2} = 86 \text{ mW m}^{-2}$ na lampę

Uprozczone założenia

Skuteczna luminancja energetyczna (światło niebieskie): $L_B = 8,5 \text{ mW m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 0,85 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Skuteczna luminancja energetyczna (obrazienie termiczne): $L_R = 86 \text{ mW m}^{-2}/0,0026 \text{ sr} = 33 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Porównanie z wartościami granicznymi narażenia

Wartość graniczna a			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna b			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 34 \text{ mW m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna d			
wartość graniczna narażenia wynosi $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_B = 0,85 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona
Wartość graniczna g			
wartość graniczna narażenia wynosi $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 33 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona

D.1.11. Lampa sufitowa punktowa



Lampa sufitowa punktowa składa się z lampy wolframowo-halogenowej o mocy 50 W umieszczonej w szczelnej oprawie oświetleniowej z odbłyśnikiem dichroicznym oraz przednią szklaną pokrywą. Średnica szczelnej oprawy wynosi 4 cm. Po zapaleniu źródło wydaje się jednolite.

Wybór wartości granicznych narażenia

Wszelkie zagrożenia są związane z narażeniem na widzialne długości fal (lampy wolframowo-halogenowe emitują pewną ilość promieniowania nadfioletowego, ale przedstawiony powyżej model posiada z przodu pokrywę zmniejszającą emisję). Zastosowanie mają wartości graniczne d oraz g.

Współczynniki geometryczne

Parametry widmowego natężenia napromieniowania mierzy się w odległości 100 cm od lampy, patrząc w nią bezpośrednio.

Średni wymiar źródła wynosi 4 cm.

Zatem $\alpha = 0,04$ rad.

Pole powierzchni źródła wynosi 13 cm^2 .

Zatem $\omega = 0,001$ sr.

Zatem $\omega_b = 0,01$ sr oraz $\omega_r = 0,001$ sr.

Wstępna ocena

Zmierzono fotonowe skuteczne natężenie napromieniowania uzyskując wynik 484 mW m^{-2} . Odpowiada to natężeniu oświetlenia wynoszącemu 331 lx .

Luminancja danego źródła wynosi zatem $331/0,001 = 331\,000 \text{ cd m}^{-2}$.

Konieczna jest dalsza ocena zagrożeń dla siatkówki oka.

Dane radiometryczne

Wartości zmierzonego skutecznego natężenia napromieniowania są następujące:

Skuteczne natężenie napromieniowania: $E_{\text{eff}} = 30 \text{ }\mu\text{W m}^{-2}$

Natężenie napromieniowania UVA: $E_{\text{UVA}} = 12 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (światło niebieskie): $E_b = 129 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (obrazienie termiczne): $E_r = 2998 \text{ mW m}^{-2}$

Uprozczone założenia

Skuteczna luminancja energetyczna (światło niebieskie): $L_b = 129 \text{ mW m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 12,9 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Skuteczna luminancja energetyczna (obrazienie termiczne): $L_r = 2998 \text{ mW m}^{-2}/0,001 \text{ sr} = 2998 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Porównanie z wartościami granicznymi narażenia

Wartość graniczna a			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \text{ }\mu\text{W m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna b			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 12 \text{ mW m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna d			
wartość graniczna narażenia wynosi $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 12,9 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona
Wartość graniczna g			
wartość graniczna narażenia wynosi $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_r = 2998 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona

D.1.12. Lampa nabiurkowa zadaniowa



Lampa nabiurkowa zadaniowa jest wyposażona w standardową żarówkę wolframową w otwartej z przodu oprawie oświetleniowej. Średnica oprawy wynosi 17 cm. Średnica żarówki o mocy 60 W, rozpraszającej światło, wynosi 5,5 cm. Źródło jest niejednolite, ponieważ żarówka jest mocniejszym emiterem niż odbłyśnik.

Wybór wartości granicznych narażenia

Wszelkie zagrożenia są związane z narażeniem na widzialne długości fal (żarniki wolframowe emitują pewną ilość promieniowania nadfioletowego, ale szklana pokrywa działa jako filtr). Zastosowanie mają wartości graniczne d oraz g.

Współczynniki geometryczne

Parametry widmowego natężenia napromieniowania mierzy się w odległości 50 cm od świetłówki, patrząc w nią bezpośrednio.

Średni wymiar źródła wynosi 5,5 cm.

Zatem $\alpha = 0,11$ rad.

Pole powierzchni źródła wynosi 24 cm^2 .

Zatem $\omega = 0,0096$ sr.

Zatem $\omega_B = 0,01$ sr oraz $\omega_R = 0,0096$ sr.

Wstępna ocena

Zmierzono fotopowe skuteczne natężenie napromieniowania uzyskując wynik 522 mW m^{-2} . Odpowiada to natężeniu oświetlenia wynoszącemu 357 lx.

Luminancja danego źródła wynosi zatem

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

Konieczna jest dalsza ocena zagrożeń dla siatkówki oka.

Dane radiometryczne

Wartości zmierzonego skutecznego natężenia napromieniowania są następujące:

Skuteczne natężenie napromieniowania: $E_{\text{eff}} = 50 \mu\text{W m}^{-2}$

Natężenie napromieniowania UVA: $E_{\text{UVA}} = 18 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (światło niebieskie): $E_B = 92 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (obrazienie termiczne): $E_R = 4815 \text{ mW m}^{-2}$

Uprozczone założenia

Skuteczna luminancja energetyczna (światło niebieskie): $L_B = 92 \text{ mW m}^{-2}/0,1 \text{ sr} = 0,92 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Skuteczna luminancja energetyczna (obrazienie termiczne): $L_R = 4815 \text{ mW m}^{-2}/0,0096 \text{ sr} = 501 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$.

Porównanie z wartościami granicznymi narażenia

Wartość graniczna a			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 50 \mu\text{W m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna b			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 18 \text{ mW m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna d			
wartość graniczna narażenia wynosi $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_B = 0,92 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona
Wartość graniczna g			
wartość graniczna narażenia wynosi $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 501 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona

D.1.13. Lampa nabiurkowa zadaniowa o rozkładzie widma symulującym światło dzienne



Lampa nabiurkowa zadaniowa jest wyposażona w żarówkę wolframową 60 W w otwartej z przodu oprawie oświetleniowej. Żarówka jest barwiona, aby symulować właściwości barw naturalnego światła dziennego, ale nie posiada wykończenia powierzchni powodującego rozproszonej emisji światła. Średnica oprawy oświetleniowej wynosi 14 cm. Źródło jest niejednolite. Kiedy żarówka świeci, jej żarnik jest wyraźnie widoczny. Trudno jest określić wymiary żarnika – jego długość wynosi około 3 cm, a średnica 0,5 mm.

Wybór wartości granicznych narażenia

Wszelkie zagrożenia są związane z narażeniem na widzialne długości fal (żarniki wolframowe emitują pewną ilość promieniowania nadfioletowego, ale szklana pokrywa działa jako filtr). Zastosowanie mają wartości graniczne d oraz g.

Współczynniki geometryczne

Parametry widmowego natężenia napromieniowania mierzy się w odległości 50 cm od żarówki, patrząc w nią bezpośrednio.

Średni wymiar żarnika wynosi 1,5 cm.

Zatem $\alpha = 0,03$ rad.

Pole powierzchni żarnika wynosi 0,15 cm².

Zatem $\omega = 0,00006$ sr.

Zatem $\omega_b = 0,01$ sr oraz $\omega_r = 0,0001$ sr.

Wstępna ocena

Zmierzono fotopowe skuteczne natężenie napromieniowania uzyskując wynik 559 mW m⁻². Odpowiada to natężeniu oświetlenia wynoszącemu 383 lx.

Luminancja danego źródła wynosi zatem $382/0,00006 = 6\,000\,000$ cd m⁻².

Konieczna jest dalsza ocena zagrożeń dla siatkówki oka.

Dane radiometryczne

Wartości zmierzonego skutecznego natężenia napromieniowania są następujące:

Skuteczne natężenie napromieniowania: $E_{\text{eff}} = 110 \mu\text{W m}^{-2}$

Natężenie napromieniowania UVA: $E_{\text{UVA}} = 26 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (światło niebieskie): $E_b = 138 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (obciążenie termiczne): $E_r = 5172 \text{ mW m}^{-2}$

Uprozczone założenia

Skuteczna luminancja energetyczna (światło niebieskie): $L_b = 138 \text{ mW m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 14 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Skuteczna luminancja energetyczna (obciążenie termiczne): $L_r = 5172 \text{ mW m}^{-2}/0,0001 \text{ sr} = 52 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Porównanie z wartościami granicznymi narażenia

Wartość graniczna a			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 110 \mu\text{W m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna b			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 26 \text{ mW m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna d			
wartość graniczna narażenia wynosi $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 14 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona
Wartość graniczna g			
wartość graniczna narażenia wynosi $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_r = 52 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona

D.1.14. Fotokopiarka



Fotokopiarka posiada wbudowane źródło światła skanującego w postaci dwóch podświetlonych listew. Ich długość wynosi 21 cm, a odległość między nimi 1,5 cm. Są widoczne po lewej stronie szklanej płyty fotokopiarki, przedstawionej na zdjęciu powyżej. Każda podświetlona listwa ma około 3 mm szerokości.

Wybór wartości granicznych narażenia

Wszelkie zagrożenia są związane z narażeniem na widzialne długości fal (zadaniem szklanej płyty jest zmniejszenie emisji promieniowania nadfioletowego). Zastosowanie mają wartości graniczne d oraz g.

Współczynniki geometryczne

Parametry widmowego natężenia napromieniowania mierzy się w odległości 30 cm od szklanej płyty. Odległość między szklaną płytą a źródłem promieniowania optycznego jest nieistotna. Pomiarów dokonuje się patrząc bezpośrednio w źródło: jest to pesymistyczne założenie, ponieważ ekspozycja człowieka prawdopodobnie będzie zachodzić pod kątem.

Średni wymiar każdego źródła wynosi 10,7 cm.
Zatem $\alpha = 0,36$ rad.
Pole powierzchni każdego źródła wynosi $6,3 \text{ cm}^2$.
Zatem $\omega = 0,007$ sr.
Zatem $\omega_b = 0,01$ sr oraz $\omega_r = 0,007$ sr.

Wstępna ocena

Zmierzone fotopowe skuteczne natężenie napromieniowania uzyskując wynik 197 mW m^{-2} . Jest to wynik dla 2 linii: ponieważ każda z nich stanowi oddzielne widzialne źródło, odpowiada za $98,5 \text{ mW m}^{-2}$ całej wartości. Odpowiada to natężeniu oświetlenia wynoszącemu 67 lx na lampę.

Luminancja danego źródła wynosi zatem
 $67/0,007 = 9643 \text{ cd m}^{-2}$.

Dalsza ocena nie jest konieczna.

Dane radiometryczne

Wartości zmierzonego skutecznego natężenia napromieniowania są następujące:

Skuteczne natężenie napromieniowania: $E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W m}^{-2}$

Natężenie napromieniowania UVA: $E_{\text{UVA}} = 22 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (światło niebieskie): $E_b = 124 \text{ mW m}^{-2} = 62 \text{ mW m}^{-2}$ na linię

Skuteczne natężenie napromieniowania (obrazienie termiczne): $E_r = 1606 \text{ mW m}^{-2} = 803 \text{ mW m}^{-2}$ na linię

Uprozczone założenia

Skuteczna luminancja energetyczna (światło niebieskie): $L_b = 62 \text{ mW m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 6,2 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Skuteczna luminancja energetyczna (obrazienie termiczne): $L_r = 803 \text{ mW m}^{-2}/0,007 \text{ sr} = 115 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Porównanie z wartościami granicznymi narażenia

Wartość graniczna a			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna b			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 22 \text{ mW m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna d			
wartość graniczna narażenia wynosi $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 6,2 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona
Wartość graniczna g			
wartość graniczna narażenia wynosi $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_r = 115 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona

D.1.15. Cyfrowy rzutnik w obudowie nabiurkowej



Rzutnik o mocy 150 W posiada z przodu soczewkę projekcyjną o średnicy 4,7 cm. Zobacz także przykład D.1.16.

Rzutnik wytwarza obrazy, mieszając trzy barwy. Skrajny przypadek ma miejsce wówczas, gdy wszystkie trzy barwy nakładają się na siebie, tj. następuje projekcja białego obrazu. Można stosować pakiet oprogramowania graficznego w celu tworzenia pustego białego obrazu. Parametry widmowego natężenia napromieniowania mierzy się w odległości 200 cm od rzutnika, ustawionego tak, aby w tej odległości wytwarzał jak najmniejszy ostry obraz. Pozorna średnica soczewki rzutnika wynosi 4,7 cm. Kiedy projektor jest włączony, soczewka wydaje się być jednak oświetlona w sposób niejednorodny. Najbardziej oświetlona część ma około 3 cm szerokości.

Wybór wartości granicznych narażenia

Taki rodzaj źródła nie emituje wymiernych ilości promieniowania nadfioletowego i podczerwonego, w związku z czym wszelkie zagrożenia są związane z ekspozycją na widzialne długości fal. Zastosowanie mają wartości graniczne d oraz g.

Współczynniki geometryczne

Kolorowe obrazy powstają w wyniku mieszania trzech barw podstawowych. Skrajny przypadek ma miejsce wówczas, gdy wszystkie trzy barwy podstawowe nakładają się na siebie dając biały obraz. Parametry widmowego

natężenia napromieniowania mierzy się w odległości 200 cm od żarówki, patrząc w nią bezpośrednio.

Średni wymiar źródła wynosi 3 cm.

Zatem $\alpha = 0,02$ rad.

Pole powierzchni źródła wynosi 7 cm^2 .

Zatem $\omega = 0,0001$ sr.

Zatem $\omega_b = 0,01$ sr oraz $\omega_r = 0,0001$ sr.

Wstępna ocena

Zmierzono fotopowe skuteczne natężenie napromieniowania uzyskując wynik 2984 mW m^{-2} . Odpowiada to natężeniu oświetlenia wynoszącemu 2038 lx.

Luminancja danego źródła wynosi zatem

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

Konieczna jest dalsza ocena zagrożeń dla siatkówki oka.

Dane radiometryczne

Wartości zmierzonego skutecznego natężenia napromieniowania są następujące:

Skuteczne natężenie napromieniowania: $E_{\text{eff}} = 30 \text{ }\mu\text{W m}^{-2}$

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

Skuteczne natężenie napromieniowania (światło niebieskie): $E_b = 2237 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (obrazienie termiczne): $E_r = 24\,988 \text{ mW m}^{-2}$

Uprozczone założenia

Skuteczna luminancja energetyczna (światło niebieskie):

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

Skuteczna luminancja energetyczna (obrazienie termiczne):

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

Porównanie z wartościami granicznymi narażenia

Wartość graniczna a			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna b			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 1 \text{ mW m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna d			
wartość graniczna narażenia wynosi $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 224 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona
Należy zatem zastosować wartość graniczną c w celu obliczenia czasu trwania MDN.			
Wartość graniczna c			
wartość graniczna narażenia wynosi $L_b < 10^6/t \text{ W m}^{-2}$	→	$t_{\text{max}} = 10^6/L_b$	→ czas trwania MDN dla danego źródła wynosi około 70 minut
Intensywna jaskrawość danego źródła prawdopodobnie ograniczy jednak czas trwania każdego narażenia do około 0,25 sekundy.			
Wartość graniczna g			
wartość graniczna narażenia wynosi $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_r = 250 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona

D.1.16. Rzutnik cyfrowy przenośny



Rzutnik o mocy 180 W posiada z przodu soczewkę projekcyjną o średnicy 3,5 cm. Zobacz także przykład D.1.15.

Rzutnik wytwarza obrazy, mieszając trzy barwy. Skrajny przypadek ma miejsce wówczas, gdy wszystkie trzy barwy nakładają się na siebie, tj. następuje projekcja białego obrazu. Można stosować pakiet oprogramowania graficznego w celu tworzenia pustego białego obrazu. Parametry widmowego natężenia napromieniowania mierzy się w odległości 200 cm od rzutnika, ustawionego tak, aby z tej odległości wytwarzał jak najmniejszy ostry obraz. Soczewka rzutnika posiada średnicę o długości 3,5 cm i wydaje się być jednolita, kiedy rzutnik jest włączony.

Wybór wartości granicznych narażenia

Taki rodzaj źródła nie emituje wymiernych ilości promieniowania nadfioletowego i podczerwonego, w związku z czym wszelkie zagrożenia są związane z narażeniem na widzialne długości fal. Zastosowanie mają wartości graniczne d oraz g.

Współczynniki geometryczne

Kolorowe obrazy powstają w wyniku mieszania trzech barw podstawowych. Skrajny przypadek ma miejsce wówczas, gdy wszystkie trzy barwy podstawowe nakładają się na siebie dając biały obraz. Parametry widmowego

natężenia napromieniowania mierzy się w odległości 200 cm od żarówki, patrząc w nią bezpośrednio.

Średni wymiar źródła wynosi 3,5 cm.

Zatem $\alpha = 0,02$ rad.

Pole powierzchni źródła wynosi $9,6 \text{ cm}^2$.

Zatem $\omega = 0,0002$ sr.

Zatem $\omega_b = 0,01$ sr oraz $\omega_r = 0,0002$ sr.

Wstępna ocena

Zmierzono fotopowe skuteczne natężenie napromieniowania uzyskując wynik 681 mW m^{-2} . Odpowiada to natężeniu oświetlenia wynoszącemu 465 lx.

Luminancja danego źródła wynosi zatem $465/0,0002 = 2\,325\,000 \text{ cd m}^{-2}$.

Konieczna jest dalsza ocena zagrożeń dla siatkówki oka.

Dane radiometryczne

Wartości zmierzonego skutecznego natężenia napromieniowania są następujące:

Skuteczne natężenie napromieniowania: $E_{\text{eff}} = 10 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$

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

Skuteczne natężenie napromieniowania (światło niebieskie): $E_b = 440 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (obrazienie termiczne): $E_r = 5333 \text{ mW m}^{-2}$

Uprozczone założenia

Skuteczna luminancja energetyczna (światło niebieskie):

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

Skuteczna luminancja energetyczna (obrazienie

termiczne): $L_r = 5333 \text{ mW m}^{-2}/0,0002 \text{ msr} = 27 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Porównanie z wartościami granicznymi narażenia

Wartość graniczna a			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna b			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 1 \text{ mW m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna d			
wartość graniczna narażenia wynosi $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 44 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona
Wartość graniczna g			
wartość graniczna narażenia wynosi $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_r = 27 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona

D.1.17. Cyfrowa tablica interaktywna



Ściana cyfrowa tablica interaktywna posiada wymiary 113 cm x 65 cm.

Wybór wartości granicznych narażenia

Taki rodzaj źródła nie emituje wymiernych ilości promieniowania nadfioletowego i podczerwonego, w związku z czym wszelkie zagrożenia są związane z narażeniem na widzialne długości fal. Zastosowanie ma jedynie wartość graniczna d.

Współczynniki geometryczne

Funkcjonowanie tablicy interaktywnej polega na mieszaniu trzech barw podstawowych w celu uzyskania kolorowych obrazów. Skrajny przypadek ma miejsce wówczas, gdy wszystkie trzy barwy podstawowe nakładają się na siebie dając biały obraz. Parametry widmowego natężenia napromieniowania mierzy się w odległości 200 cm od źródła patrząc w nie bezpośrednio.

Średni wymiar źródła wynosi 89 cm.

Zatem $\alpha = 0,45$ rad.

Pole powierzchni źródła wynosi 7345 cm².

Zatem $\omega = 0,18$ sr.

Zatem $\omega_B = 0,18$ sr oraz $\omega_R = 0,18$ sr.

Wstępna ocena

Zmierzono fotopowe skuteczne natężenie napromieniowania uzyskując wynik 11 mW m⁻². Odpowiada to natężeniu oświetlenia wynoszącemu 8 lx.

Luminancja danego źródła wynosi zatem

$8/0,18 = 44$ cd m⁻².

Dalsza ocena nie jest konieczna.

Dane radiometryczne

Wartości zmierzonego skutecznego natężenia napromieniowania są następujące:

Skuteczne natężenie napromieniowania: $E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W m}^{-2}$

Natężenie napromieniowania UVA: $E_{\text{UVA}} = 250 \mu\text{W m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (światło niebieskie): $E_B = 10 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (obrazienie termiczne): $E_R = 112 \text{ mW m}^{-2}$

Uprozczone założenia

Skuteczna luminancja energetyczna (światło niebieskie): $L_B = 10 \text{ mW m}^{-2}/0,18 \text{ sr} = 56 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Skuteczna luminancja energetyczna (obrazienie termiczne): $L_R = 112 \text{ mW m}^{-2}/0,18 \text{ sr} = 0,6 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Porównanie z wartościami granicznymi narażenia

Wartość graniczna a			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna b			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 250 \mu\text{W m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna d			
wartość graniczna narażenia wynosi $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_B = 56 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona
Wartość graniczna g			
wartość graniczna narażenia wynosi $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 0,6 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona

D.1.18. Światłówka kompaktowa wbudowana w sufit



Para świetlówek kompaktowych 26 W o wymiarach 2 cm x 13 cm została umieszczona w otwartej z przodu obudowie oświetleniowej wbudowanej w sufit. Obudowa posiada tylny odbłyśnik,

a jej średnica wynosi 17 cm. Odbłyśnik jest wysokiej jakości, w związku z czym źródło wydaje się być prawie jednolite. Zostanie ocenione jako niejednolite, zgodnie z przyjętym większym niż to konieczne stopniem ostrożności.

Wybór wartości granicznych narażenia

Taki typ świetlówek nie emituje znaczących ilości promieniowania podczerwonego. Wszelkie zagrożenia są związane z narażeniem na widzialne lub nadfioletowe długości fal. Zastosowanie mają wartości graniczne a, b oraz d.

Współczynniki geometryczne

Parametry widmowego natężenia napromieniowania mierzy się w odległości 100 cm od świetłówki, patrząc w nią bezpośrednio.

Średni wymiar każdej świetłówki wynosi 7,5 cm.

Zatem $\alpha = 0,075$ rad.

Pole powierzchni każdej świetłówki wynosi 26 cm².

Zatem $\omega = 0,0026$ sr.

Zatem $\omega_b = 0,01$ sr oraz $\omega_r = 0,0026$ sr.

Wstępna ocena

Zmierzono fotopowe skuteczne natężenie napromieniowania uzyskując wynik 1558 mW m⁻². Jest to wynik dla 2 świetlówek: ponieważ każda z nich stanowi oddzielne widzialne źródło wytwarzając 779 mW m⁻² całej wartości. Odpowiada to natężeniu oświetlenia wynoszącemu 532 lx na świetłówkę.

Luminancja każdej świetłówki wynosi zatem $532/0,0026 = 204\,615$ cd m⁻².

Konieczna jest dalsza ocena zagrożeń dla siatkówki oka. Promieniowanie UVR musi także zostać poddane ocenie.

Dane radiometryczne

Wartości zmierzonego skutecznego natężenia napromieniowania są następujące:

Skuteczne natężenie napromieniowania: $E_{\text{eff}} = 40 \mu\text{W m}^{-2}$

Natężenie napromieniowania UVA: $E_{\text{UVA}} = 55 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (światło niebieskie): $E_b = 321 \text{ mW m}^{-2} = 161 \text{ mW m}^{-2}$ na świetłówkę

Skuteczne natężenie napromieniowania (obrazienie termiczne): $E_r = 5580 \text{ mW m}^{-2} = 2790 \text{ mW m}^{-2}$ na świetłówkę

Uprozczone założenia

Skuteczna luminancja energetyczna (światło niebieskie): $L_b = 161 \text{ mW m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 16 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Skuteczna luminancja energetyczna (obrazienie termiczne): $L_r = 2790 \text{ mW m}^{-2}/0,0026 \text{ sr} = 1073 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Porównanie z wartościami granicznymi narażenia

Wartość graniczna a			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 40 \mu\text{W m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna b			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 55 \text{ mW m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna d			
wartość graniczna narażenia wynosi $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 16 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona
Wartość graniczna g			
wartość graniczna narażenia wynosi $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_r = 1\,073 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona

D.1.19. Wskaźnik diodowy LED

Zielone diody LED są wykorzystywane jako wskaźniki w klawiaturach komputerowych. Każda dioda LED jest oddzielnym źródłem o wymiarach 1 mm x 4 mm.



Wybór wartości granicznych narażenia

Diody LED emitują tylko wąski zakres długości fal: ponieważ przykładowa dioda LED jest zielona, nie będzie emitowała promieniowania nadfioletowego lub podczerwonego. Zastosowanie ma jedynie wartość graniczna d.

Współczynniki geometryczne

Parametry widmowego natężenia napromieniowania mierzy się w odległości 5 mm od diody LED, patrząc w nią bezpośrednio.

Średni wymiar obudowy oświetleniowej wynosi 2,5 mm. Zatem $\alpha = 0,5$ rad.

Pole powierzchni obudowy oświetleniowej wynosi 4 mm^2 .

Zatem $\omega = 0,16$ sr.

Zatem $\omega_b = 0,16$ sr oraz $\omega_r = 0,16$ sr.

Wstępna ocena

Zmierzono fotopowe skuteczne natężenie napromieniowania uzyskując wynik 30 mW m^{-2} . Odpowiada to natężeniu oświetlenia wynoszącemu 20 lx .

Luminancja danego źródła wynosi zatem

$$20/0,16 = 125 \text{ cd m}^{-2}.$$

Dalsza ocena nie jest konieczna.

Niezbędne dane

Wartości zmierzonego skutecznego natężenia napromieniowania są następujące:

Skuteczne natężenie napromieniowania: $E_{\text{eff}} < 10 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$

Natężenie napromieniowania UVA: $E_{\text{UVA}} = 40 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (światło niebieskie): $E_b = 190 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (obciążenie termiczne): $E_r = 35 \text{ mW m}^{-2}$

Uprozczone założenia

Skuteczna luminancja energetyczna (światło niebieskie): $L_b = 190 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}/0,16 \text{ sr} = 1,2 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Skuteczna luminancja energetyczna (obciążenie termiczne): $L_r = 35 \text{ mW m}^{-2}/0,16 \text{ sr} = 0,22 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Porównanie z wartościami granicznymi narażenia

Wartość graniczna a			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} < 10 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna b			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 40 \text{ } \mu\text{W m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna d			
wartość graniczna narażenia wynosi $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 1,2 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona
Wartość graniczna g			
wartość graniczna narażenia wynosi $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_r = 0,22 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona

D.1.20. PDA

Palmtop (ang. personal digital assistant, PDA) posiada wyświetlacz o wymiarach 5 cm x 3,5 cm.



Wybór wartości granicznych narażenia

Wyświetlacze PDA nie emitują znaczących ilości promieniowania nadfioletowego lub podczerwonego. Wszelkie zagrożenia są związane z ekspozycją na widzialne długości fal. Zastosowanie ma wartość graniczną d.

Współczynniki geometryczne

Funkcjonowanie ekranu polega na mieszaniu trzech barw podstawowych w celu uzyskania kolorowych obrazów. Skrajny przypadek ma miejsce wówczas, gdy wszystkie trzy barwy podstawowe nakładają się na siebie dając biały obraz. Parametry widmowego natężenia napromieniowania mierzy się w odległości 2 cm od ekranu, jak najbardziej biało, patrząc w niego bezpośrednio.

Średni wymiar źródła wynosi 4,25 cm.

Zatem $\alpha = 2,1$ rad.

Pole powierzchni źródła wynosi 17,5 cm².

Zatem $\omega = 4,4$ sr.

Zatem $\omega_b = 4,4$ sr oraz $\omega_r = 4,4$ sr.

Wstępna ocena

Zmierzono fotopowe skuteczne natężenie napromieniowania uzyskując wynik 47 mW m⁻². Odpowiada to natężeniu oświetlenia wynoszącemu 32 lx.

Luminancja danego źródła wynosi zatem $32/4,4 = 7,3$ cd m⁻².

Dalsza ocena nie jest konieczna.

Niezbędne dane

Wartości zmierzonego skutecznego natężenia napromieniowania są następujące:

Skuteczne natężenie napromieniowania: $E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W m}^{-2}$

Natężenie napromieniowania UVA: $E_{\text{UVA}} = 30 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (światło niebieskie): $E_b = 27 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (obciążenie termiczne): $E_r = 330 \text{ mW m}^{-2}$

Uprozczone założenia

Skuteczna luminancja energetyczna (światło niebieskie): $L_b = 27 \text{ mW m}^{-2}/4,4 \text{ sr} = 6 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

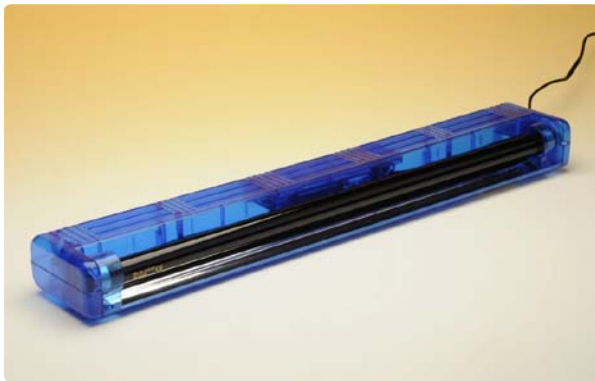
Skuteczna luminancja energetyczna (obciążenie termiczne): $L_r = 330 \text{ mW m}^{-2}/4,4 \text{ sr} = 75 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Porównanie z wartościami granicznymi narażenia

Wartość graniczna a			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna b			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna d			
wartość graniczna narażenia wynosi $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_b = 6 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona
Wartość graniczna g			
wartość graniczna narażenia wynosi $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_r = 75 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona

D.1.21. Niewidzialne światło UVA

Źródłem światła niewidzialnego UVA są często niskoprężne rtęciowe lampy wyładowcze, emitujące promieniowanie UVA o bardzo małej widzialności. Są stosowane do wywołania efektu fluorescencji do różnych celów (prób nieniszczących, wykrywania falsyfikatów, oznaczania własności, wywołania efektów widowiskowych). Powyższy model obejmuje jedną lampę 20 W o wymiarach 55 cm x 2,5 cm. Lampa została zainstalowana na otwartej rampie oświetleniowej (tj. bez szklanej lub plastikowej obudowy).



Wybór wartości granicznych narażenia

Przedstawione źródło jest podobne do świetlówki, ale w tym przypadku widzialne długości fal są ograniczane na korzyść długości fal UVA. W związku z powyższym nie jest konieczne uwzględnienie zagrożeń dla siatkówki oka, a zastosowanie mają wartości graniczne a oraz b. Ocena luminancji nie jest w tym przypadku właściwa, ponieważ nie jest to źródło światła białego.

Współczynniki geometryczne

Parametry widmowego natężenia napromieniowania mierzy się w odległości 50 cm od lampy.

Średni wymiar lampy wynosi 29 cm.

Zatem $\alpha = 0,575$ rad.

Pole pozornej powierzchni każdej lampy wynosi 138 cm^2 .

Zatem $\omega = 0,055$ sr.

Zatem $\omega_B = 0,055$ sr oraz $\omega_R = 0,055$ sr.

Dane radiometryczne

Wartości zmierzonego skutecznego natężenia napromieniowania są następujące:

Skuteczne natężenie napromieniowania: $E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$

Natężenie napromieniowania UVA: $E_{\text{UVA}} = 176 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (światło niebieskie): $E_B = 3 \text{ mW m}^{-2}$

Skuteczne natężenie napromieniowania (obrazienie termiczne): $E_R = 14 \text{ mW m}^{-2}$

Uprozczone założenia

Skuteczna luminancja energetyczna (światło niebieskie): $L_B = 3 \text{ mW m}^{-2} / 0,055 \text{ sr} = 55 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Skuteczna luminancja energetyczna (obrazienie termiczne): $L_R = 14 \text{ mW m}^{-2} / 0,055 \text{ sr} = 255 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$

Porównanie z wartościami granicznymi narażenia

Wartość graniczna a			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna b			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 176 \text{ mW m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna d			
wartość graniczna narażenia wynosi $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_B = 55 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona
Wartość graniczna g			
wartość graniczna narażenia wynosi $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 255 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona

D.1.22. Latarnia uliczna wyposażona w lampę metalohalogenkową



Latarnia uliczna składa się z lampy metalohalogenkowej o mocy 150 W umieszczonej w oprawie z żaluzjami z metalu w kolorze srebrnym. Żaluzje są skierowane w dół, a odległość między nimi wynosi 2,5 cm. Lampa posiada wymiary około 1 cm x 2 cm i została umieszczona

w dodatkowej osłonie o wymiarach 8 cm x 5 cm. Cała oprawa oświetleniowa została zamknięta w walcowatej obudowie z tworzywa sztucznego odpornej na czynniki atmosferyczne. Źródło jest niejednorodne – najbardziej jaskrawym elementem jest znajdująca się wewnątrz żarówka. Możliwe jest bezpośrednie patrzenie w lampę, kierując wzrok do góry, tak aby linia wzroku przebiegała między żaluzjami pod odpowiednim kątem.

Wybór wartości granicznych narażenia

Wszelkie zagrożenia są związane z narażeniem na widzialne lub ewentualnie na nadfioletowe długości fal. Lampy metalohalogenkowe emitują duże ilości promieniowania nadfioletowego: przedstawiony powyżej model lampy jest wyposażony w zewnętrzną osłonę, która może zmniejszać emisję promieniowania, a oprawa posiada pokrywę, która również ogranicza emisję, ale poziom promieniowania UVA może być nadal na tyle wysoki, aby wzbudzić obawy. Zastoso-
sowanie mają wartości graniczne b, d oraz g.

Współczynniki geometryczne

Ponieważ oprawa lampy docelowo zostanie umieszczona na słupie oświetleniowym, najgorszy scenariusz narażenia

(tj. patrzenie bezpośrednio pomiędzy żaluzje) jest możliwy tylko w odległości rzędu 7 m. Parametry widmowego natężenia napromieniowania mierzy się jednak w odległości 100 cm od lampy, patrząc w górę przez listewki.

Średni wymiar łuku wynosi 1,5 cm.

Zatem $\alpha = 0,015$ rad.

Pole powierzchni źródła wynosi 2 cm^2 .

Zatem $\omega = 0,0002$ sr.

Zatem $\omega_B = 0,01$ sr oraz $\omega_R = 0,0002$ sr.

Wstępna ocena

Zmierzono fotopowe skuteczne natężenie napromieniowania uzyskując wynik 327 mW m^{-2} . Odpowiada to natężeniu oświetlenia wynoszącemu 223 lx.

Luminancja danego źródła wynosi zatem

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

Konieczna jest dalsza ocena zagrożeń dla siatkówki oka oraz ocena ewentualnych zagrożeń związanych z promieniowaniem UVR.

Dane radiometryczne

Wartości zmierzonego skutecznego natężenia napromieniowania są następujące:

$$\text{Skuteczne natężenie napromieniowania: } E_{\text{eff}} = 7 \mu\text{W m}^{-2}$$

$$\text{Natężenie napromieniowania UVA: } E_{\text{UVA}} = 29 \text{ mW m}^{-2}$$

$$\text{Skuteczne natężenie napromieniowania (światło niebieskie): } E_B = 86 \text{ mW m}^{-2}$$

$$\text{Skuteczne natężenie napromieniowania (obciążenie termiczne): } E_R = 1323 \text{ mW m}^{-2}$$

Uprozczone założenia

$$\text{Skuteczna luminancja energetyczna (światło niebieskie): } L_B = 86 \text{ mW m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 8,6 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$$

$$\text{Skuteczna luminancja energetyczna (obciążenie termiczne): } L_R = 1323 \text{ mW m}^{-2}/0,0002 \text{ sr} = 6,7 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$$

Porównanie z wartościami granicznymi narażenia

Wartość graniczna a			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 7 \mu\text{W m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna b			
wartość graniczna narażenia wynosi $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 29 \text{ mW m}^{-2}$	→ czas trwania MDN > 8 godzin
Wartość graniczna d			
wartość graniczna narażenia wynosi $100 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_B = 8,6 \text{ mW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona
Wartość graniczna g			
wartość graniczna narażenia wynosi $280 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→	$L_R = 6,7 \text{ kW m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$	→ wartość graniczna narażenia nie została przekroczona

D.1.23. Podsumowanie danych
z przykładów

Dane przedstawione w podanych powyżej 18 przykładach można porównać z wartościami granicznymi narażenia, dzieląc skuteczną luminancję energetyczną

lub ośmiogodzinną dawkę promieniowania przez odpowiednią wartość graniczną narażenia. Wartości te przedstawiono poniżej, przy czym wartości większe niż 1% wartości granicznych narażenia nie zostały opracowane. Wartości mniejsze niż 1 zaznaczono na kolor czerwony.

Źródło	Odległość	Wartość zagrożenia (stosunek emisji do wartości granicznej narażenia)				
		Luminancja	Skuteczne promieniowanie UVR (wartość graniczna a)	UVA (wartość graniczna b)	Zagrożenie światłem niebieskim (wartość graniczna d)	Zagrożenie termiczne dla siatkówki oka (wartość graniczna g)
Świetlówki powierzchniowe (zakryte rozpraszaczem)	100 cm	0,15	< 0,01	0,05	0,01	< 0,01
Świetlówka powierzchniowa (bez rozpraszacza)	100 cm	3,7	0,58	0,35	0,19	< 0,01
Cztery świetlówki powierzchniowe (bez rozpraszacza)	100 cm	2,8	1,0	0,33	0,13	< 0,01
Monitor kineskopowy	10 cm	< 0,01	0,12	0,02	< 0,01	< 0,1
Wyświetlacz komputera przenośnego	10 cm	< 0,01	0,07	0,01	< 0,01	< 0,01
Oprawa szerokostrumieniowa z lampą metalohalogenową	100 cm	15 000	0,1	2,6	2,3	1,08
Oprawa szerokostrumieniowa ze świetlówką kompaktową	100 cm	6,4	0,01	< 0,01	0,15	< 0,01
Lampa owadobójcza	100 cm	n.d.	0,01	0,10	< 0,01	< 0,1
Lampa punktowa wolframowo-halogenowa	100 cm	33,1	0,03	0,04	0,13	0,01
Lampa zadaniowa	50 cm	3,7	0,05	0,05	< 0,01	< 0,01
Lampa zadaniowa (widmo światła dziennego)	50 cm	600	0,11	0,08	0,14	0,19
Fotokopiarka	30 cm	0,96	0,01	0,06	0,06	< 0,01
Rzutnik w obudowie nabiurkowej	200 cm	2000	0,03	< 0,01	2,2	0,89
Rzutnik przenośny	200 cm	233	< 0,01	< 0,01	0,44	0,10
Tablica interaktywna	200 cm	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Świetlówki kompaktowe powierzchniowe	100 cm	20	0,04	0,16	0,16	< 0,01
Wskaźnik diodowy LED	0,5 cm	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PDA	2 cm	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Czarne światło UVA	50 cm	n.d.	0,03	0,51	< 0,01	< 0,01
Latarnia uliczna	100 cm	112	< 0,01	0,08	0,09	0,02

Z tabeli wynika, że we wszystkich przypadkach, w których luminancja źródła < 10^4 cd m⁻², nie zostałaby przekroczona żadna z wartości granicznych (d oraz g). Nawet jeżeli luminancja źródła przekroczyła 10^4 cd m⁻², wykazano następnie, że większość źródeł nie stanowi zagrożenia dla siatkówki oka.

Wśród zbadanych powyżej źródeł jedynie w przypadku szerokostrumieniowego oświetlenia metalohalogenowego prawdopodobne jest przekroczenie wartości granicznych narażenia. W większości przypadków ustalono wartości graniczne narażenia zapewniające ochronę siatkówki oka: z wykonanych następnie obliczeń (zob. poszczególne przykłady)

wynika, że w rzeczywistości nieprawdopodobne jest przekroczenie wartości granicznych narażenia z powodu reakcji obronnych oraz nadmiernie ostrożnościowych warunków wstępnej oceny. Z powyższych stwierdzeń nie wynika, że przedmiotowych źródeł nie trzeba traktować z ostrożnością, ponieważ możliwe jest, że reakcje obronne zawiodą. Jeżeli źródło znajduje się na peryferiach pola widzenia, reakcje obronne mogą nie zostać wywołane. Może to doprowadzić do przekroczenia wartości granicznych narażenia.

Powyżej przeanalizowano dwie bardzo podobne, otwarte z przodu, oprawy oświetleniowe sufitowe ze świetlówkami.

Warto zwrócić uwagę, że przy oświetleniu o natężeniu około 1100–1200 lx, w przypadku jednej oprawy oświetleniowej wartość graniczna skutecznego promieniowania UVR została prawie osiągnięta, natomiast w przypadku drugiej oprawy nie. Powyższa różnica wynika z faktu, że świetlówki pochodzą od różnych producentów oraz pokazuje, że pozornie podobne świetlówki mogą posiadać bardzo różny poziom niepożądanych emisji.

Możliwość występowania różnych poziomów emisji z podobnych źródeł wynika także z porównania dwóch zbadanych rzutników. Mimo że posiada mniejszą moc, rzutnik w obudowie biurkowej (przy założeniach dokonanych w odniesieniu do powierzchni źródła) okazuje się być bardziej niebezpieczny niż rzutnik przenośny.

D.2. Pokaz laserowy



Lasery wykorzystuje się do celów widowiskowych podczas koncertów i produkcji teledysków od lat 70 dwudziestego wieku. Główny przedmiot obaw stanowi ekspozycja publiczności na promieniowanie laserowe przekraczająca wartości graniczne. Dyrektywa zawiera jednak wymóg, zgodnie z którym należy wziąć pod uwagę jedynie ekspozycję pracowników. Poniższy przykład dotyczy przygotowania i wykonania pokazu laserowego podczas czasowego wydarzenia. Podane zasady powinny mieć jednak zastosowanie do wszelkiego rodzaju pokazów laserowych.

D.2.1. Zagrożenia i osoby narażone na ryzyko

Jedynym uwzględnianym tutaj zagrożeniem jest wiązka laserowa. Inne zagrożenia mogą powodować większe ryzyko obrażeń, czy nawet śmierci.

Podczas wielu pokazów laserowych wykorzystuje się lasery klasy 4. Z definicji moc promienista przekracza 500 mW. Przyjmując pojedynczą przypadkową ekspozycję oka na wiązkę laserową, wartość graniczną narażenia można określić korzystając z tabeli 2.2 znajdującej się w załączniku II Dyrektywy.

Dla długości fal z zakresu od 400 mm do 700 mm wartość graniczna narażenia wynosi $18 \text{ t}^{0,75} \text{ J m}^{-2}$. Po podstawieniu za t wartości 0,25 s wartość graniczna narażenia wyniesie $6,36 \text{ J m}^{-2}$. Ponieważ istnieje prawdopodobieństwo, że wiązka laserowa będzie emitowana jako wiązka stała, użyteczne jest przekształcenie dawki promieniowania w natężenie napromieniowania, dzieląc ją przez czas trwania narażenia (0,25 s). Pozwala to uzyskać graniczną wartość narażenia wyrażoną jako natężenie napromieniowania, równą $25,4 \text{ W m}^{-2}$.

W przypadku narażenia oka na widoczne wiązki laserowe średnica apertury ograniczającej wynosi 7 mm. Możliwe jest zatem określenie maksymalnej mocy dopuszczalnej w 7-milimetrowej aperturze, aby zagwarantować, że wartość graniczna narażenia nie zostanie przekroczona. Wartość tę oblicza się mnożąc wartość graniczną narażenia przez pole 7-milimetrowej apertury. Zakłada się, że apertura jest okrągła, zatem pole powierzchni wynosi $3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$. Mnożąc $25,4 \text{ W m}^{-2}$ przez $3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ uzyskuje się wynik około 0,001 W lub 1 mW.



Wartość graniczna narażenia zostanie przekroczona przy współczynniku równym co najmniej 500, tj. liczba mW jest większa niż 1, jeżeli średnica wiązki laserowej jest równa lub mniejsza niż 7 mm.

Z powyższej oceny wynika, że wiązka nie powinna być kierowana na oczy pracowników, o ile nie uzyskano wystarczającej rozbieżności wiązki pozwalającej zmniejszyć natężenie napromieniowania do wartości poniżej $25,4 \text{ W m}^{-2}$.

Poniżej przedstawiono przykładowy wykaz pracowników, którzy mogą być narażeni na ryzyko podczas etapów cyklu życia instalacji laserowej. Uwzględniono jedynie etapy, podczas których emitowana jest wiązka laserowa.

Ustawianie wiązek

Inżynier ds. instalacji laserowych
Operator lasera
Inni technicy
Pracownicy ochrony
Pracownicy obiektu

Pokaz laserowy

Operator lasera
Technicy oświetlenia i nagłośnienia
Wykonawcy
Pracownicy ochrony
Pracownicy obiektu
Sprzedawcy

Rzadko podczas pokazów laserowych wykorzystuje się nieruchome wiązki laserowe. Wzory świetlne wytwarza się przez przesuwanie wiązki laserowej, głównie przy pomocy sterowanych elektronicznie prostokątnych zwierciadeł zamontowanych na galwanometrach. Wiele skanowanych wzorów wymaga jednak wielokrotnego prześwietlenia tego samego miejsca, w wyniku czego oko danej osoby może zostać oparzone przez impulsy laserowe w momencie, w którym wzór przepływa po ich twarzy.

Jeżeli stosowany jest laser impulsowy, należy dokonać oceny, czy istnieje możliwość przekroczenia granicznej wartości narażenia w przypadku narażenia na pojedynczy impuls promieniowania laserowego w dostępnych miejscach, a także na serię impulsów.

D.2.2. Ocena rodzajów ryzyka oraz wyznaczanie ich priorytetu

Z porównania potencjalnego narażenia z wartością graniczną narażenia wynika, że istnieje prawdopodobieństwo przekroczenia wartości granicznej narażenia. W przypadku lasera 500 mW możliwe jest także oszacowanie czasu niezbędnego w odniesieniu do wszelkich środków kontroli, aby zapewnić ich skuteczność. W dokumencie IEC TR 60825-3 zaleca się uwzględnienie czasu od wystąpienia uszkodzenia do zadziałania środka kontroli.

Przyjmując, że wiązka zawiera 500 mW, natężenie napromieniowania wynosi $0,5 \text{ W} / 3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$, tj. około $13\,000 \text{ W m}^{-2}$. Ponieważ wartości graniczne narażenia są wyrażone jako dawka promieniowania (J m^{-2}) dla czasu narażenia poniżej 10 s, natężenie napromieniowania można przekształcić w dawkę promieniowania, mnożąc je przez czas narażenia: $13\,000 \times t \text{ J m}^{-2}$.

Wartość t wyznacza się przedstawiając każdą wartość graniczną narażenia jako funkcję czasu, o ile t mieści się w zakresie wiarygodności dla granicznej wartości narażenia. Określa się ją jako $3,8 \times 10^{-7} \text{ s}$ stosując graniczną wartość narażenia równą $5 \times 10^{-3} \text{ J m}^{-2}$ w przedziale czasowym od 10^{-9} do $1,8 \times 10^{-5} \text{ s}$.



W przypadku lasera CW 500 mW wszelkie środki kontroli w celu zapewnienia nieprzekroczenia wartości granicznej narażenia dla oka będą musiały być skuteczne w czasie 0,38 μs .

Powyższy wynik sugeruje, że unikanie narażenia na wiązkę laserową powinno stanowić wysoki priorytet.

D.2.3. Wybór działania zapobiegawczego oraz jego realizacja

Ponieważ wiązka laserowa wiąże się z poważnym ryzykiem obrażeń, należy zmniejszyć do minimum ryzyko narażenia oka. Wiązka laserowa musi być widzialna w strumieniu powietrza lub jako odbicie od ekranu, aby powstał zamierzony efekt widowiskowy. W związku z tym należy zarządzać ryzykiem dbając, aby pracownicy nie znaleźli się na drodze wiązek. Poniżej przedstawiono zalecane sposoby zarządzania ryzykiem.

Należy odpowiednio przeszkolić operatorów laserów i asystentów.

Jak najmniejsza liczba osób powinna być obecna przy ustawianiu wiązek.

Wszystkie wiązki należy skierować na teren, na którym nie ma ludzi.

Lasery oraz urządzenia pomocnicze, w tym lustra odbijające, należy odpowiednio zamontować i przy mocować, aby zagwarantować, że nie wykonają one żadnych niewłaściwych ruchów w trakcie widowiska.

Drogi wiązek należy blokować przy pomocy fizycznego systemu wygaszania, aby nie zostały skierowane na teren, na którym przebywają ludzie. Elektroniczny system wygaszania należy stosować wyłącznie, jeżeli spełnia odpowiednie wymagane normy bezpieczeństwa.

Operatorzy powinni mieć możliwość monitorowania wszystkich dróg wiązek oraz zakończenia emisji, jeżeli zajdzie taka potrzeba.

Jeżeli widowisko odbywa się na wolnym powietrzu, należy uwzględnić bezpieczeństwo ruchu powietrznego. Zastosowanie mogą mieć wymogi krajowe.

D.2.4. Monitorowanie i przegląd

Pracownicy powinni stale monitorować drogi wiązek laserowych podczas ustawiania laserów i widowiska oraz być przygotowani do podjęcia na czas działania naprawczego, jeżeli zajdzie taka potrzeba. Jeżeli laser jest instalacją stałą, konieczne będzie dokonywanie okresowego przeglądu oceny oraz sporządzenie list kontrolnych do stosowania przed rozpoczęciem pokazu.

D.2.5. Wniosek

Planowanie pokazu w taki sposób, aby żaden pracownik nie był narażony na oddziaływanie wiązki laserowej, oznacza, że nie ma potrzeby przeprowadzania szczegółowych, zwykle złożonych i czasochłonnych ocen

z zastosowaniem wartości granicznych narażenia. Szkolenie operatorów przy jednoczesnym stosowaniu bezpośrednich środków kontroli powinno zagwarantować, że w przypadku pracowników wartości graniczne narażenia nie zostaną przekroczone.

D.3. Medyczne zastosowanie promieniowania optycznego

Sztuczne źródła promieniowania optycznego mają szeroki zakres zastosowań w medycynie. Niektóre źródła – omówione w różnych częściach niniejszego przewodnika – takie jak źródła stosowane w oświetleniu powierzchniowym, sprzęcie wyświetlającym (zob. fotografia), wskaźnikach świetlnych, fotografii, badaniach laboratoryjnych i oświetleniu pojazdów, są powszechnie spotykane w innych środowiskach. O ile źródła te nie zostały zmodyfikowane i nie są stosowane w zasadniczo inny sposób, nie istnieją powody, na podstawie których można stwierdzić, że narażenie w ich przypadku będzie się znacznie różnić od narażenia w bardziej ogólnodostępnych środowiskach.



Wykorzystywanie monitorów w radiografii.

Niemniej jednak dostępna jest duża liczba źródeł specjalistycznych opracowanych konkretnie dla zastosowań medycznych. Obejmują one:

Oświetlenie zadaniowe	Źródła terapeutyczne
Oświetlenie sal operacyjnych	Źródła do fototerapii promieniami nadfioletowymi
Oświetlenie sal porodowych	Źródła do fototerapii światłem niebieskim
Lampy punktowe	Źródła do terapii fotodynamicznej
Negatoskopy tablicowe	Lasery do fizykoterapii
Lampy diagnostyczne	Lasery chirurgiczne
Diafanoskopy do diagnoz prenatalnych	Lasery okulistyczne
Lampy szczelinowe i inne narzędzia okulistyczne	Intensywne impulsowe źródła światła
Lasery urządzenia diagnostyczne, takie jak skanery siatkówki oka	Źródła do badań specjalistycznych
Lampy Wooda	Symulatory światła słonecznego

D.3.1. Oświetlenie zadaniowe

Najmocniejszym oświetleniem należącym do kategorii oświetlenia zadaniowego jest zasadniczo oświetlenie sal operacyjnych. W tabeli D3.1 podano przykładowe oceny różnych lamp operacyjnych, z których wynika, że jedna z ocenianych pozycji może stanowić zagrożenie światłem niebieskim w przypadku bezpośredniego patrzenia w źródło.



Przykłady lamp operacyjnych.

Tabela D.3.1. Ocena oświetlenia sali operacyjnej przy założeniu bezpośredniego patrzenia w źródło światła (*)

Źródło	Zagrożenie promieniowaniem aktywnym UV	Zagrożenie promieniowaniem UVA	Zagrożenie światłem niebieskim	Inne zagrożenia związane z promieniowaniem optycznym
Hanalux 3210	Brak	Brak	Wartość graniczna narażenia może być przekroczona w czasie ~30 minut bezpośredniego patrzenia	Brak
Hanalux Oslo	Brak	Poniżej wartości granicznej narażenia dla czasu trwania narażenia równego 8 godzin	Wartość graniczna narażenia może zostać przekroczona w czasie ~30 minut bezpośredniego patrzenia	Brak
Hanalux 3004	Brak	Brak	< 20% wartości granicznej narażenia	Brak
Martin ML702HX	Brak	Brak	< 20% wartości granicznej narażenia	Brak
Martin ML502HX	Brak	Brak	< 20% wartości granicznej narażenia	Brak
Martin ML1001	Brak	Brak	< 20% wartości granicznej narażenia	Brak
(*) Dane z oceny udostępnione przez zakład Medycyny Fizycznej, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, Londyn				

Należy zwrócić uwagę, że lampy mają zapewnić oświetlenie z góry, w związku z czym prawdopodobieństwo, że ktoś będzie się patrzył bezpośrednio w źródło z bliskiej odległości, jest niskie. Ponadto lampy są tak jasne, że bezpośrednie patrzenie przez dłuższy

czas powodowałoby dyskomfort. Dlatego też w praktyce wartości narażenia są o wiele mniejsze niż te ocenione w tabeli D.3.1 i istnieje małe prawdopodobieństwo, że będą stwarzać zagrożenie.

Inny typ oświetlenia zadaniowego, stosowanego powszechnie w sektorze medycznym, stanowią: oświetlenie punktowe, stosowane w celu dostarczenia miejscowego oświetlenia podczas badań, oraz oświetlenie sal porodowych. Jeżeli chodzi o możliwe scenariusze dotyczące narażenia, w przypadku obu typów oświetlenia występują podobne kwestie, jak w przypadku lamp operacyjnych. W obu przypadkach oświetlenie zapewniają źródła kierunkowe stosowane w celu zapewnienia oświetlenia miejscowego, nie istnieje zatem prawdopodobieństwo, że ktoś będzie patrzył się w źródło przez dłuższy okres czasu. Ogólnie zarówno oświetlenie punktowe, jak i sal porodowych, ma raczej mniejszą moc niż oświetlenie sali operacyjnej, w związku z czym zasadniczo nie przewiduje się, że będzie stwarzać zagrożenie.



Przykłady oświetlenia sal porodowych.

Podświetlane szkła powiększające są powszechnie wykorzystywane w praktyce lekarskiej. Stanowią one źródło oświetlenia miejscowego połączone z dużą soczewką powiększającą, jak przedstawiono na zdjęciu poniżej.



Przykład podświetlonego szkła powiększającego – oświetlacz Luxo Wave Plus.

W ocenie przeprowadzonej w Zakładzie Medycyny Fizycznej przy Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust stwierdza się, że oświetlacz Luxo Wave Plus emituje promienie nadfioletowe oraz promienie z widzialnych zakresów widma. Wartość stałego narażenia w bliskiej

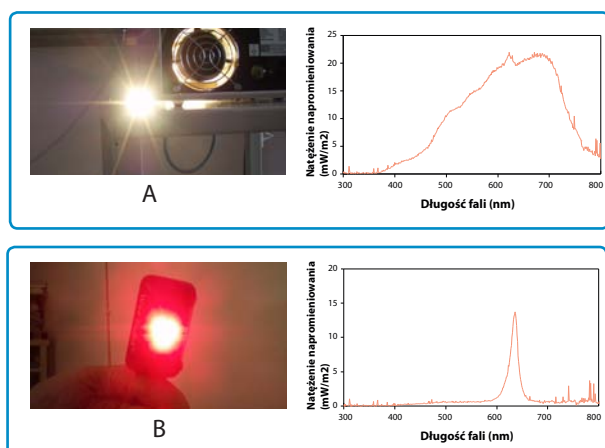
odległości nie przekroczy jednak wartości granicznej ekspozycji dla promieniowania aktywnego UV. Mimo że emisja światła niebieskiego jest znaczna, nie przekroczy 1% odpowiedniej wartości granicznej narażenia. Nie stwierdzono żadnych zagrożeń związanych z promieniowaniem UVA oraz zagrożeń termicznych. Istnieje prawdopodobieństwo, że inne urządzenia tego typu charakteryzuje podobnie niski poziom ryzyka.

Negatoskopy dostarczają rozproszone oświetlenie o stosunkowo małej intensywności. Z oceny przeprowadzonej w Zakładzie Medycyny Fizycznej przy Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust wynika, że patrzenie bezpośrednio w źródło z bliskiej odległości – które jest prawdopodobne z uwagi na sposób użytkowania tego typu źródła – spowoduje ekspozycję na światło niebieskie stanowiącą mniej niż 5% wartości granicznej narażenia. Nie stwierdzono żadnych znacznych zagrożeń związanych z promieniowaniem aktywnym UV, promieniowaniem UVA oraz mechanizmami termicznymi.

D.3.2. Oświetlenie diagnostyczne

Diafanoskopy do badań płodu są powszechnie wykorzystywane na oddziałach opieki prenatalnej, między innymi do obserwowania struktur wewnętrznych, jako pomoc w diagnozowaniu, lub do celów identyfikacji naczyń krwionośnych. Funkcją takich źródeł jest zatem zwykle oświetlanie małych powierzchni, ale mogą być wystarczająco intensywne, aby przeniknąć przez tkanki i być widzialne po przeciwnej stronie.

Rozkład widmowy diafanoskopu Neonate 100 pokazuje wysoki poziom emisji w całym zakresie widzialnym, w tym pewien poziom emisji w zakresie UVA oraz IRA. Z oceny wynika, że nawet w przypadku narażenia z bliskiej odległości, emisja promieniowania UV nie będzie stanowiła zagrożenia (tabela D.3.2). Występuje jednak znaczna emisja światła niebieskiego stanowiąca zagrożenie w przypadku narażenia przekraczającego 10 minut. Jak można zauważyć na powyższej fotografii, źródło jest bardzo jaskrawe, w związku z czym zwykła reakcja obronna powinna skrócić czas trwania poszczególnych ekspozycji do 0,25 sekund. W ciągu dnia pracy doszłoby do ich skumulowania, ale biorąc pod uwagę, że ogólny poziom użytkowania urządzenia jest stosunkowo niewielki, nawet przy pesymistycznych założeniach szacuje się, że skumulowane ekspozycje wyniosą mniej niż 5% granicznej wartości narażenia. Ze względu na silną emisję w widzialnym zakresie oraz w zakresie zbliżonym do podczerwieni należy także dokonać oceny zagrożeń termicznych dla siatkówki oka. Emisja ta zostanie jednak ograniczona reakcjami obronnymi i nie przekroczy 2% wartości granicznej narażenia nawet w przypadku dłuższego wpatrywania się w źródło, które powodowałoby niezwykle dyskomfort. Urządzenie Wee Sight™ posiada stosunkowo niski poziom emisji charakterystyczny dla źródeł LED i zgodnie z szacunkami nie stanowi żadnego zagrożenia dla oczu.



Zdjęcia diafanoskopów z przedstawionymi obok pomiarami rozkładów widmowych promieniowania – (A) Neonate 100, (B) Wee Sight™.

Tabela D.3.2. Ocena diafanoskopów do diagnoz prenatalnych (*)

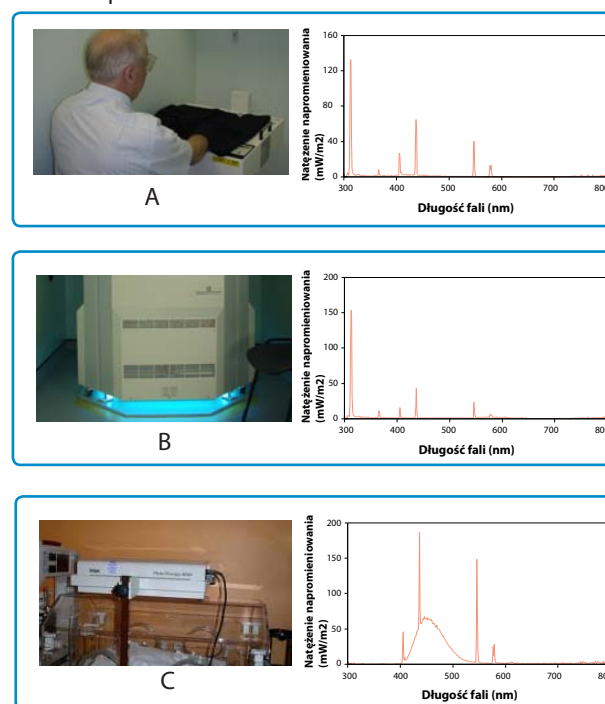
Źródło	Zagrożenie aktywnym promieniowaniem UV	Zagrożenie promieniowaniem UVA	Zagrożenie światłem niebieskim	Zagrożenia termiczne
Neonate 100	Brak	Brak	< 5% wartości granicznej narażenia	~ 2% wartości granicznej narażenia
Wee Sight™	Brak	Brak	Brak	Brak
(*) Pomiary dokonane z pomocą Wydziału Ochrony przed Promieniowaniem, Royal Berkshire NHS Foundation Trust, Reading				

Lampy szczelinowe i inne narzędzia okulistyczne są przeznaczone do stosowania w badaniach okulistycznych, wobec czego związane z nimi zagrożenie powinno być minimalne. Ponadto mają one charakter wysoce kierunkowy, a zatem nie istnieje prawdopodobieństwo, że spowodują znaczne niepożądane ekspozycje podczas pracy. Podobnie najnowsze okulistyczne narzędzia diagnostyczne, takie jak skanery siatkówki, mogą być wyposażone w źródła laserowe, ale zostały ocenione pod kątem zamierzonych ekspozycji i zasadniczo są to urządzenia pierwszej klasy. Ryzyko związane z niebezpiecznymi ekspozycjami pracowników powinno być zatem minimalne.

Lampy Wooda mogą być wykorzystywane do celów diagnostycznych – są to zasadniczo lampy rtęciowe wyposażone w szklany filtr Wooda w celu eliminowania emisji UV z zakresu małych długości fal, jak i emisji widzialnych. W związku z powyższym zakłada się, że stanowią one zagrożenie promieniowaniem UVA oraz, w zależności od skuteczności filtracji, mogą także stanowić zagrożenie aktywnym promieniowaniem UV. Z oceny przeprowadzonej w Zakładzie Medycyny Fizycznej przy Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust wynika, że bezpośrednia ekspozycja na promieniowanie pochodzące z lampy Wooda przez ponad 50 minut powoduje przekroczenie wartości granicznej narażenia dla promieniowania UVA. Ta sama ocena pokazuje, że przekroczenie wartości granicznej narażenia dla promieniowania aktywnego UV nastąpiłoby po upływie ponad 7,5 godzin, podczas gdy inne zagrożenia promieniowaniem optycznym są nieistotne. Ponieważ lampy Wooda wykorzystuje się do badań, szkolenie operatorów z jednoczesnym stosowaniem środków ochrony indywidualnej oczu powinno przyczynić się do ograniczenia bezpośredniego narażenia na źródło oraz narażenia na rozproszone promieniowanie UVA. Biorąc pod uwagę, że graniczna wartość narażenia dla promieniowania aktywnego UV zostanie przekroczona tylko w przypadku długiej ekspozycji na bezpośrednią emisję, nie istnieje prawdopodobieństwo, że rozproszone promieniowanie aktywnego UV będzie stanowiło znaczące zagrożenie.

D.3.3. Źródła terapeutyczne

Istnieje szereg źródeł wykorzystywanych w fototerapii. W szczególności stosuje się fototerapeutyczne źródła nadfioletu do leczenia schorzeń skóry, natomiast fototerapeutyczne źródła światła białego są powszechnie wykorzystywane do leczenia hiperbilirubinemii u noworodków, z których do 60% może cierpieć na to schorzenie.



Zdjęcia urządzeń do fototerapii z przedstawionymi obok pomiarami rozkładów widmowych promieniowania – (A) Waldmann UV 7001 UVB, (B) Waldmann UV 181 BL, (C) Dräger PhotoTherapy 4000.

Przedstawione powyżej wykresy widm pokazują, że stosowane w fototerapii źródła nadfioletu (przykłady A i B) zasadniczo charakteryzują się silną emisją promieniowania w zakresie UV widma oraz mogą także emitować promieniowanie w zakresie widzialnym, w szczególności zbliżającym się do niebieskiego składowika. Zgodnie z szacunkami, z oceny zagrożenia (tabela D.3.3) wynika, że główne zagrożenia powodowane przez takie urządzenia

są związane z aktywnym promieniowaniem UV lub UVA. Przykład C przedstawia widmo fototerapeutycznego źródła światła niebieskiego, które zgodnie z szacunkami

wytwarza silne emisje w niebieskim zakresie widzialnego widma, ale małe lub zerowe emisje w zakresie nadfioletowym lub zbliżonym do podczerwieni.

Tabela D.3.3. Ocena źródeł stosowanych w fototerapii

Źródło	Zagrożenie aktywnym promieniowaniem UV	Zagrożenie promieniowaniem UVA	Zagrożenie światłem niebieskim	Inne zagrożenia związane z promieniowaniem optycznym
Waldmann UV 7001 UVB*	Wartość graniczna narażenia może zostać przekroczona w czasie ~ 5 godz.	Poniżej wartości granicznej narażenia	Poniżej wartości granicznej narażenia	Brak
Waldmann TL01 UV5000†	Wartość graniczna narażenia może zostać przekroczona w czasie ~ 7,5 godz.	Poniżej wartości granicznej narażenia	Brak	Brak
Waldmann UV6 UV5001BL†	Wartość graniczna narażenia może zostać przekroczona w czasie ~ 4 godz.	Poniżej wartości granicznej narażenia	Brak	Brak
Waldmann UV 181 BL(*)	Poniżej wartości granicznej narażenia	Poniżej wartości granicznej narażenia	Poniżej wartości granicznej narażenia	Brak
Waldmann UV 7001 UVA†	Brak	Wartość graniczna narażenia może zostać przekroczona w czasie ~ 5 godz.	Poniżej wartości granicznej narażenia	Brak
Sellamed UVA1 24000†	Brak	Wartość graniczna narażenia może zostać przekroczona w czasie ~ 45 min	Poniżej wartości granicznej narażenia	Brak
Draeger 4000(*)†	Brak	Poniżej wartości granicznej narażenia	Poniżej wartości granicznej narażenia	Brak
(*) Pomiary dokonane z pomocą Wydziału Ochrony przed Promieniowaniem, Royal Berkshire NHS Foundation Trust, Reading (†) Dane z oceny udostępnione przez Zakład Medycyny Fizycznej, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, Londyn				

W najczęściej stosowanych kabinach do fototerapii nadfioletem nie dopuszcza się do bezpośredniego narażenia na emisje w trybie pracy urządzenia. Możliwe jest jednak wydostawanie się pewnych ilości promieniowania (zob. przykład A powyżej), które mogą stanowić przyczynę obaw o zdrowie pracowników. Przede wszystkim ze względu na potrzebę zapewnienia przepływu powietrza oraz w celu ograniczenia do minimum uczucia klaustrofobii wywołanego u pacjenta pobytem w zamkniętej przestrzeni, często kabiny są otwarte od góry. Efektem może być znaczne rozproszenie promieniowania UV przez górną część urządzenia. Zasadniczo zagrożenie jest stosunkowo niewielkie, ponieważ mało jest prawdopodobne, aby pracownicy przybywali w pobliżu kabiny przez cały czas jej funkcjonowania. Niemniej jednak istnieje ryzyko związane z długoterminowymi skutkami skumulowanej ekspozycji na promieniowanie UV, które można ograniczyć do minimum

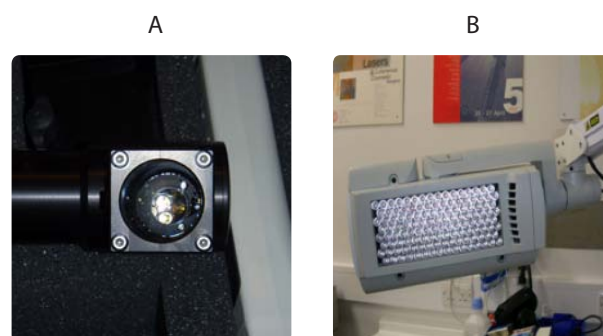
przez zastosowanie prostych środków ochrony zbiorowej, w tym specjalnych pokojów zabiegowych, zasłon dookoła kabiny oraz automatycznych stanowisk do monitorowania. W przypadku powyższego przykładu (A) zastosowanie zasłon dookoła kabiny spowodowało wzrost czasu potrzebnego do osiągnięcia wartości granicznej narażenia na aktywne promieniowanie UV z 5 godzin do prawie 13 godzin. Niektóre inne urządzenia do fototerapii, takie jak urządzenie do naświetlania dłoni i stóp przedstawione w przykładzie (B), wymagają stosowania w dużym stopniu proceduralnych środków ochrony w celu ograniczenia do minimum narażenia pracowników. W takim przypadku pracownicy przykrywają pracujące urządzenie czarnym ręcznikiem, aby ograniczyć przedostawanie się promieniowania UV do środowiska. Podobnie jak w poprzednim przykładzie, taki środek ochrony można usprawnić umieszczając urządzenie w kabinie z zasłonami. Czasami pracownicy szpitala

muszą mieć bliski kontakt ze stosowanymi urządzeniami w celu dokonania kontroli w zakresie zapewnienia jakości. W ramach przyjętych środków ochrony mogą mieć oni obowiązek zakładania osłon na twarz chroniących przez promieniowaniem UV, odpowiednich rękawiczek i stroju. W przypadkach, w których polega się w znacznej mierze na proceduralnych środkach ochrony, muszą być one jasno udokumentowane.

Urządzenia do fototerapii światłem niebieskim są umieszczane na inkubatorach z noworodkami, zwykle na wysokości około 0,3 m. Zasadniczo zapobiega to patrzeniu bezpośrednio w źródło przez pracowników. Ponadto pracownicy monitorują noworodki w równych odstępach czasu, przez około 10 minut co godzinę, w związku z czym ekspozycje są dodatkowo ograniczone. Nawet w przypadku 12-godzinnych dyżurów pełnionych na niektórych oddziałach, narażenie będzie poniżej 1% wartości granicznej.

W terapii fotodynamicznej stosuje się promieniowanie optyczne w celu wywołania reakcji fotochemicznych oraz

w wielu przypadkach leczenie wstępne z zastosowaniem chemicznych fotouczulaczy. Zasadniczo długości fal promieniowania nadfioletowego są często bardzo skuteczne przy działaniu wzbudzających fotouczulaczy, ale nie są powszechnie stosowane z powodu słabego przenikania przez tkanki. Szacuje się, że ekspozycja ma o wiele mniejszy wpływ na pracowników, którzy nie byli narażeni na oddziaływanie fotouczulacza, chociaż należy stosować odpowiednie środki ochronne, aby rzeczywiście do tego nie dochodziło.



Przykłady źródeł stosowanych w terapii fotodynamicznej – (A) UV-X, (B) Aktelite CL128.

Tabela D.3.4. Ocena źródeł stosowanych w fototerapii fotodynamicznej

Źródło	Zagrożenie aktywnym promieniowaniem UV	Zagrożenie promieniowaniem UVA	Zagrożenie światłem niebieskim	Zagrożenia termiczne
UV-X	Poniżej wartości granicznej narażenia	Poniżej wartości granicznej narażenia	Brak	Brak
Aktelite CL128 lamp(*)	Brak	Brak	< 3% wartości granicznej narażenia	Brak
(*) Dane z oceny udostępnione przez Zakład Medycyny Fizycznej, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, Londyn				

Wyniki oceny przedstawione w tabeli D.3.4 pokazują, że zgodnie z szacunkami źródła stosowane w terapii fotodynamicznej stanowią małe zagrożenie przy braku substancji fotouczulającej.

Lasery klasy 3B mogą być stosowane w fizykoterapii w celu doprowadzenia energii bezpośrednio do uszkodzonej tkanki. Lasery te stanowią zagrożenie dla oka (zasadniczo zagrożenie termiczne dla siatkówki oka), ale ich wiązki posiadają zwykle dużą rozbieżność, w związku z czym są niebezpieczne przy stosunkowo krótkich odległościach. Ryzykiem zarządza się zwykle przy pomocy środków proceduralnych (obejmujących kabiny z zasłonami, znaki graficzne i szkolenia dla pracowników) oraz stosując środki ochrony oczu przed promieniowaniem laserowym.

Lasery chirurgiczne – zwykle urządzenia klasy 4 stanowiące znaczne zagrożenie dla oka i skóry – są powszechnie stosowane w różnych zabiegach. W tym przypadku również ryzykiem zarządza się zwykle przy pomocy proceduralnych środków ochrony oraz stosując środki ochrony indywidualnej. W niektórych przypadkach wiązka może być przesyłana przez włókno umieszczone w ciele przy pomocy endoskopu. W takich przypadkach ryzyko zostaje znacznie zmniejszone, o ile włókno nie ulegnie przerwowaniu. Lasery wykorzystuje się powszechnie także w okulistyce – zwykle lasery klasy 3B lub klasy 4. Podobnie jak w przypadku innych zastosowań lasera w medycynie, poziom ryzyka dla oka, a w stosownych przypadkach dla skóry, kontroluje się przy pomocy proceduralnych środków ochrony oraz stosując środki ochrony indywidualnej.

Ze względu na możliwość powrotu odbitego światła przez włókno optyczne endoskopu, należy stosować odpowiednie filtry lub patrzeć przez endoskop przy pomocy kamery.

Intensywne impulsowe źródła światła są powszechnie stosowane w leczeniu skóry. W urządzeniach tych wykorzystuje się zasadniczo ksenonowe lampy błyskowe wyposażone w system filtrów w celu eliminowania małych długości fal w zakresie promieniowania nadfioletowego. Ze względu na wysoką moc szczytową urządzenia te mogą powodować zagrożenia termiczne dla oka i skóry. Ryzykiem zarządza się zwykle przy pomocy proceduralnych środków ochrony, aby uniknąć ekspozycji pracowników na bezpośrednie promieniowanie, oraz stosując środki ochrony indywidualnej. W zależności od jakości filtrów tego typu urządzenia mogą powodować także zagrożenia światłem niebieskim.

D.3.4. Źródła światła do badań specjalistycznych



Przykład symulatora światła słonecznego.

Różnorodne bardziej specjalistyczne źródła mogą być stosowane w niektórych dyscyplinach medycznych do celów diagnostycznych oraz badawczych. Zasadniczo istnieje prawdopodobieństwo, że będą musiały one zostać poddane ocenie oddzielnie dla każdego przypadku. Przykład przedstawiony poniżej w tabeli D.3.5 pokazuje, że w przypadku źródeł szerokopasmowych, takich jak symulatory światła słonecznego, konieczne może okazać się przeprowadzenie ocen dla szeregu możliwych zagrożeń związanych z promieniowaniem optycznym.

Tabela D.3.5. Ocena symulatora światła słonecznego(*)

Źródło	Zagrożenie aktywnym promieniowaniem UV	Zagrożenie promieniowaniem UVA	Zagrożenie światłem niebieskim	Inne zagrożenia związane z promieniowaniem optycznym
Symulator światła słonecznego Oriel 81292: bezpośrednia ekspozycja	Wartość graniczna narażenia może zostać przekroczona w czasie ~ 6 min	Wartość graniczna narażenia może zostać przekroczona w czasie ~ 3 min	Poniżej wartości granicznej narażenia	Brak
Symulator światła słonecznego Oriel 81292 światło odbite od ciała	Poniżej wartości granicznej narażenia	Poniżej wartości granicznej narażenia	Poniżej wartości granicznej narażenia	Brak

(*) Dane z oceny udostępnione przez Zakład Medycyny Fizycznej, Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, Londyn

Zasadniczo zakłada się, że oświetlenie zadaniowe i diagnostyczne stosowane w praktyce lekarskiej nie stanowi znacznego zagrożenia w normalnych warunkach użytkowania.

Źródła terapeutyczne mogą być niebezpieczne w niektórych okolicznościach. Wiele tego typu źródeł może spowodować wzrost narażenia w niebezpiecznych rejonach promieniowania nadfioletowego i światła niebieskiego, w przypadku skumulowania się ekspozycji w ciągu dnia pracy, a także może powodować ryzyko związane z długoterminowymi negatywnymi skutkami dla zdrowia. Dlatego też przy ocenie narażenia ważne jest, aby poddać ocenie realistyczne scenariusze dotyczące ekspozycji oraz uwzględnić je w analizie modeli pracy w celu oceny całkowitych ekspozycji. Jeżeli stwierdzono znaczące ryzyko, należy je kontrolować przez ograniczony dostęp do źródeł emisji, o ile jest to możliwe. Jeżeli konieczne jest stosowanie proceduralnych środków ochrony, powinny być one skuteczne oraz udokumentowane w formie pisemnej.

D.4. Pojazdy w miejscu pracy

Wykonując obowiązki zawodowe, pracownicy mogą być narażeni na promieniowanie optyczne wytwarzane przez samochody podczas:

- prowadzenia pojazdu,
- pracy na poboczu drogi, np. w przypadku funkcjonariuszy policji drogowej oraz pracowników drogowych,
- serwisowania i naprawy samochodów w warsztatach.



Jak zostanie wykazane, pierwsze dwa przykłady charakteryzuje bardzo niewielki poziom zagrożenia: nie ma potrzeby ograniczania widoczności i bezpieczeństwa na drodze w celu zmniejszenia narażenia. Potencjalne narażenie na promieniowanie optyczne przekraczające wartości graniczne podczas dokonywania przeglądu i napraw samochodów może być zarządzane przy pomocy odpowiednich procedur pracy oraz zasad obowiązujących w danym miejscu.

W celu określenia poziomu narażenia na promieniowanie optyczne poddano ocenie cztery samochody:

- samochód marki Mazda, model RX8, z wysokosprawnym silnikiem, wyposażony w przednie światła ksenonowe,
- samochód rodzinny średniej wielkości marki Mercedes, model A180,
- samochód kompaktowy marki Fiat, model 500,
- minibus marki LDV.

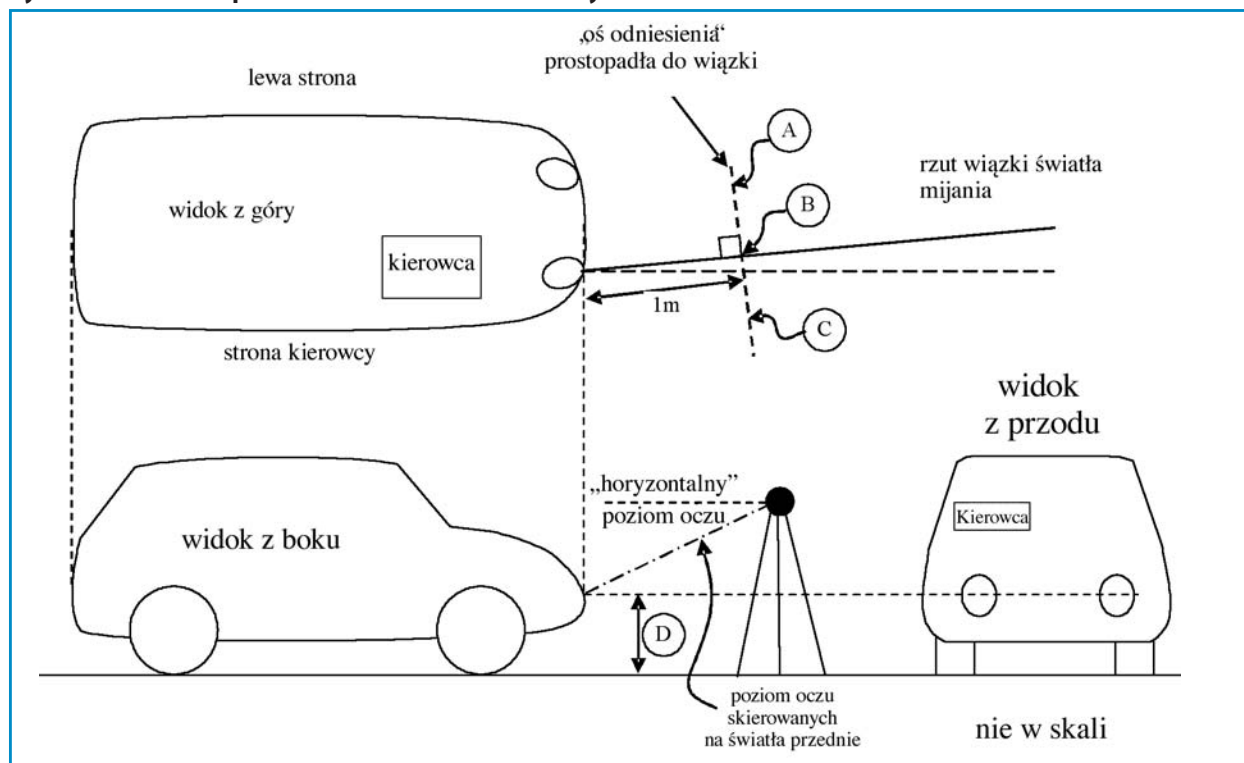
Warunki oceny zostały dobrane tak, aby stanowiły skrajnie niekorzystny przypadek przewidywanego narażenia zawodowego: zob. tabela D.4.6. oraz rys. D.4.1.



Tabela D.4.6. Ocena warunków dla oświetlenia samochodów

	Pozycja w stosunku do światła		Odległość	Czynności, podczas których osoby mogą być narażone
Światła przednie: mijania i drogowe	Poziom światła: wzrok skierowany bezpośrednio w wiązkę		0,5 m, 1 m, 2 m oraz 3 m	Dokonywanie przeglądu i napraw: samochód na podnośniku Prowadzenie pojazdu
	Poziom oczu	Wzrok skierowany na światło Patrzanie horyzontalne	1 m	Dokonywanie przeglądu i napraw: samochód na podłożu Pracownicy drogowi, funkcjonariusze policji drogowej
Światła kierunkowskazów, hamulcowe, cofania i przeciwmgłowe	Poziom światła: wzrok skierowany wprost w wiązkę		0,5 m	Prowadzenie pojazdu Dokonywanie przeglądu i napraw Pracownicy drogowi, funkcjonariusze policji drogowej

Rys. D.4.1. Schemat pomiarów światła samochodowych



Wyniki pomiarów widmowego natężenia napromienienia oraz określonych konfiguracji światła samochodowych zostały wykorzystane w celu dokonania oceny niebezpieczeństw związanych z promieniowaniem optycznym oraz ich porównania z wartościami granicznymi narażenia.

Tabela D.4.7. Podsumowanie zagrożeń związanych z promieniowaniem optycznym oświetlenia samochodu

Zagrożenie	RX8	A180	F500	LDV
Promieniowanie aktywniczne UV	Brak	Brak	Brak	Brak
Promieniowanie UVA	Brak	Brak	Brak	Brak
Światło niebieskie	Wartość graniczna narażenia może zostać przekroczona (szczegółowe dane podano w tabeli D.4.8.)	Wartość graniczna narażenia może zostać przekroczona (szczegółowe dane podano w tabeli D.4.9.)	Wartość graniczna narażenia może zostać przekroczona (szczegółowe dane podano w tabeli D.4.8.)	Wartość graniczna narażenia może zostać przekroczona (szczegółowe dane podano w tabeli D.4.8.)
Oparzenie siatkówki oka	< 30% wartości granicznej narażenia	< 10% wartości granicznej narażenia	< 3% wartości granicznej narażenia	< 2% wartości granicznej narażenia

Tabela D.4.8. Zagrożenie światłem niebieskim powodowane przez oświetlenie samochodu

Czas, w którym wartość graniczna narażenia na światło niebieskie zostaje przekroczona	RX8	A180	F500	LDV
Poziom światła: wzrok skierowany wprost w wiązkę	~ 3 min	~ 5 min	~ 30 min	~ 1 godz.
Poziom oczu: wzrok skierowany wprost na wiązkę	~ 2 godz.	~ 8 godz.	> 8 godz.	> 8 godz.
Poziom oczu: patrzenie w płaszczyźnie poziomej	> 8 godz.	> 8 godz.	> 8 godz.	> 8 godz.

Tabela D.4.9. Zagrożenie światłem niebieskim powodowane przez światła samochodu marki Mercedes A180

Światła samochodowe	Czas, w którym wartości graniczne narażenia na światło niebieskie zostają przekroczone		Ryzyko nadmiernego narażenia
Światło przednie, poziom lampy na odcinku 1 m, wzrok skierowany wprost w wiązkę – pozycja B na rys. D.4.1.	Mijania	~ 45 min	Nieprawdopodobne – bezpośredniemu patrzeniu w wiązkę światła powinna zapobiec reakcja obronna na bardzo jaskrawe światło; należy przyjąć procedury pracy w celu ograniczenia do minimum zbędnego narażenia
	Drogowe	~ 15 min	
Światło przednie, poziom lampy na odcinku 1 m, wzrok skierowany bezpośrednio w wiązkę – pozycje A i C = 0,5 m na rys. D.4.1.	Mijania	> 8 godz.	Brak
	Drogowe	> 8 godz.	
Światło przednie, poziom lampy na odcinku 1 m, wzrok skierowany na światło	Mijania	> 8 godz.	Brak
	Drogowe	> 8 godz.	
Światło przednie, poziom lampy na odcinku 1 m, patrzenie w płaszczyźnie poziomej	Mijania	> 8 godz.	Brak
	Drogowe	> 8 godz.	
Światło przeciwmgłowe	> 8 godz.		Brak
Światło hamulcowe	> 8 godz.		Brak
Światło kierunkowskazu	> 8 godz.		Brak
Światło cofania	> 8 godz.		Brak

Patrzeć bezpośrednio w wiązkę na poziomie światła przedniego może stanowić zagrożenie światłem niebieskim oraz powodować ryzyko nadmiernego narażenia. Nadmierne narażenie nie jest jednak prawdopodobne, ponieważ:

- długiemu patrzeniu w wiązkę światła powinna zapobiec reakcja obronna na bardzo jaskrawe światło,
- poziom zagrożenia szybko maleje wraz z oddalaniem się od środka wiązki,
- poziom zagrożenia znacznie maleje na poziomie oczu.

Ważne

Zakłada się, że oświetlenie samochodu nie stanowi zagrożenia związanego z promieniowaniem UV, jeżeli szklany klosz światła lub filtry nie są uszkodzone. Praca przy światłach samochodowych w przypadku, gdy brak jest szklanego klosza lub jest on uszkodzony może jednak zwiększyć ryzyko ekspozycji na promieniowanie UV. Należy przyjąć procedury pracy w celu uniknięcia ekspozycji powodowanej przez światła samochodu z uszkodzonymi kloszami lub filtrami.

Modyfikacja przedniego światła oraz jego ustawienia może wpłynąć na zmianę poziomu zagrożenia.

Mimo że ryzyko nadmiernego narażenia w wyniku bezpośredniego patrzenia w wiązkę pochodzącą z przednich świateł samochodu jest niskie, w możliwych przypadkach należy przyjąć procedury pracy w celu ograniczenia do minimum zbędnego narażenia.

Zakłada się, że oświetlenie samochodów nie stanowi ryzyka nadmiernego narażenia na promieniowanie optyczne dla użytkowników dróg, w tym kierowców, funkcjonariuszy i pracowników drogowych. Określone czynności wymagające patrzenia przez długi czas bezpośrednio w przednie światła na poziomie reflektorów mogą jednak stanowić niewielkie ryzyko związane z zagrożeniem światłem niebieskim.

D.5. Wojsko

Sztuczne źródła promieniowania optycznego są powszechnie wykorzystywane przez wojsko. Podczas operacji bojowych dowódcy muszą niekiedy podejmować decyzje dotyczące kosztów i korzyści przebiegu działań w celu porównania małego ryzyka rzeczywistych obrażeń, jeżeli wartości graniczne narażenia zostaną przekroczone, z ryzykiem ciężkich obrażeń lub śmierci wynikającym z innych zagrożeń. W związku z powyższym przedmiotem niniejszej sekcji są wyłącznie wytyczne niezwiązane z operacjami bojowymi, w tym szkolenie.

Wojskowe zastosowania sztucznego promieniowania optycznego mogą obejmować:

szperacze
oświetlenie lotnisk wojskowych
systemy komunikacyjne oparte na falach podczerwieni
podczerwone oświetlacze celu
laserowe wskaźniki celu
symulatory broni
środki zakłócające w podczerwieni
flary magnezowe
promieniowanie optyczne z eksplozji



Większość z powyższych zastosowań wymaga, aby sztuczne promieniowanie optyczne było wyzwalane w otwartej przestrzeni i zwykle na zewnątrz. Oznacza to, że jest mało prawdopodobne, aby standardowa procedura, zgodnie z którą ograniczenie promieniowania optycznego obudową stanowi podstawowy środek kontroli, okazała się odpowiednia. Duży nacisk kładzie się na szkolenie: członkowie sił zbrojnych są szkoleni, aby wypełniać instrukcje i rozkazy.

Podczas przeprowadzania oceny ryzyka, zgodnie z wymogami art. 4 przedmiotowej Dyrektywy, należy wziąć pod uwagę osoby zatrudnione w siłach zbrojnych oraz innych pracowników. Nie zawsze może być zagwarantowane, że potencjalny poziom narażenia nie przekroczy wartości granicznych narażenia. W związku z tym jednym z podejść

stosowanych w przedmiotowym sektorze jest probabilistyczna ocena ryzyka. Można ją stosować do ilościowego określenia prawdopodobieństwa, zgodnie z wymogami art. 4. W ramach probabilistycznej oceny ryzyka można przyjąć różne wartości. Zdarzenie o prawdopodobieństwie równym 10^{-8} uważa się jednak za dopuszczalne, nawet w przypadku niekorzystnych zdarzeń, które, jeżeli wystąpią, mogą mieć katastrofalne konsekwencje.

Zdarzenie o prawdopodobieństwie poniżej 10^{-8} nie jest uznawane za prawdopodobne.

Stosowanie probabilistycznej oceny ryzyka jest złożone i wymaga wiedzy specjalistycznej. Niemniej jednak, korzyści dla wojska polegają na tym, że ocena ta może pozwolić na zastosowanie sztucznego promieniowania optycznego w sytuacjach, które przy mniej rygorystycznej ocenie mogą zostać uznane za niedopuszczalne.

D.6. Podwieszane promienniki gazowe

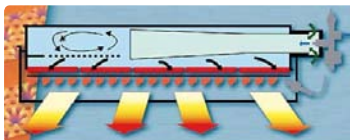
Poniższe wyniki oceny zostały udostępnione przez europejskie stowarzyszenie ELVHIS.



Osoby mogą być narażone na promieniowanie optyczne z podwieszonych promienników gazowych, wykorzystywanych w szerokim zakresie środowisk do ogrzewania:

- budynków przemysłowych,
- budynków publicznych,
- budynków logistycznych,
- jednostek straży pożarnej,
- hal wystawowych,
- krytych obiektów sportowych,
- tarasów w restauracjach i barach, a także wielu innych miejsc.

Zgodnie ze specyfikacjami producenta, tego typu grzejniki instaluje się na minimalnej wysokości nad głowami pracowników, aby nie znajdowały się bezpośrednio na linii ich wzorku.



Podwieszane promienniki gazowe (typ świecący).

Zakres temperatur powierzchni gazowych promienników świecących wynosi od $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$, co odpowiada długości fali $\lambda_{\max}$ od 2275 nm do 2980 nm , stosując prawo Wiena:

$$\lambda_{\max} = \frac{hc}{4,965 \cdot kT} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{T} [\text{m} \cdot ^{\circ}\text{K}]$$

Zgodnie z zaleceniami AICVF, daje to emisję równą

$$E_{\text{IR}} [\text{W m}^{-2}] = 0,71 \times \alpha_k \times f_p \times \eta_r \times P_u / d^2$$

gdzie:

α_k – współczynnik pochłaniania przez organizm człowieka

f_p – współczynnik kierunkowy

η_r – współczynnik sprawności promieniowania

P_u – wydajność grzejnika

d – odległość między ciałem ludzkim a grzejnikiem

Najwyższe wartości (skrajnie niekorzystny scenariusz dla producenta SBM):

$$\alpha_k = 0,97$$

$$f_p = 0,10$$

$$\eta_r = 0,65$$

$$P_u = 27\,000\text{ W}$$

Skrajnie niekorzystny przypadek dla odległości d między ciałem ludzkim a grzejnikiem, wydajności grzejnika P oraz maksymalnego kąta nachylenia I równego 35° obliczono według wzoru:

$$d = h_i - 1, \text{ gdzie } h_i = \left[\left(\sqrt{\frac{P_u}{540}} - 0,5 \right) \times \cos I \right] + 2$$

otrzymując wynik $d = 6,4\text{ m}$

Skrajnie niekorzystny scenariusz narażenia odpowiada w danym przypadku

$$E_{\text{IR max}} = 29,1 \approx 30\text{ W m}^{-2}$$

Wartości graniczne narażenia w zakresie długości fal $780\text{--}3000\text{ nm}$ dla czasu trwania narażenia $t > 1000\text{ s}$ wynoszą:

$$E_{\text{IR}} = 100\text{ W m}^{-2}$$

Zakłada się, że promienniki gazowe nie stanowią ryzyka nadmiernego narażenia na promieniowanie optyczne i można je uznać za nieistotne źródła: skrajnie niekorzystny przypadek przewidywanego narażenia związanego z tego typu grzejnikami odpowiada wartościom, które są znacznie mniejsze od mających zastosowanie wartości granicznych narażenia.

Dodatkowe informacje

AICVF: Association des Ingénieurs en Climatique, Ventilation et Froid, Francja

ELVHIS: Association Européenne Principale des Fabricants de Panneaux Radiants Lumineux à Gaz

Zalecenie 01-2006 – „CHAUFFAGE: déperditions de base” oparte na normie EN 12831 z marca 2004 r.: Instalacje ogrzewcze w budynkach. Obliczenie zapotrzebowania na moc cieplną

SBM International, 3 Cottages de la Norge, 21490 Clénay, Francja

D.7. Laser w obróbce materiałów

Lasery są wykorzystywane w szerokim zakresie w różnych procesach nazwanych ogólnie obróbką materiałów. Przykład przedstawiony poniżej dotyczy lasera stosowanego do cięcia metalu, ale zasady pozostają takie same w przypadku spawania, wiercenia i znakowania metodą laserową.

Zakłada się, że moc promienista lub energia promienista impulsu laserowego odpowiada laserowi systemu klasy 4. W związku z tym istnieje prawdopodobieństwo, że wszelkie przypadkowe narażenie na wiązkę laserową – oka lub skóry – spowoduje poważne obrażenia.



Tysiące tego typu laserów są powszechnie wykorzystywane w całej Europie. Poniższa ocena obejmuje jedynie

wiązkę laserową. Inne zagrożenia mogą powodować większe ryzyko obrażeń lub śmierci.

D.7.1. Określenie zagrożeń i osób narażonych na ryzyko

Istnieje szereg etapów cyku życia lasera do obróbki materiałów, na których pracownicy mogą być narażeni na promieniowanie laserowe:

uruchomienie
zwykła obsługa
konserwacja
serwisowanie

Na niektórych etapach cyklu życia czynności mogą wykonywać pracownicy z innych przedsiębiorstw, takich jak przedsiębiorstwo dostawcze lub serwisowe. Konieczne będzie jednak określenie ryzyka związanego z takimi czynnościami dla pracowników znajdujących się w miejscu prowadzenia prac.

Ze względu na właściwości stosowanych wiązek laserowych, wiązka padająca na wprost zawsze przekroczy graniczną wartość narażenia przy małych odległościach. Niemniej jednak, konieczna może okazać się ocena wiązki rozproszonej.

Jeżeli obrabiany element jest bardzo duży, na przykład w przypadku przemysłu stoczniowego, zasięg zagrożenia dla wzroku (NOHD) może być mniejszy niż wielkość danego elementu.

D.7.2. Ocena rodzajów ryzyka oraz określanie ich priorytetu

Najprostsza ocena polega na założeniu, że wiązka laserowa będzie zawsze przekraczać wartość graniczną narażenia, w związku z czym należy ograniczyć do niej dostęp. Inne zagrożenia powiązane z procesem mogą stanowić wskazanie, że powinien on zostać odizolowany. Niektóre z takich zagrożeń mogą powodować większe ryzyko dla pracowników niż wiązka laserowa.

Konieczna może okazać się ocena natężenia napromienienia lub napromienienia wiązki laserowej w celu określenia środków ochronnych. W skrajnie niekorzystnym przypadku zakłada się, że skolimowana wiązka laserowa pada w przewidzianym miejscu.

D.7.3. Wybór działania zapobiegawczego

Podejmując decyzje w sprawie działania zapobiegawczego, należy uwzględnić niezbędny stopień ochrony oraz wymogi związane z wykonywaniem przez pracowników określonych czynności. Środki ochronne utrudniające wykonywanie prac nie będą skuteczne.

Należy również zwrócić uwagę, że nie zawsze wymagane jest wzniesienie obudowy dookoła całej instalacji do obróbki materiałów. Konieczne może okazać się wykonanie obudowy jedynie dla obrabianego elementu.

Celem powinno być umożliwienie wykonywania wszystkich czynności, w tym w zakresie konserwacji i serwisowania, bez stosowania środków ochrony indywidualnej. Jeżeli konieczne jest śledzenie procesu, mogą zostać zamontowane okna z odpowiednimi filtrami umożliwiające obserwację lub zastosowane urządzenia do zdalnej obserwacji, takie jak kamery.

Podczas decydowania w sprawie środków ochronnych, konieczne może okazać się przeprowadzenie oceny promieniowania optycznego wytwarzanego w ramach procesu. Może zachodzić ono w innym zakresie widma optycznego niż padająca wiązka laserowa oraz istnieje prawdopodobieństwo, że będzie niekoherentne.

D.8. Gałęzie przemysłu wykorzystujące energię cieplną

Składamy podziękowania M. Brose z Fachbereich Elektrotechnik, Referat Optische Strahlung, Berufsgenossenschaft Elektro Textil Feinmechanik, w Niemczech, za pomoc w przeprowadzaniu ocen.

D.8.1. Obróbka stali



Saarstahl AG, Völklingen, Niemcy

Przedsiębiorstwo Saarstahl AG specjalizuje się w produkcji walcówek, prętów stalowych oraz półwyrobów różnego

gatunku. Infrastruktura w Völklingen obejmuje stalownię, walcownię oraz urządzenia do kucia wlewków o masie do 200 ton.

Bezpieczeństwo związane z promieniowaniem optycznym stanowi istotny element zarządzania bezpieczeństwem w spółce.



Mimo że emisja bardzo niebezpiecznych ilości promieniowania optycznego (głównie podczerwonego) jest charakterystyczna dla produkcji i obróbki stali, przyjęte środki kontroli pozwalają ograniczyć do minimum narażenie ludzi na niebezpieczne promieniowanie optyczne oraz zapewnić bezpieczne warunki pracy. Środki te obejmują:

- zdalne sterowanie procesem produkcji oraz jego zdalne monitorowanie w celu ograniczenia do minimum narażenia ludzi na niebezpieczny poziom promieniowania optycznego,
- procedury pracy ograniczające czas czynności wykonywanych w wysokich temperaturach do 15 minut, przewidując obowiązkową zmianę czynności,
- planowany jest system zdalnego monitorowania ciepłoty ciała pracowników w celu uniknięcia przegrzania organizmu,
- szeroko zakrojone szkolenie pracowników w zakresie wykonywanych czynności i bezpieczeństwa,
- środki ochrony indywidualnej okrywające całe ciało, kiedy interwencja człowieka jest konieczna ze względu na charakter procesu produkcji,
- uwzględnienie danych z nadzoru medycznego w ocenie ryzyka,
- angażowanie przedstawicieli pracowników w działania z zakresu zarządzania ochroną zdrowia i bezpieczeństwem.

D.8.2. Huta szkła

Niebezpieczne ilości promieniowania optycznego, głównie w nadfioletowym i podczerwonym zakresie widma, są emitowane w trakcie obróbki i formowania

szkła. Czynności wykonywane ręcznie wiążą się z przebywaniem osób w bliskiej odległości od źródła niebezpiecznej emisji, np. palnika.



Ponieważ szacuje się, że poziom emisji, do których pracownicy mają dostęp przekroczy graniczne wartości narażenia, konieczne jest przeprowadzenie oceny ryzyka w celu zapewnienia odpowiednich kontroli zagrożeń związanych z promieniowaniem optycznym. W takim przypadku wartości graniczne narażenia mogą zostać przekroczone dla więcej niż jednego zagrożenia powodowanego przez promieniowanie optyczne, zastosowanie powinny mieć zatem bardziej rygorystyczne warunki.

W ocenie ryzyka należy uwzględnić:

- emisję pochodzącą z urządzeń, w tym z wszelkich dodatkowych palników, z perspektywy pracownika, np. skierowaną na ręce i twarz,
- przewidywany czas trwania narażenia podczas zmiany – wartości graniczne promieniowania UV kumulują się w ciągu 8 godzin,
- ograniczenie oddziaływania przy pomocy osłon oraz środków ochrony indywidualnej.

Wartości graniczne narażenia na promieniowanie UV są kumulacyjne. Jeżeli istnieje możliwość ich przekroczenia, należy ograniczyć dostęp osób do źródła promieniowania przez zmniejszenie poziomu emisji (osłony, środki ochrony oczu i dłoni) lub ustalenie czasu trwania narażenia (maksymalny dopuszczalny czas trwania).

W przypadku gdy środki ochrony oczu są dostarczane łącznie z urządzeniami, należy dokonać ponownej oceny ich przydatności, jeżeli stosowane są dodatkowe palniki lub wprowadzone zostały nowe procedury pracy.

Jeżeli urządzenia emitują promieniowanie optyczne w niebezpiecznym zakresie aktywnego promieniowania UV (180–400 nm), w przypadku którego wartości graniczne narażenia dotyczą skóry oraz oczu, należy ocenić także ekspozycję w odniesieniu do dłoni. Jeżeli rękawice ochronne są niepraktyczne lub mogą powodować dodatkowe zagrożenia dla bezpieczeństwa, należy określić czas trwania narażenia.

D.8.3. Dodatkowe informacje

BGFE – Informationen für die Glasbearbeitung mit Brennern – SD 53

D.9. Fotografowanie przy użyciu lampy błyskowej

Źródła promieniowania optycznego są niezbędnym elementem wyposażenia profesjonalnego studia fotograficznego. Są wykorzystywane do zapewnienia oświetlenia powierzchni i punktów, w postaci ekspozycji tła lub ekspozycji błysku.

W tym przypadku można wziąć pod uwagę dwie kategorie osób narażonych na ekspozycję zawodową:

- fotografowie,
- osoby fotografowane (np. modelka lub model).



Profesjonalne studio fotograficzne może być wyposażone w:



- źródło oświetlenia rozproszonego,
- reflektor błyskowy,
- lampę błyskową do profesjonalnego aparatu,
- lampę błyskową do nieprofesjonalnego aparatu.

Tabela D.9.1. Scenariusz skrajnego narażenia na jednoczesne bezpośrednie działanie wiązki światła

	Źródło oświetlenia rozproszonego	Reflektor błyskowy	Lampa błyskowa profesjonalnego aparatu	Lampa błyskowa nieprofesjonalnego aparatu
Fotograf	√	√	—	—
Modelka/model	√	√	√	√

Widmowe natężenie napromieniowania oraz właściwości czasowe (czas trwania błysku) dla każdego źródła w różnych odległościach zostały wykorzystane do oceny poziomu narażenia w skrajnie niekorzystnych warunkach oraz porównania go z mającymi zastosowanie wartościami granicznymi ekspozycji.

W przypadku wartości granicznych promieniowania UV i światła niebieskiego ekspozycje w skrajnie niekorzystnych warunkach kumulują się co 8 godzin i mogą być addytywne dla wielorakich źródeł: wyraża się je jako liczba ujęć (błysk lub oświetlenie), która powoduje przekroczenie mającej zastosowanie wartości granicznej narażenia.

Termiczne zagrożenie siatkówki oka nie zmienia się w czasie dla ekspozycji dłuższych niż 10 sekund i jest ograniczone polem widzenia 100 mrad: przy ocenie tego rodzaju zagrożenia bierze się pod uwagę pojedyncze ujęcie wykonane z wykorzystaniem pojedynczego źródła.

Poziom niebezpieczeństwa wynikający z wartości granicznych promieniowania UV, UVA oraz IR okazał się nieistotny dla wszystkich zbadanych źródeł.

Tabela D.9.2. Mierzony dla skrajnie niekorzystnego przypadku poziom niebezpieczeństwa fotograficznych lamp błyskowych

	Źródło oświetlenia rozproszonego	Reflektor błyskowy	Lampa błyskowa do profesjonalnego aparatu	Lampa błyskowa do nieprofesjonalnego aparatu
Liczba ujęć powodująca przekroczenie wartości granicznej narażenia na światło niebieskie	$> 10^7$	$> 10^6$	$> 20\,000$	$> 13\,000$
% wartości granicznej narażenia na termiczne zagrożenie dla siatkówki oka dla pojedynczego ujęcia	$< 0,03\%$	$< 1\%$	$< 1\%$	$< 1\%$

Zakłada się, że fotografowanie nie stanowi rzeczywistego ryzyka nadmiernego narażenia na promieniowanie optyczne dla fotografa lub fotografowanej osoby: liczba błysków powodująca przekroczenie wartości granicznej narażenia na światło niebieskie wynosi ponad kilka tysięcy dla skrajnego przypadku narażenia na jednoczesne bezpośrednie promieniowanie z wielu źródeł.

Załącznik E. Wymogi zawarte w innych dyrektywach europejskich

Dyrektywa europejska jest wynikiem wzajemnie wiążącej zbiorowej decyzji podjętej przez państwa członkowskie, działające przez ministrów wchodzących w skład rządów krajowych (w Radzie Unii Europejskiej) oraz posłów (w Parlamencie). Oba organy muszą przyjąć jednolity tekst dyrektywy. Dyrektywa określa uzgodnione cele, które państwa członkowskie mają realizować, ale pozostawia margines elastyczności w wyborze służących do tego środków. Sposób, w jaki każde państwo członkowskie wdraża dyrektywę zależy od jego struktury prawnej i może być różny w poszczególnych państwach. W praktyce Unia kieruje dyrektywy do wszystkich państw członkowskich oraz określa termin, w którym muszą one dokonać wdrożenia danej dyrektywy.

W 1989 r. opublikowana została dyrektywa 89/391/EWG w sprawie wprowadzenia środków w celu poprawy bezpieczeństwa i zdrowia pracowników w miejscu pracy. Dyrektywa ta dotyczy zarządzania ochroną zdrowia i bezpieczeństwem w miejscu pracy, a zawarte w niej obowiązki stanowią zasady mające zastosowanie do tego rodzaju zarządzania. Biorąc pod uwagę szeroki zakres powyższej dyrektywy, nie jest możliwe jej wystarczające streszczenie w zwięzły sposób: należy zatem zapoznać się z całością dyrektywy lub odpowiednimi przepisami, które ją transponują do ustaw państwa członkowskiego, w którym prowadzi działalność dany pracodawca. Ogólnie rzecz biorąc w dyrektywie ustanowiono obowiązek przeprowadzania ocen ryzyka na podstawie zbioru ogólnych zasad.

Dyrektywa 89/391/EWG jest często zwana „dyrektywą ramową”. Nazwa pochodzi od jednego z jej artykułów przewidującego sporządzenie szeregu dyrektyw szczegółowych, które obejmą zarządzanie ochroną zdrowia i bezpieczeństwem w odniesieniu do określonych obszarów i niebezpieczeństw: takie dyrektywy

szczegółowe mają odnosić się w spójny sposób do zasad zawartych w dyrektywie ramowej.

Dyrektywa 2006/25/WE – „dyrektywa w sprawie sztucznego promieniowania optycznego” – jest jedną z dyrektyw wydanych w ramach dyrektywy 89/391/EWG. Inne istotne dyrektywy to dyrektywa 89/654/EWG dotycząca minimalnych wymagań w dziedzinie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w miejscu pracy („dyrektywa w sprawie wymagań w miejscu pracy”) oraz dyrektywa 89/655/EWG dotycząca minimalnych wymagań w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny użytkowania sprzętu roboczego przez pracowników podczas pracy („dyrektywa w sprawie użytkowania sprzętu roboczego”).

Dyrektywa w sprawie użytkowania sprzętu roboczego została zmieniona dyrektywą 95/63/WE także „dotyczącą minimalnych wymagań w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny użytkowania sprzętu roboczego przez pracowników podczas pracy”).

Aby wywiązać się z obowiązków prawnych w zakresie sztucznego promieniowania optycznego pracodawcy muszą spełnić przynajmniej wymogi zawarte w czterech dyrektywach wymienionych powyżej. W każdym państwie członkowskim lokalne przepisy mogą jednak nakładać dodatkowe obowiązki oprócz tych określonych w dyrektywach.

W związku z tym, pracodawca dążący do spełnienia wymogów dyrektywy w sprawie sztucznego promieniowania optycznego powinien pamiętać, że istnieją inne obowiązki dotyczące zarządzania ochroną zdrowia i bezpieczeństwem związane z promieniowaniem optycznym:

Dyrektywa ramowa	Dyrektywa w sprawie wymagań w miejscu pracy	Dyrektywa w sprawie użytkowania sprzętu roboczego (zmieniona)
Należy unikać ryzyka, o ile jest to możliwe. Ryzyko, którego nie można uniknąć, musi zostać poddane ocenie. Ryzyko należy eliminować u źródła. Pracę należy dostosowywać do możliwości indywidualnego pracownika. Pracę należy dostosowywać do postępu technicznego. Działania niebezpieczne należy zastąpić operacjami, które nie są niebezpieczne lub które są mniej niebezpieczne. Należy opracować spójną ogólną politykę zapobiegania ryzyku obejmującą zagadnienia technologiczne, sposoby organizacji pracy, warunki pracy oraz stosunki międzyludzkie. Środki ochrony zbiorowej należy traktować priorytetowo w stosunku do środków ochrony indywidualnej. Pracownicy powinni być instruowani w odpowiedni sposób.	Musi być wykonywana techniczna obsługa urządzeń, a usterki usuwane jak najszybciej. Urządzenia zapewniające bezpieczeństwo muszą być regularnie konserwowane i sprawdzane. Pracownicy (lub ich przedstawiciele) muszą być informowani o środkach, które mają zostać podjęte w zakresie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w miejscu pracy. Miejsce pracy, znajdujące się wewnątrz lub na zewnątrz budynku, należy wyposażać w odpowiednie oświetlenie, aby zapewnić bezpieczeństwo i ochronę zdrowia pracowników. Jeżeli oświetlenie naturalne jest niewystarczające, należy zastosować oświetlenie sztuczne.	Sprzęt roboczy związany z określonym ryzykiem dla zdrowia musi być użytkowany wyłącznie przez wyznaczonych do tego pracowników. Napraw, modyfikacji i obsługi technicznej dokonują wyłącznie wyznaczeni do tego pracownicy. Pracownicy są odpowiednio szkoleni w zakresie użytkowania sprzętu roboczego. Urządzenia sterownicze istotne pod względem bezpieczeństwa muszą być dobrze widoczne. Urządzenia te muszą być umieszczone poza strefami niebezpiecznymi. Operator musi mieć możliwość stwierdzenia, że nikt nie znajduje się w strefie niebezpiecznej lub musi zostać wysłany sygnał ostrzegawczy, kiedy sprzęt roboczy grozi niebezpieczeństwem. Usterka w systemie kontroli nie może spowodować niebezpiecznej sytuacji. Uruchomienie sprzętu roboczego musi być wyłącznie wynikiem celowego działania przy pomocy urządzenia sterującego. Ponowne uruchomienie sprzętu roboczego musi być wyłącznie wynikiem celowego działania przy pomocy urządzenia sterowniczego. Sprzęt roboczy musi być wyposażony w układ sterowania przeznaczony do całkowitego i bezpiecznego zatrzymywania. Miejsca do pracy przy pomocy sprzętu roboczego muszą być odpowiednio oświetlone. Ostrzeżenia muszą być jednoznaczne, dobrze widoczne i łatwo zrozumiałe. Musi zostać zapewniona możliwość bezpiecznego dokonywania przeglądów. Na sprzęcie roboczym muszą być umieszczone ostrzeżenia lub oznakowanie niezbędne do zapewnienia bezpieczeństwa pracowników. Jeżeli bezpieczne użytkowanie zależy od warunków instalacji, sprzęt roboczy musi zostać poddany kontroli po montażu i przed pierwszym uruchomieniem. Sprzęt roboczy narażony na warunki powodujące pogorszenie jego stanu musi być regularnie kontrolowany, a wyniki z kontroli muszą być odnotowywane.

Istnieje pięć innych dyrektyw, które odnoszą się w pewnym stopniu do bezpiecznej pracy przy sztucznym promieniowaniu optycznym. Wszystkie te dyrektywy dotyczą dostarczania urządzeń, które mogą wytwarzać promieniowanie optyczne lub być przeznaczone do ograniczenia jego skutków. Są one zatem skierowane głównie do producentów i dostawców urządzeń, a nie do pracodawców.

Pracodawcy powinni jednak wiedzieć, że takie dyrektywy obowiązują oraz że wszelkie zakłady, urządzenia produkcyjne lub środki ochrony znajdujące się na rynku europejskim muszą być z nimi zgodne. Dwie ze wspomnianych dyrektyw stanowią także, że dostawca udziela użytkownikowi szczegółowych informacji na temat właściwości promieniowania, środków ochrony, środków mających na celu unikanie niewłaściwego użytkowania oraz środków eliminowania ryzyka związanego z instalacją.

Dyrektywy dla dostawców to:

- dyrektywa 2006/42/WE w sprawie maszyn („dyrektywa w sprawie maszyn”),
- dyrektywa 2006/95/WE w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do sprzętu elektrycznego przewidzianego do stosowania w określonych granicach napięcia („dyrektywa o niskim napięciu”),
- dyrektywa 89/686/EWG w sprawie zbliżenia ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do wyposażenia ochrony osobistej („dyrektywa w sprawie PPE”),
- dyrektywa 93/42/EWG dotycząca wyrobów medycznych („dyrektywa dotycząca wyrobów medycznych”),
- dyrektywa 98/79/WE w sprawie wyrobów medycznych używanych do diagnozy *in vitro* („dyrektywa w sprawie *in vitro*”).

Poniżej streszczono niektóre istotne przepisy zawarte w wymienionych dyrektywach:

Dyrektywa maszynowa	Dyrektywa niskonapięciowa	Dyrektywa w sprawie środków ochrony indywidualnej	Dyrektywa w sprawie wyrobów medycznych oraz dyrektywa w sprawie <i>in vitro</i>
Maszyny muszą być wyposażone w odpowiednie oświetlenie stanowiące ich integralną część, umożliwiające bezpieczne użytkowanie. Niepożądane emisje muszą zostać wyeliminowane lub ograniczone do takiego poziomu, aby nie miały niekorzystnego wpływu na osoby. Podczas ustawiania, działania i czyszczenia emisje związane z funkcjonowaniem muszą być ograniczone do takiego poziomu, aby nie miały niekorzystnego wpływu na osoby. Jeżeli maszyna jest wyposażona w lasery, nie może nastąpić żadna przypadkowa emisja. Lasery muszą być zainstalowane w taki sposób, aby żadna emisja promieniowania rozproszonego, odbitego lub wtórnego nie miała szkodliwego wpływu na zdrowie. Wypożyczenie optyczne stosowane do patrzenia na wiązki laserowe lub ich korygowania musi być tak zaprojektowane, aby nie powodowało żadnego ryzyka dla zdrowia. Jeżeli wdrożono jakiekolwiek rozwiązania konstrukcyjne w celu spełnienia powyższych wymogów, należy wskazać odpowiednie normy.	Dyrektywa niskonapięciowa ma zastosowanie do wszelkiego sprzętu roboczego zasilanego napięciem wynoszącym 50–1000 V dla prądu przemiennego lub 75–1500 V dla prądu stałego. Jest to warunek mówiący, że żadne urządzenie tego rodzaju nie może wytwarzać szkodliwego promieniowania.	ŚOI muszą chronić użytkownika, nie szkodząc zdrowiu lub bezpieczeństwu innych osób. Większa część promieniowania, które może być szkodliwe, musi zostać wchłonięta lub odbita bez powodowania nadmiernego wpływu na wzrok użytkownika. ŚOI muszą być tak dobrane, aby w żadnym razie oczy użytkownika nie były narażone na ekspozycję przekraczającą maksymalną dopuszczalną wartość. Właściwości ŚOI nie mogą ulegać pogorszeniu w wyniku promieniowania, przed którym mają chronić w przewidywalnych warunkach użytkowania.	Wyroby muszą być projektowane w taki sposób, aby ograniczały narażenie pacjentów, użytkowników i innych osób. Użytkownik musi mieć możliwość kontrolowania poziomu emisji. Wyroby muszą być wyposażone w wizualny lub dźwiękowy system ostrzegający przed emisją. Instrukcje obsługi powinny zawierać szczegółowe informacje na temat właściwości promieniowania, środków ochrony użytkownika, środków mających na celu unikanie niewłaściwego użytkowania oraz środków eliminowania ryzyka związanego z instalacją.

Załącznik F. Krajowe przepisy państw członkowskich UE transponujące dyrektywę 2006/25/WE (termin: dnia 10 grudnia 2010 r.) oraz obowiązujące wytyczne

Kraj	Obowiązujące przepisy	Obowiązujące wytyczne
Austria	Oö.Landes- und Gemeinde-Dienstrechtssänderungsgesetz 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-Dienstrechts- und Gehaltsgesetz 2002, das Oö. Gemeindebedienstetengesetz 2001, das Oö. Statutargemeinden-Beamtengesetz 2002, das Oö. Gemeindebediensteten-Schutzgesetz 1999, das Oö. Gemeinde-Gehaltsgesetz, das Oö. Landesbeamtengesetz 1993 und das Oö. Landes-Vertragsbedienstetengesetz geändert werden (Oö. Gemeinde- und Landes-Dienstrechtsänderungsgesetz 2008) [Landesgesetzblatt (LGBl.), 29/08/2008, 73/2008]. Verordnung der Wiener Landesregierung, mit der die Verordnung der Wiener Landesregierung über den Schutz der in Dienststellen der Gemeinde Wien beschäftigten Bediensteten vor der Einwirkung durch optische Strahlung erlassen und die Verordnung der Wiener Landesregierung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz in Dienststellen der Gemeinde Wien geändert wird [Landesgesetzblatt (LGBl.), 51/2010, 24/09/2010]. Verordnung der Oö. Landesregierung, mit der die Verordnung über den Schutz der Dienstnehmerinnen und Dienstnehmer in der Land- und Forstwirtschaft vor der Einwirkung durch künstliche optische Strahlung (Oö. VOPST-LF) erlassen wird und mit der die Verordnung über die Gesundheitsüberwachung in der Land- und Forstwirtschaft und die Verordnung über Beschäftigungsverbote und -beschränkungen für Jugendliche in land- und forstwirtschaftlichen Betrieben geändert werden [Landesgesetzblatt (LGBl.), 65/2010, 30/09/2010]. Gesetz, mit dem die Dienstordnung 1994 (28. Novelle zur Dienstordnung 1994), die Besoldungsordnung 1994 (36. Novelle zur Besoldungsordnung 1994), die Vertragsbedienstetenordnung 1995 (32. Novelle zur Vertragsbedienstetenordnung 1995), die Pensionsordnung 1995 (20. Novelle zur Pensionsordnung 1995), das Ruhe- und Versorgungsgesetz 1995 (9. Novelle zum Ruhe- und Versorgungsgesetz 1995), das Unfallfürsorgegesetz 1967 (17. Novelle zum Unfallfürsorgegesetz 1967), das Wiener Bedienstetenschutzgesetz 1998 (5. Novelle zum Wiener Bedienstetenschutzgesetz 1998), das Wiener Personalvertretungsgesetz (16. Novelle zum Wiener Personalvertretungsgesetz), das Wiener Bezügegesetz 1995 (10. Novelle zum Wiener Bezügegesetz 1995), das Wiener Verwaltungssenat-Dienstrechtsgesetz 1995 (11. Novelle zum Wiener Verwaltungssenat-Dienstrechtsgesetz 1995) und das Gesetz über den Unabhängigen Verwaltungssenat Wien (8. Novelle zum Gesetz über den Unabhängigen Verwaltungssenat Wien) geändert werden und das Wiener Eltern-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.ko5-V) [Landesgesetzblatt (LGBl.), 55/2010, 06/08/2010]. Verordnung des Bundesministers für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz, mit der die Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmer/innen vor der Einwirkung durch optische Strahlung (Verordnung optische Strahlung – VOPST) erlassen wird und mit der die Verordnung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz und die Verordnung über Beschäftigungsverbote und -beschränkungen für Jugendliche geändert werden [Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich (BGBl.), II Nr. 221/2010, 08/07/2010].	Sicherheitsinformation der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt: Sicherheit am Arbeitsplatz M 014 UV-Strahlenbelastung am Arbeitsplatz M 080 Grundlagen der Lasersicherheit
Belgia	FEDERALE OVERHEIDSDIENST WERKGELEGENHEID, ARBEID EN SOCIAAL OVERLEG-22 APRIL 2010. – Koninklijk besluit betreffende de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de werknemers tegen de risico's van kunstmatige optische straling op het werk [Moniteur Belge, 06/05/2010, s. 25349-25386].	

Kraj	Obowiązujące przepisy	Obowiązujące wytyczne
Bulgaria	Наредба № 5 от 11 юни 2010 г. за минималните изисквания за осигуряване на здравето и безопасността на работещите при рискове, свързани с експозиция на из-куствени оптични лъчения [Държавен вестник, 49, 29/06/2010, 00035-00048]. Кодекс на труда [Държавен вестник, 15, 23/02/2010]. Закон за здравословни и безопасни условия на труд [Държавен вестник, 12, 12/02/2010]. Наредба № 7 от 23.09.1999 г. за минималните изисквания за здравословни и безопасни условия на труд на работните места и при използване на работното оборудване [Държавен вестник, 40, 18/04/2008].	
Cypr	Οι Περί Ασφάλειας και Υγείας στην Εργασία (Τεχνική Οπτική Ακτινοβολία) Kanoniσμοί του 2010 [Cyprus Gazette, 4433, 11/06/2010, 01473-01493]	
Republika Czeska	Zákon č. 320/2002 Sb., o změně a zrušení některých zákonů v souvislosti s ukončením činnosti okresních úřadů [Sbírka zákonů ČR, 18/07/2002]. Zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu [Sbírka zákonů ČR, 30/03/1966]. Zákon č. 111/2007 Sb., kterým se mění zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, ve znění pozdějších předpisů a některé další zákony [Sbírka zákonů ČR, 15/05/2007]. Zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci) [Sbírka zákonů ČR, 22/06/2006]. Nařízení vlády č. 106/2010 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 1/2008 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením [Sbírka zákonů ČR, 19/04/2010]. Zákon č. 14/1997 Sb., kterým se mění a doplňuje zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, ve znění pozdějších předpisů, a zákon České národní rady č. 36/1975 Sb., o pokutách za porušování právních předpisů o vytváření a ochraně zdravotních životních podmínek, ve znění zákona České národní rady č. 137/1982 Sb. [Sbírka zákonů ČR, 24/02/1997]. Zákon České národní rady č. 548/1991 Sb., kterým se mění a doplňuje zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, ve znění zákona České národní rady č. 210/1990 Sb. a zákona České národní rady č. 425/1990 Sb. [Sbírka zákonů ČR, 30/12/1991]. Nařízení vlády č. 1/2008 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením [Sbírka zákonů ČR, 09/01/2008]. Zákon č. 392/2005 Sb., kterým se mění zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a některé další zákony [Sbírka zákonů ČR, 27/09/2005]. Zákon č. 274/2003 Sb., kterým se mění některé zákony na úseku ochrany veřejného zdraví [Sbírka zákonů ČR, 27/08/2003]. Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů [Sbírka zákonů ČR, 11/08/2000]. Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce [Sbírka zákonů ČR, 07/06/2006]. Zákon č. 48/1997 Sb., o veřejném zdravotním pojištění a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů [Sbírka zákonů ČR, 07/03/1997]. Zákon č. 362/2007, kterým se mění zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony [Sbírka zákonů ČR, 28/12/2007].	Wytyczna nr 61 w sprawie pracy z laserami UV Zareni poster (ostrzeżenie przed zagrożeniami promieniowaniem UV) Wytyczne ICNIRP
Dania	Bekendtgørelse om beskyttelse mod udsættelse for kunstig optisk stråling i forbindelse med arbejdet [Lovtidende A, 29/05/2010]. Bekendtgørelse om beskyttelse mod risici ved udsættelse for kunstig optisk stråling på offshoreanlæg m.v. [Lovtidende A, 21/04/2010].	Duńska ustawa o środowisku pracy ma zagwarantować, bezpieczne i zdrowe środowisko pracy". W zarządzaniu takim środowiskiem jako wytyczne stosuje się zalecenia ICNIRP dotyczące promieniowania optycznego, łącznie z odpowiednimi normami europejskimi (np. EN 60825 oraz EN 207208).

Kraj	Obowiązujące przepisy	Obowiązujące wytyczne
Estonia	TÖÖTÄVISHOIGU JA TÖÖOHUTUSE SEADUSE MUUTMISE SEADUS [Elektrooniline Riigi Teataja, RTI, 16.01.2007, 3, 11]. Töötävishoigu ja tööohutuse nõuded tehnikust optilise kiirgusest mõjutatud töökeskkonnas, tehniku optilise kiirguse piirnormid ja kiirguse mõõtmise kord1 [Elektrooniline Riigi Teataja, RTI, 22.04.2010, 16, 84].	
Finlandia	Valtioneuvoston asetus työntekijöiden suojelemiseksi optiselle säteilylle altistumisesta aiheutuvilta vaaroilta / Statsrådets förordning om skydd av arbetstagare mot risker som uppstår vid exponering för optisk strålning [Suomen Saadoskokoelma (SK), 05/03/2010, 00703-00720, 146/2010].	
Francia	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].	
Niemcy	Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 2006/25/EG zum Schutz der Arbeitnehmer vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung und zur Änderung von Arbeitsschutzverordnungen vom 19. Juli 2010 [Bundesgesetzblatt Teil 1 (BGBl 1), 38, 26/07/2010, 00960-00967].	Informacja BGI 5006 „Wartości graniczne narażenia dla sztucznego promieniowania optycznego” Wytyczna w sprawie promieniowania niejonizującego: „Promieniowanie laserowe” Wytyczna w sprawie promieniowania niejonizującego: „Promieniowanie nadfioletowe ze sztucznych źródeł” Wytyczna w sprawie promieniowania niejonizującego: „Promieniowanie widzialne i podczerwone” Metody oceny ryzyka związanego z promieniowaniem optycznym ze sztucznych źródeł zostały przedstawione w następujących dokumentach: Rozporządzenie w sprawie zapobiegania wypadkom BGV B2: „Promieniowanie laserowe” DIN EN 60825-1:2008 „Bezpieczeństwo urządzeń laserowych. Część 1: Klasyfikacja sprzętu, wymagania i przewodnik użytkownika” DIN EN 14255-1:2005 „Pomiar i ocena osobistej ekspozycji na niekoherentne promieniowanie optyczne – Część 1: Promieniowanie nadfioletowe emitowane przez sztuczne źródła światła w miejscu pracy” IEC 62471:2006 „Bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych” DIN EN 12198-1:2000 „Bezpieczeństwo maszyn – Ocena i zmniejszanie ryzyka wynikającego z promieniowania emitowanego przez maszyny – Część 1: Zasady ogólne” Wytyczna w sprawie promieniowania niejonizującego: „Promieniowanie nadfioletowe ze sztucznych źródeł” BGR 107 Zasady bezpieczeństwa dotyczące suszarek w drukarkach i maszynach papierniczych Metody zmniejszania ryzyka związanego z promieniowaniem optycznym ze sztucznych źródeł zostały przedstawione w następujących dokumentach: Rozporządzenie w sprawie zapobiegania wypadkom BGV B2: „Promieniowanie laserowe” Informacja BGI 5006 „Wartości graniczne ekspozycji dla sztucznego promieniowania optycznego” Informacja BGI 5007 Urządzenia laserowe do pokazów i projekcji DIN EN 12198-3:2002 „Bezpieczeństwo maszyn – Ocena i zmniejszanie ryzyka wynikającego z promieniowania emitowanego przez maszyny – Część 3: Zmniejszenie promieniowania przez tłumienie lub ekranowanie” Wytyczna w sprawie promieniowania niejonizującego: „Promieniowanie laserowe” Wytyczna w sprawie promieniowania niejonizującego: „Promieniowanie nadfioletowe ze sztucznych źródeł” Metody zmniejszania ryzyka na poziomie sektorowym zostały również przedstawione w następujących dokumentach: Rozporządzenie w sprawie zapobiegania wypadkom BGV D1: „Spawanie, cięcie i procesy pokrewne” „Suszarki UV”, Stowarzyszenie zawodowe drukarzy i przetwórców papieru Merkblatt über Betrachtungsplätze für die fluoreszierende Prüfung mit dem Magnetpulver- und Eindringverfahren – Ausrüstung und Schutzmaßnahmen bei Arbeiten mit UV-Strahlung Informacja BGI 5092 Auswahl von Laser-Schutzbrillen und Laser-Justierbrillen Informacja BGI 5031 Umgang mit Lichtwellenleiter-Kommunikations-Systemen (LWKS) Broszury i ulotki: Broszura Federalnego Instytutu ds. Zdrowia i Bezpieczeństwa w Miejscu Pracy: „Damit nichts ins Auge geht... - Schutz vor Laserstrahlung” Broszura Federalnego Instytutu ds. Zdrowia i Bezpieczeństwa w Miejscu Pracy: „Dazzle: Blind for a Moment. Protection Against Optical Radiation” Broszura Federalnego Instytutu ds. Zdrowia i Bezpieczeństwa w Miejscu Pracy: „Hand-held Lasers to Work Materials”
Grecja	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 [Εφημερίδα της Κυβερνήσεως (ΦΕΚ) (Τεύχος Α), 145, 01/09/2010, 03075-03094].	

Kraj	Obowiązujące przepisy	Obowiązujące wytyczne
Węgry	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 szabálysértésekről [Magyar Közlöny, 28/12/1999, 08942-08968, 1999/125]. Az egészségügyi miniszter 22/2010. (V. 7.) EüM rendelete a munkavállalókat érő mesterseges optikai sugárzás expozícióra vonatkozó minimális egészségügyi és biztonsági követelményekről [Magyar Közlöny, 14597-14614]. 1997. évi XLVII. Törvény az egészségügyi és a hozzájuk kapcsolódó személyes adatok kezeléséről és védelméről. [Magyar Közlöny, 05/06/1997, 03518-03528, 1997/49]. 2009. évi CLIV. Törvény az egyes egészségügyi tárgyú törvények módosításáról [Magyar Közlöny, 47035-47090]. 1993. évi XCIII. tv. a munkavédelemről [Magyar Közlöny, 03/11/1993, 9942-9953, 160/33/1998. (VI. 24.) NM rendelet a munkaköri, szakmai, illetve személyi higiénés alkalmasság orvosi vizsgálatáról és véleményezéséről [Magyar Közlöny, 24/06/1998, 4489-4516, 54].	Normy europejskie mają zastosowanie także na Węgrzech: IEC 60825-1,-2,-4,-12, IEC 60335-2-27 IEC 60601-2-22 EN 12198-1 EN 14255-1,-2,-4
Irlandia	S.I. No. 176 of 2010 SAFETY, HEALTH AND WELFARE AT WORK (GENERAL APPLICATION) (AMENDMENT) REGULATIONS 2010 [Iris Officiúil, 04/05/2010, 00628-00629, 176 of 2010].	Wytyczne ICNIRP
Włochy	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].	
Łotwa	Ministru kabineta 2009.gada 30.jūnija noteikumi Nr.731 „Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret mākslīgā optiskā starojuma radīto risku darba vidē” [Latvijas Vēstnesis, 07/07/2009, 105].	Łotewska norma: „Pomiar i ocena osobistej ekspozycji na niekoherentne promieniowanie optyczne – Część 2: Promieniowanie widzialne i podczerwone emitowane przez sztuczne źródła światła w miejscu pracy”
Litwa	LIETUVOS RESPUBLIKOS ADMINISTRACINIŲ TEISĖS PAŽEIDIMŲ KODEKSO 5.41, 51(3), 51(12), 55, 58, 70, 76, 77, 77(1), 81, 82, 84(1), 87, 89(1), 91, 99(8), 183, 188(4), 188(9), 189(1), 214(3), 221, 224, 225, 232(1), 237, 242, 244, 246(2), 259(1), 262, 263, 268, 320 STRAIPSNIŲ PAKETIMO BEI PAPILDYMO IR KODEKSO PAPILDYMO 42(4), 51(18), 51(19), 51(20), 51(21), 51(22), 56(2), 58(1), 78(1), 89(2), 99(9), 99(10), 148, 173(20), 173(21) STRAIPSNIAIS ĮSTATYMAS Nr. X-691 [Nouvelles de l'Etat, 30/06/2006, 73]. Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2007 m. spalio 5 d. įsakymas Nr. A1-277N-785 „Dėl 2007 m. birželio 20 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 2007/30/EB, iš dalies keičiančios Tarybos direktyvą 89/391/EEB, jos atskiras direktyvas ir Tarybos direktyvas 83/477/EEB, 91/383/EEB, 92/29/EEB bei 94/33/EB, siekiant supaprastinti ir racionalizuoti praktinio įgyvendinimo ataskaitas, įgyvendinimo“ 2007 m. spalio 5 d. Nr. A1-277N-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.A1-366N-1025 „Dėl darbuotojų apsaugos nuo dirbtinės 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].	

Kraj	Obowiązujące przepisy	Obowiązujące wytyczne
Luksemburg	Règlement grand-ducal du 26 juillet 2010 relatif aux prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des salariés aux risques dus aux agents physiques (rayonnements optiques artificiels et rayonnement solaire) 2. portant modification du règlement grand-ducal modifié du 17 juin 1997 concernant la périodicité des examens médicaux en matière de médecine du travail [Mémorial Luxembourg A, 131, 12/08/2010, 02164-02182]	
Malta	L.N. 250 of 2010 OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY AUTHORITY ACT (Cap. 424) Work Place (Minimum Health and Safety Requirements for the Protection of Workers from Risks resulting from Exposure to Artificial Optical Radiation) Regulations, 2010 [The Malta government gazette, 30/04/2010, 02403-02450, 18586].	
Niderlandy	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, 09/03/2010, 00001-00021, Stb. 2010, 103].	Optische straling in arbeidssituaties
Polska	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]	Dostępne są publikacje dotyczące metody oceny ryzyka zawodowego oraz wytyczne w sprawie promieniowania optycznego: „Ocena ryzyka zawodowego”, tom 1 „Postawy metodyczne”, red. M.W. Zawieska, CIOP-PIB, Warszawa 2004 (wydanie trzecie) „Ocena ryzyka zawodowego”, tom 2 „STER. Wspomaganie komputerowe”, red. M.W. Zawieska, CIOP, Warszawa 2000 „Ryzyko zawodowe. Metodyczne podstawy oceny”, red. M.W. Zawieska, CIOP-PIB Warszawa, 2007
Portugalia	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]	
Rumunia	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]	
Słowacja	Zákon č. 355/2007 Z.z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov [Zbierka zákonov SR, 31/07/2007, 154]. Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 410/2007 Z.z. o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou umelému optickému žiareniu [Zbierka zákonov SR, 01/09/2007, 178].	
Slovenia	Uredba o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti umetnim optičnim sevanjem [Uradni list RS, 34/2010, 30/04/2010, 04892-04909]	

Kraj	Obowiązujące przepisy	Obowiązujące wytyczne
Hiszpania	Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales [Boletín Oficial del Estado (B.O.E), 24/04/2010, 36103-36120, 99/2010]. Corrección de errores del Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales [Boletín Oficial del Estado (B.O.E), 06/05/2010, 40171-40171, 110/2010].	Normy: UNE-CR 13464:1999 «Guía para la selección, utilización y mantenimiento de los protectores oculares y faciales de uso profesional» UNE EN 166:2002 «Protección individual del ojo. Requisitos» UNE EN 169:2003 «Protección individual de los ojos. Filtros para soldadura y técnicas relacionadas. Especificaciones del coeficiente de transmisión (transmitancia) y uso recomendado» UNE EN 170:2003 «Protección individual de los ojos. Filtros para el ultravioleta Especificaciones del coeficiente de transmisión (transmitancia) y uso recomendado». UNE EN 207 «Filtros y protectores de los ojos contra la radiación láser (gafas de protección láser)». (Esta norma tiene ampliaciones y modificaciones) UNE EN 208 «Gafas de protección para los trabajos de ajuste de láser y sistemas láser (gafas de ajuste láser)». Esta norma tiene ampliaciones y modificaciones) UNE-EN 60825 «Seguridad de los productos láser» esta norma tiene varias partes y numerosas correcciones UNE-EN 14255 Medición y evaluación de la exposición de las personas a la radiación óptica incoherente. (Esta norma tiene varias partes) POSTERS La Directiva 2006/25/CE sobre exposición laboral a radiaciones ópticas artificiales Methodology to assess occupational exposure to optical radiations Spectral limit: an Application to Assess the Occupational Exposure to UV & Visible Radiation INNE DOKUMENTY INSHT: NTP 755: «Radiaciones ópticas: Metodología de evaluación de la exposición laboral» NTP 654: Láseres: nueva clasificación del riesgo (UNE EN 60825-1/A2: 2002) NTP 261: Láseres: riesgos en su utilización FDN-17: Selección de pantallas faciales y gafas de protección FDN-23: Comercialización de las Pantallas de Protección para Soldadores Guías orientativas para la selección y utilización de EPI – Protectores oculares y faciales. CD_R. Prevention of Labour Risks. Advanced training course for the performance of functions of Superior Level. Version 2 Algunas cuestiones sobre seguridad Láser (some topics about laser safety) Evaluación de las Condiciones de Trabajo en la pequeña y mediana empresa Riesgos por radiaciones ópticas procedentes de fuentes luminosas La exposición laboral a radiaciones ópticas
Szwecja	Arbetsmiljöverkets föreskrifter om artificiell optisk strålning (AFS 2009:7). [Arbetsmiljöverkets författningssamling (AFS), 10/11/2009, 2009:7].	
Zjednoczone Królestwo	The Control of Artificial Optical Radiation at Work Regulations 2010 [Her Majesty's Stationery Office (HMSO), 06/04/2010, GB SI 2010 No. 1140]. The Control of Artificial Optical Radiation at Work Regulations (Northern Ireland) 2010 [Her Majesty's Stationery Office (HMSO), SR of NI 2010 No. 180]. Factories (Protection of Workers from Physical Agents) (Artificial Optical Radiation) Regulations 2010 [Gibraltar Gazette, 3801, 29/07/2010].	MHRA DB2008(03) Guidance on the safe use of lasers, intense light source systems and LEDs in medical, surgical, dental and aesthetic practices HSG95 The radiation safety of lasers used for display purposes

Załącznik G. Normy europejskie i międzynarodowe

Opublikowany został szereg norm europejskich dotyczących produktów emitujących promieniowanie optyczne, które zawierają informacje na temat właściwości emisji oraz środków ochrony. Istnieją także normy międzynarodowe ISO, IEC oraz CIE, które nie zostały opublikowane jako normy europejskie. Trzecią kategorią dokumentów są wytyczne, które opublikowano na szczeblu międzynarodowym, ale mogły one zostać przyjęte tylko przez niektóre państwa członkowskie.

Włączenie danego dokumentu do niniejszego dodatku nie oznacza, że pracodawca musi go uzyskać i przeczytać. Niektóre dokumenty mogą jednak być przydatne dla pracodawców w przeprowadzaniu ocen ryzyka i zarządzaniu ryzykiem.

G.1. Normy europejskie

EN 165:2005 Ochrona indywidualna oczu – Terminologia

EN 166:2002 Ochrona indywidualna oczu – Wymagania

EN 167:2002 Ochrona indywidualna oczu – Optyczne metody badań

EN 168:2002 Ochrona indywidualna oczu – Nieoptyczne metody badań

EN 169:2002 Ochrona indywidualna oczu – Filtry spawalnicze i filtry dla technik pokrewnych – Wymagania dotyczące współczynnika przepuszczania i zalecane stosowanie

EN 170:2002 Ochrona indywidualna oczu – Filtry chroniące przed nadfioletem – Wymagania dotyczące współczynnika przepuszczania i zalecane stosowanie

EN 171:2002 Ochrona indywidualna oczu – Filtry chroniące przed podczerwienią – Wymagania dotyczące współczynnika przepuszczania i zalecane stosowanie

EN 175:1997 Ochrona indywidualna – Środki ochrony oczu i twarzy stosowane podczas spawania i w procesach pokrewnych

EN 207:1998 Filtry i środki ochrony oczu chroniące przed promieniowaniem laserowym

EN 208:1998 Środki ochrony oczu do prac przy justowaniu laserów i układów laserowych

EN 349:1993 Bezpieczeństwo maszyn – Minimalne odstępstwa zapobiegające zgnieceniu części ciała człowieka

EN 379:2003 Ochrona indywidualna oczu – Automatyczne filtry spawalnicze

EN 953:1997 Bezpieczeństwo maszyn – Osłony – Ogólne wymagania dotyczące projektowania i budowy osłon stałych i ruchomych

EN 1088:1995 Urządzenia blokujące sprzężone z osłonami

EN 1598:1997 Zdrowie i bezpieczeństwo przy spawaniu i procesach pokrewnych – Przezroczyste zasłony spawalnicze, taśmy i ekrany stosowane w procesach spawania łukowego

EN ISO 11145:2001 Optyka i przyrządy optyczne – Lasery i sprzęt laserowy

EN ISO 11146-1:2005 Lasery i sprzęt laserowy – Metody badania szerokości wiązki, kątów rozbieżności i współczynników propagacji wiązki – Stygmatyzm i astygmatyzm prosty wiązek

EN ISO 11146-2:2005 Lasery i sprzęt laserowy – Metody badania szerokości wiązki, kątów rozbieżności i współczynników propagacji wiązki – Wiązki o astygmatyzmie ogólnym

- EN ISO 11149:1997 Optyka i przyrządy optyczne – Lasery i sprzęt laserowy – Złącza światłowodowe do pozatelekomunikacyjnych zastosowań laserów
- EN ISO 11151-1:2000 Lasery i sprzęt laserowy – Znormalizowane elementy optyczne – Elementy dla zakresów widmowych promieniowania UV, widzialnego i bliskiej podczerwieni
- EN ISO 11151-2:2000 Lasery i sprzęt laserowy – Znormalizowane elementy optyczne – Elementy dla zakresu widmowego promieniowania podczerwonego
- EN ISO 11252:2004 Lasery i sprzęt laserowy – Przyrząd laserowy – Minimalne wymagania dotyczące dokumentacji
- EN ISO 11254-3:2006 Lasery i sprzęt laserowy – Wyznaczanie progu uszkodzenia powierzchni optycznych, spowodowanego promieniowaniem laserowym – Możliwości postępowania w odniesieniu do mocy (energii) laserowej
- EN ISO 11551:2003 Optyka i przyrządy optyczne – Lasery i sprzęt laserowy – Metoda badania współczynnika pochłaniania elementów optycznych lasera
- EN ISO 11553-1:2005 Bezpieczeństwo maszyn – Maszyny do obróbki laserowej – Ogólne wymagania bezpieczeństwa
- EN ISO 11553-2:2007 Bezpieczeństwo maszyn – Maszyny do obróbki laserowej – Wymagania bezpieczeństwa dotyczące podręcznych przyrządów do obróbki laserowej
- EN ISO 11554:2006 Optyka i fotonika – Lasery i sprzęt laserowy – Metody badania mocy, energii i charakterystyk czasowych wiązki laserowej
- EN ISO 11670:2003 Lasery i sprzęt laserowy – Metody badania parametrów wiązki laserowej – Stabilność położenia wiązki
- EN ISO 11810-1:2005 Lasery i sprzęt laserowy – Metoda badania i klasyfikacji odporności obłożeń chirurgicznych i/lub osłon ochronnych pacjenta na działanie wiązki laserowej – Pierwotny zapłon i przenikanie wiązki laserowej
- EN ISO 11810-2:2007 Lasery i sprzęt laserowy – Metoda badania i klasyfikacji odporności obłożeń chirurgicznych i/lub osłon ochronnych pacjenta na działanie wiązki laserowej – Zapłon wtórny
- EN ISO 11990:2003 Optyka i przyrządy optyczne – Lasery i sprzęt laserowy – Wyznaczanie odporności trzonów rurek dotchawiczych na promieniowanie laserowe
- EN ISO 12005:2003 Lasery i sprzęt laserowy – Metody badania parametrów wiązki laserowej – Polaryzacja
- EN ISO 12100-1:2003 Bezpieczeństwo maszyn – Pojęcia podstawowe, ogólne zasady projektowania – Część 1: Podstawowa terminologia, metodyka
- EN ISO 12100-2:2003 Bezpieczeństwo maszyn – Pojęcia podstawowe, ogólne zasady projektowania – Część 2: Zasady techniczne
- EN 12254:1998 Ekrany dla laserowych stanowisk roboczych – Wymagania bezpieczeństwa i badania
- EN ISO 13694:2001 Optyka i przyrządy optyczne – Lasery i sprzęt laserowy – Metody badania rozkładu gęstości mocy (energii) wiązki laserowej
- EN ISO 13695:2004 Optyka i fotonika – Lasery i sprzęt laserowy – Metody badania charakterystyk widmowych laserów
- EN ISO 13697:2006 Optyka i fotonika – Lasery i sprzęt laserowy – Metody badań współczynnika odbicia kierunkowego i współczynnika przepuszczania elementów optycznych lasera
- EN 13857:2008 Bezpieczeństwo maszyn – Odległości bezpieczeństwa uniemożliwiające sięganie kończynami górnymi i dolnymi do stref niebezpiecznych
- EN ISO 14121-1:2007 Bezpieczeństwo maszyn – Ocena ryzyka – Część 1: Zasady
- EN 14255-1:2005 Pomiar i ocena osobistej ekspozycji na niekoherentne promieniowanie optyczne – Część 1: Promieniowanie nadfioletowe emitowane przez sztuczne źródła światła w miejscu pracy
- EN 14255-2:2005 Pomiar i ocena osobistej ekspozycji na niekoherentne promieniowanie optyczne – Część 2: Promieniowanie widzialne i podczerwone emitowane przez sztuczne źródła w miejscu pracy

EN 14255-4:2006 Pomiar i ocena osobistej ekspozycji na niekoherentne promieniowanie optyczne – Część 4: Terminologia i wielkości stosowane w pomiarach ekspozycji na promieniowanie nadfioletowe UV, widzialne VIS i podczerwone IR

EN ISO 14408:2005 Rurki dotchawicze przeznaczone do chirurgii laserowej – Wymagania dotyczące oznakowania i informacji towarzyszącej

EN ISO 15367-1:2003 Lasery i sprzęt laserowy – Metody badania dotyczące wyznaczania kształtu czoła fali wiązki laserowej – Część 1: Terminologia i aspekty podstawowe

EN ISO 15367-2:2005 Lasery i sprzęt laserowy – Metody wyznaczania kształtu czoła wiązki laserowej – Czujniki Shacka-Hartmanna

EN ISO 17526:2003 Optyka i przyrządy optyczne – Lasery i sprzęt laserowy – Czas życia laserów

EN ISO 22827-1:2005 Badania odbiorcze maszyn spawalniczych z laserem Nd:YAG – Maszyny z transmisją światłowodową – Zespół laserowy

EN ISO 22827-2:2005 Badania odbiorcze maszyn spawalniczych z laserem Nd:YAG – Maszyny z transmisją światłowodową – Mechanizm przesuwu

EN 60601-2-22:1996 Medyczne urządzenia elektryczne – Część 2-22: Szczegółowe wymagania bezpieczeństwa urządzeń laserowych diagnostycznych i terapeutycznych

DIN EN 60825-1:2007 Bezpieczeństwo urządzeń laserowych – Część 1: Klasyfikacja sprzętu i wymagania

EN 60825-2:2004 Bezpieczeństwo urządzeń laserowych – Część 2: Bezpieczeństwo światłowodowych systemów telekomunikacyjnych

EN 60825-4:2006 Bezpieczeństwo urządzeń laserowych – Część 4: Osłony laserowe

EN 60825-12:2004 Bezpieczeństwo urządzeń laserowych – Część 12: Bezpieczeństwo systemów komunikacji optycznej w przestrzeni swobodnej, stosowanych do przesyłania informacji

EN 61040:1993 Detektory, przyrządy i aparatura do pomiaru mocy i energii promieniowania laserowego

G.2. Wytyczne europejskie

CLC/TR 50488:2005 Przewodnik dotyczący poziomów kompetencji niezbędnych do zapewnienia bezpieczeństwa laserowego

G.3. Dokumenty ISO, IEC oraz CIE

ISO/TR 11146-3:2004 Lasery i sprzęt laserowy – Metody badania szerokości wiązki, kątów rozbieżności i współczynników propagacji wiązki – Klasyfikacja, rozprzestrzenianie się i szczegółowe metody badań swoistych i geometrycznych właściwości wiązki laserowej

ISO TR 11991:1995 Przewodnik dotyczący postępowania podczas laserowej operacji górnych dróg oddechowych

ISO/TR 22588:2005 Optyka i fotonika – Lasery i sprzęt laserowy – Pomiar i ocena wywołanych absorpcją skutków dla elementów optycznych lasera

IEC/TR 60825-3:2008 Bezpieczeństwo urządzeń laserowych – Część 3: Wytyczne w sprawie pokazów i widowisk laserowych

IEC TR 60825-5:2003 Bezpieczeństwo urządzeń laserowych – Część 5: Lista kontrolna producenta do IEC 60825-1

IEC/TR 60825-8:2006 Bezpieczeństwo urządzeń laserowych – Część 8: Wytyczne w sprawie bezpiecznego stosowania wiązek laserowych do interwencji u ludzi

IEC/TR 60825-13:2006 Bezpieczeństwo urządzeń laserowych – Część 13: Pomiary do celów klasyfikacji urządzeń laserowych

IEC TR 60825-14:2004 Bezpieczeństwo urządzeń laserowych – Część 14: Przewodnik użytkownika

IEC 62471:2006 Bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych

CIE S 004:2001 Kolory sygnałów świetlnych

ISO 16508/CIE S006.1/E-1999 Wspólna norma ISO/CIE:
Światła ruchu drogowego – Właściwości fotometryczne
okrągłych sygnałów o średnicy 200 mm

ISO 17166/CIE S007/E-1999 Wspólna norma ISO/CIE: Refe-
rencyjne widmo oddziaływania rumieniotwórczego oraz
standardowa dawka rumieniowa

ISO 8995-1:2002(E)/CIE S 008/E:2001 Wspólna norma
ISO/CIE: Oświetlenie miejsc pracy – Część 1: Miejsca pracy
we wnętrzach [łącznie ze sprostowaniem technicznym
ISO 8995:2002/Cor. 1:2005(E)]

CIE S 009/D:2002 Bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp
i systemów lampowych

ISO 23539:2005(E)/CIE S 010/E:2004 Wspólna norma
ISO/CIE: Fotometria – System fotometrii fizycznej CIE

ISO 23603:2005(E)/CIE S 012/E:2004 Wspólna norma
ISO/CIE: Standardowa metoda oceny jakości widmowej
symulatorów światła dziennego służących do oceny
wzrokowej i pomiaru barw

CIE S 015:2005 Oświetlenie miejsc pracy na zewnątrz

ISO 8995-3:2006(E)/CIE S 016/E:2005 Wspólna norma
ISO/CIE: Oświetlenie miejsc pracy – Część 3: Wymogi doty-
czące oświetlenia pod kątem bezpieczeństwa i ochrony
miejsc pracy na zewnątrz

ISO 28077:2006(E)/CIE S 019/E:2006 Wspólna norma
ISO/CIE: Widmo oddziaływania fotorakotwórczego
(nieczerniakowe raki skóry)

ISO 30061:2007(E)/CIE S 020/E:2007 Oświetlenie awaryjne

Załącznik H. Fotowrażliwość

H.1. Co to jest fotowrażliwość?

Reakcje chemiczne wywoływane przez promieniowanie widzialne lub promieniowanie UV są to naturalne procesy niezbędne dla przetrwania żywych organizmów. Są nazywane także reakcjami fotochemicznymi: energia musi zostać najpierw pobrana przez cząsteczkę lub żywą komórkę, aby mogła spowodować jej przejście w stan wzbudzony, aby zaszła reakcja.

W normalnych warunkach efekt netto będzie pozytywny, a ciało – w tym przypadku skóra – nie dozna żadnego obrażenia.

Absorpcja, połknięcie lub wdychanie określonych substancji może jednak wywołać znaczne nasilenie reakcji i spowodować rzeczywiste uszkodzenie podobne do oparzenia słonecznego, tylko wielokrotnie silniejszego. Substancje te są powszechnie nazywane „fotouczulaczami”.

Czasami negatywne skutki (takie jak oparzenie słoneczne, pęcherze, uczucie mrowienia) mogą wystąpić prawie natychmiast.

Długotrwałe konsekwencje wielokrotnej ekspozycji przy kontakcie ze środkami fotouczulającymi mogą w niektórych przypadkach zwiększyć ryzyko powstania chronicznych schorzeń (np. przyspieszonego starzenia skóry lub raka skóry).

Większość fotouczulaczy absorbuje promieniowanie UVA oraz w mniejszym stopniu promieniowanie UVB i promieniowanie widzialne. Występują one w środowisku każdego człowieka:

- w życiu codziennym: określone leki, takie jak środki regulujące pracę serca lub leki na nadciśnienie, niektóre substancje zwarte w warzywach, środkach do pielęgnacji drewna, takich jak karbolineum, roślinach ogrodowych, perfumach i kosmetykach,
- w środowisku zawodowym: substancje barwiące, pestycydy, tusze drukarskie, dodatki do pasz,

- w środowisku medycznym: terapia światłem, substancje bakteriobójcze, środki uspokajające, środki moczopędne, leczenie przeciwwrzaskowe.

Powyższa lista nie jest wyczerpująca. Ponadto fotouczulacze stosowane w życiu codziennym lub pochodzenia medycznego mogą oczywiście zwiększyć podatność na narażenie zawodowe.

Negatywne skutki są uzależnione od typu oraz ilości absorbowanej/przyjmowanej/wdychanej substancji fotouczulającej, intensywności i czasu trwania narażenia oraz cech genetycznych (np. rodzaju skóry) każdej osoby.

H.2. Aspekty związane z pracą lub inne

Jak wynika z przedstawionych powyżej informacji negatywne skutki narażenia na promieniowanie UV lub widzialne promieniowanie przy obecności środków fotouczulających mogą dotknąć każdego oraz wystąpić w trakcie wykonywania czynności związanych z pracą zawodową lub innego rodzaju czynności.

Ponadto głównym przyczyniającym się do tego czynnikiem jest naturalne promieniowanie wytwarzane przez słońce.

Ponieważ negatywne skutki narażenia na promieniowanie naturalne nie wchodzą w zakres stosowania Dyrektywy, powyższe informacje mają jedynie informacyjny charakter.

H.3. Jakie działania musi podjąć pracodawca?

W przedmiotowej Dyrektywie zobowiązuje się pracodawcę do przeprowadzenia oceny ryzyka z uwzględnieniem zagrożeń i ryzyka związanych z narażeniem na sztuczne promieniowanie optyczne.

Jednym z obowiązków pracodawcy jest poinformowanie pracowników o potencjalnym ryzyku. Zasadnicze znaczenie ma uświadamianie możliwych zagrożeń i ryzyka związanych ze środkami fotouczulającymi.

H.4. Co należy zrobić jeżeli praca wiąże się z ekspozycją na źródła sztucznego promieniowania optycznego przy obecności substancji fotouczulających?

Podczas przeprowadzania oceny ryzyka pracodawca nie posiada wiedzy na temat określonych sytuacji, np. czy pracownik jest w trakcie leczenia lekami „fotouczulającymi”, stosuje „fotouczulające” produkty odnawiając swój dom lub stosuje chemiczne substancje „fotouczulające” podczas praktykowania hobby (farb, tuszy, kleju) itp.

Rozpoczynając leczenie specjalnymi lekami mającymi „fotouczulający” charakter lekarz powinien poinformować o ewentualnych negatywnych skutkach ekspozycji na światło słoneczne. Niekiedy wyraźnie zabronione jest wystawianie się na działanie światła słonecznego. W takiej sytuacji zaleca się także unikanie nadmiernego narażania się na działanie sztucznych (i naturalnych) źródeł światła lub źródeł promieniowania UV w miejscu pracy. Zawsze trzeba zapoznać się z ulotką! Stanowczo zaleca się poinformowanie pracodawcy osobiście lub przy pomocy dróg komunikacji lub procedur dostępnych w danym kraju.

W przypadku stwierdzenia zmian skórnych należy bezzwłocznie udać się do lekarza. W przypadku podejrzeń, że mogą mieć one związek z pracą zawodową, należy poinformować o tym lekarza. Jeżeli przyczyny mogą być związane z pracą, również stanowczo zaleca się poinformowanie pracodawcy osobiście lub przy pomocy dróg komunikacji lub procedur dostępnych w danym kraju. Jedynie wtedy możliwe będzie odpowiednie przystosowanie się do warunków pracy.

Załącznik I. Źródła

I.1. Internet

Poniżej wykazy nie są wyczerpujące. Treść stron zewnętrznych nie jest w szczególności sposobem aprobowana czy zalecana.

I.2. Doradztwo/regulacja

Unia Europejska

Kraj	Organizacja	Strona internetowa
Austria	AUVA	www.auva.at
Belgia	Institut pour la Prévention, la Protection et le Bien-être au Travail	www.prevent.be/net/net01.nsf
Cypr	Ημερίδα με θέμα: Ασφαλής Πρόσδεση Φορτίων	www.cysha.org.cy
Republika Czeska	Krajowy Instytut Zdrowia Publicznego, Republika Czeska	www.czu.cz
	Centrum bezpečnosti práce a požární ochrany	www.civop.cz
Dania	Duński Urząd Inspekcji Pracy	www.at.dk
Estonia	Tööinspektsioon	www.ti.ee
Finlandia	Työterveyslaitos	www.occuphealth.fi
Francja	Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail	www.afsset.fr
Niemcy	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin	www.baua.de
	Berufsgenossenschaft Elektro Textil Feinmechanik	www.bgetf.de
Grecja	Grecki Instytut Ochrony Zdrowia i Bezpieczeństwa w Miejscu Pracy	www.elinyae.gr
Węgry	Państwowa Fundacja na rzecz Badań w zakresie Bezpieczeństwa Zawodowego	www.mkk.org.hu
Irlandia	Biuro Pełnomocnika ds. Bezpieczeństwa i Higieny Pracy	www.HSA.ie
Włochy	Krajowy Instytut Bezpieczeństwa i Zapobiegania Ryzyku w Miejscu Pracy	www.ispesl.it
Łotwa	Instytut Ochrony Zdrowia Zawodowego i Środowiskowego	home.parks.lv/ioeh
Luksemburg	Inspection du Travail et des Mines	www.itm.lu/itm
Malta	Biuro Pełnomocnika ds. Ochrony Zdrowia i Bezpieczeństwa w Miejscu Pracy	www.ohsa.org.mt
Niderlandy	TNO Praca i Środowisko	www.arbeid.tno.nl
Polska	Centralny Instytut Ochrony Pracy	http://www.ciop.pl
Portugalia	Autoridade para as Condições do Trabalho	www.act.gov.pt
Rumunia	Instytut Zdrowia Publicznego	www.pub-health-iasi.ro
Słowacja	Úrad Zdravotného Registru Republiky Slovenskej	www.uvzsr.sk
Słowenia	Ministerstvo Pracy, Rodziny i Spraw Społecznych	www.mddsz.gov.si
Hiszpania	Krajowy Instytut Bezpieczeństwa i Higieny Pracy	www.mtin.es/insht
	Stowarzyszenie Zapobiegania Wypadkom	www.apa.es
Szwecja	Szwedzki Instytut Ochrony przed Promieniowaniem	www.ssi.se
Zjednoczone Królestwo	Agencja Ochrony Zdrowia	www.hpa.org.uk
	Organ Wykonawczy ds. Zdrowia i Bezpieczeństwa	www.hse.gov.uk

Organizacje międzynarodowe

Organizacja	Strona internetowa
Międzynarodowa Komisja Ochrony przed Promieniowaniem Niejonizującym	www.ciprni.de
Międzynarodowa Komisja ds. Oświetlenia	www.cie.co.at
Światowa Organizacja Zdrowia	www.who.int
Amerykańska Konferencja Rządowych Higienistów Przemysłowych	www.acgih.org
Europejska Konfederacja Związków Zawodowych	www.etuc.org hesa.etui-rehs.org
Europejski Sojusz na rzecz Zdrowia Publicznego	www.epha.org/r/64
Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy	osha.europa.eu/
Międzynarodowa Komisja Zdrowia Zawodowego	www.icohweb.org

Reszta świata

Kraj	Organizacja	Strona internetowa
USA	Amerykański Urząd ds. Żywności i Leków – Ośrodek ds. Urządzeń i Zdrowia Radiologicznego	www.fda.gov/cdrh/
USA	Amerykański Urząd ds. Żywności i Leków – Baza Danych o Wypadkach Medycznych	www.accessdata.fda.gov
USA	Ośrodek ds. Promocji Zdrowia i Medycyny Profilaktycznej Amerykańskiej Armii, program dotyczący laserów i promieniowania optycznego	chppm-www.apgea.army.mil/laser/laser.html
Australia	Australijska Agencja Ochrony przed Promieniowaniem i Bezpieczeństwa Jądrowego	www.arpansa.gov.au

I.3. Normy

Organizacja	Strona internetowa
Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna	www.iec.ch
Europejski Komitet Normalizacyjny Elektrotechniki	www.cenelec.eu
Europejski Komitet Normalizacyjny	www.cen.eu
Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna	www.iso.org
Amerykański Narodowy Instytut Normalizacji	www.ansi.org
Amerykańskie Normy Bezpieczeństwa Laserowego	www.z136.org

I.4. Stowarzyszenia/katalogi stron internetowych

Organizacja	Strona internetowa
Europejskie Towarzystwo Optyczne	www.myeos.org
SPIE	www.spie.org
Amerykańskie Towarzystwo Optyczne	www.osa.org
Amerykański Instytut Techniki Laserowej	www.laserinstitute.org
Stowarzyszenie Użytkowników Laserów	www.ailu.org.uk
Instytut Fizyki	www.iop.org
Instytut Fizyki i Inżynierii w Medycynie	www.ipem.org.uk
Brytyjskie Stowarzyszenie Użytkowników Laserów w Medycynie	www.bmla.co.uk
Europejskie Główne Stowarzyszenie Producentów Świecących Promienników Gazowych	www.elvhis.com

I.5. Czasopisma

www.optics.org

Opto & Laser Europe

www.health-physics.com

Journal Health Physics

www.oxfordjournals.org/our_journals/rpd/about.html

Recherche d'extraits de publications sur les lasers et la dosimétrie de protection contre les rayonnements

lfw.pennnet.com/home.cfm

Laser Focus World, miesięcznik amerykański o optyce

www.photonics.com

Journaux Photonics Spectra, Europhotonics et

BioPhotonics

scitation.aip.org/jla/

Journal of Laser Applications

www.springerlink.com/content/1435-604X/

Journal Lasers in Medical Science

fibers.org/fibresystems/schedule/fse.cfm

Journal Fibre Systems Europe

www.laserist.org/Laserist/

La revue The Laserist de l'Association internationale du spectacle laser

www.ledsmagazine.com

E-magazine traitant des applications LED

www.ils-digital.com

Revue Industrial Laser Solutions

www.rp-photonics.com/encyclopedia.html

Encyklopedia online zawierająca informacje na temat szeregu zagadnień z dziedziny techniki laserowej i optyki

I.6. Płyty CD, DVD i inne zasoby

Źródło	Wydawca	Uwagi
Wartości graniczne – CD	Austriackie Centrum Badawcze	Interaktywny system szkoleniowy (w języku angielskim i niemieckim) obejmujący bezpieczeństwo laserowe w przemyśle i badaniach. Płyta CD zawiera 30-minutowe nagranie wideo dołączone do 9 rozdziałów znajdujących się na płycie. Rozdziały można przeglądać także bez uruchamiania nagrania wideo. Płyta obejmuje część testową (testy wielokrotnego wyboru) oraz glosariusz.
LIA – „Okiełznać światło – Bezpieczeństwo laserowe” (Mastering Light – Laser Safety) DVD	LIA	Zawiera omówienie zastosowań, typów laserów, związanych z nimi zagrożeń, środków kontrolnych, znaków i oznakowania, przechowywania środków ochrony oczu itp. Obejmuje szczegółowe informacje na temat starej klasyfikacji laserów.
„Bezpieczeństwo laserowe w kształceniu wyższym” – DVD (Laser Safety in Higher Education)	Uniwersytet w Southampton	Zawiera omówienie kwestii promieniowania laserowego i organizmu człowieka, środków bezpieczeństwa, filtrów o neutralnej gęstości itp. Obejmuje szczegółowe informacje na temat starej klasyfikacji laserów.
LIA – „Najlepsze praktyki CLSO w bezpieczeństwie laserowym” – CD (CLSOs' Best Practices in Laser Safety)	LIA	Książka + CD. Płyta CD zawiera prezentacje PowerPoint rozdziałów 5.2.1.1 oraz 5.2.1.3. Książka została opracowana jako narzędzie do przygotowywania programów dotyczących bezpieczeństwa laserowego.
„Zapobieganie ryzyku zawodowemu” – CD (Prevention of Labour Risks)	INSHT	Kurs szkoleniowy na poziomie zaawansowanym przygotowujący do wykonywania zadań na wyższym poziomie (wersja 2).
„Przewodnik dotyczący bezpieczeństwa laserowego” (Guide to Laser Safety)	Laservision	Broszura (w języku angielskim i niemieckim). Koncentruje się głównie na środkach ochrony oczu i filtrach zapewniających bezpieczeństwo laserowe.
Laser-Augenschutz Filter-Select	BGETF	Interaktywna baza danych ACCESS o środkach ochrony oczu.

Załącznik J. Glosariusz

Dawka promieniowania

iloraz energii promieniowania dQ padającej przez określony czas trwania narażenia na element na powierzchni zawierający dany punkt i pola powierzchni dA tego elementu

$$H = \frac{dQ}{dA}$$

Odpowiednio, cała natężenia napromienienia E w danym punkcie liczona dla określonego czasu trwania narażenia Δt

$$H = \int_{\Delta t} E \cdot dt$$

jednostka SI: $J m^{-2}$

Funkcja rozkładu widmowego zagrożenia promieniowaniem nadfioletowym

funkcja rozkładu widmowego służąca do celów ochrony zdrowia i odzwierciedlająca połączone ostre skutki promieniowania nadfioletowego dla oczu i skóry

Funkcja rozkładu widmowego zagrożenia światłem niebieskim

funkcja rozkładu widmowego odzwierciedlająca fototematyczne skutki promieniowania nadfioletowego i widzialnego dla siatkówki oka

symbol: $B(\lambda)$

jednostka SI: bezwymiarowa

Funkcja rozkładu widmowego zagrożenia termicznego siatkówki oka

funkcja rozkładu widmowego odzwierciedlająca termiczne skutki promieniowania widzialnego i podczerwonego dla siatkówki oka

symbol: $R(\lambda)$

jednostka SI: bezwymiarowa

Luminancja

wielkość określona wzorem:

$$L_v = \frac{d\Phi_v}{dA \cdot \cos \theta \cdot d\Omega}$$

gdzie:

$d\Phi_v$ oznacza strumień świetlny przenoszony przez elementarną wiązkę promieniowania przechodzącą przez dany punkt i rozchodzącą się pod kątem bryłowym $d\Omega$ zawierającym określony kierunek; dA oznacza powierzchnię przekroju wiązki promieniowania zawierającą dany punkt; θ oznacza kąt między normalną do powierzchni tego przekroju a kierunkiem rozchodzenia się wiązki promieniowania

symbol: L_v

jednostka: $cd m^{-2}$

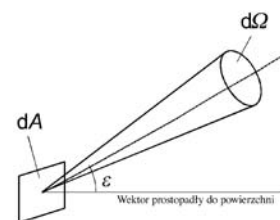
Luminancja energetyczna

(w określonym kierunku w danym punkcie na powierzchni rzeczywistej lub urojonej) wielkość określona wzorem:

$$L = \frac{d\Phi}{dA \cdot \cos \theta \cdot d\Omega}$$

gdzie:

$d\Phi$ oznacza moc promienistą (strumień promieniowania) przenoszoną przez elementarną wiązkę promieniowania przechodzącą przez dany punkt i rozprzestrzeniającą się pod kątem bryłowym $d\Omega$ zawierającym określony kierunek; dA oznacza powierzchnię przekroju wiązki promieniowania zawierającą dany punkt; θ oznacza kąt między normalną do powierzchni tego przekroju a kierunkiem rozchodzenia się wiązki promieniowania



Schemat definicji luminancji energetycznej.

L symbol: L

jednostka SI: $W m^{-2} sr^{-1}$

Natężenie napromieniowania (w danym punkcie powierzchni)

iloraz strumienia świetlnego $d\Phi$ padającego na element na powierzchni zawierający dany punkt i pola powierzchni dA tego elementu

$$E = \frac{d\Phi}{dA}$$

jednostka SI: $W m^{-2}$

Natężenie oświetlenia (E_v)

(w danym punkcie na powierzchni)

iloraz strumienia świetlnego $d\Phi_v$ padającego na element na powierzchni zawierający dany punkt i pola powierzchni dA tego elementu

$$E_v = \frac{d\Phi_v}{dA}$$

jednostka: luks (lx)

Odległość niebezpieczna

minimalna odległość od źródła, dla której natężenie napromienienia/luminancja energetyczna spada poniżej odpowiedniej wartości granicznej narażenia

Odległość zagrożenia skóry

odległość, przy której natężenie promieniowania przekracza mającą zastosowanie graniczną wartość narażenia skóry dla 8-godzinnej ekspozycji

jednostka: m

Odległość zagrożenia wzroku

odległość, dla której natężenie napromienienia lub napromienienie wiązki promieniowania jest równe odpowiedniej wartości granicznej narażenia oka

Promieniowanie nadfioletowe (UV)

promieniowanie optyczne, którego długości fal są krótsze niż promieniowania widzialnego

W przypadku promieniowania nadfioletowego, zakres od 100 nm do 400 nm dzieli się powszechnie na:

UVA – od 315 nm do 400 nm

UVB – od 280 nm do 315 nm

UVC – od 100 nm do 280 nm

Promieniowanie nadfioletowe w zakresie długości fal poniżej 180 nm (nadtęciowy) jest silnie absorbowane przez tlen znajdujący się w powietrzu.

Promieniowanie niekoherentne

każde promieniowanie optyczne inne niż promieniowanie laserowe

Promieniowanie optyczne

promieniowanie elektromagnetyczne o długościach fal między zakresem przechodzenia w promienie rentgenowskie (długość fali około 1 nm) i zakresem przechodzenia w fale radiowe (długość fali około 10^6 nm)

Promieniowanie podczerwone (IR)

promieniowanie optyczne, którego długości fal są dłuższe niż promieniowania widzialnego

W przypadku promieniowania podczerwonego, zakres od 780 nm do 10^6 nm dzieli się powszechnie na:

IRA (780–1400 nm)

IRB (1400–3000 nm)

IRC (3000– 10^6 nm)

Promieniowanie widzialne

każde promieniowanie optyczne zdolne do bezpośredniego wywołania wrażeń wzrokowych

Uwaga: nie istnieją precyzyjne wartości graniczne dla zakresu widmowego promieniowania widzialnego, ponieważ zależą one od mocy promienistej docierającej do siatkówki oraz reaktywności obserwatora. Za dolną wartość graniczną przyjmuje się zasadniczo wartość w zakresie od 360 nm do 400 nm, a za górną wartość graniczną wartość w zakresie od 760 nm do 830 nm.

Reakcja obronna – świadoma lub instynktowna

zamknięcie powieki, ruch gałką oczną, zwężenie źrenicy lub ruch głową w celu uniknięcia ekspozycji na źródło promieniowania optycznego

Wartość graniczna narażenia

maksymalny poziom narażenia oka lub skóry, w przypadku którego szacuje się, że nie wywoła on negatywnych skutków biologicznych

Zagrożenie promieniowaniem nadfioletowym

możliwość wystąpienia ostrych i chronicznych negatywnych skutków dla skóry i oczu w wyniku narażenia na promieniowanie optyczne w zakresie długości fal od 180 nm do 400 nm

Zagrożenie światłem niebieskim

możliwość wystąpienia fotochemicznego uszkodzenia siatkówki oka w wyniku ekspozycji na promieniowanie optyczne w zakresie długości fal od 300 nm do 70 nm

Zagrożenie termiczne siatkówki oka

możliwość wystąpienia uszkodzenia oka w wyniku narażenia na promieniowanie optyczne w zakresie długości fal od 380 nm do 1400 nm

Zakres zagrożenia siatkówki

zakres widmowy od 380 nm do 1400 nm (promieniowanie widzialne oraz IR-A), w którym zwykle media wzrokowe przekazują promieniowanie optyczne do siatkówki

Załącznik K. Bibliografia

K.1. Historia laserów

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. Lasery medyczne

Medical Lasers and their Safe Use, D. Sliney and S. Trokel, Springer-Verlag, Nowy Jork, 1993.

Laser-Tissue Interactions – Fundamentals and Applications, Markolf H. Niemz, Springer, 2004.

K.3. Bezpieczeństwo laserowe i promieniowania optycznego

Safety with Lasers and Other Optical Sources, D. Sliney and M. Wolbarsht, Plenum, Nowy Jork, 1980.

Practical Laser Safety, D.C. Winburn, Marcel Dekker Inc., Nowy Jork, 1985.

The Use of Lasers in the Workplace: A Practical Guide, International Labour Office, Genewa, 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. Technologia laserowa i teoria dotycząca laserów

Introduction to Laser Technology, Breck Hitz, J.J. Ewing & Jeff Hecht, IEEE Press, 2001.

Handbook of Laser Technology and Applications

- Volume 1: Principles
- Volume 2: Laser Design and Laser Systems
- Volume 3: Applications

Colin Webb and Julian Jones, Editors, Institute of Physics Publishing, 2004.

Principles of Lasers and Optics, William S.C. Chang, Cambridge University Press, 2005.

Field Guide to Lasers, Rüdiger Paschotta, SPIE Press, 2008.

K.5. Wytyczne i oświadczenia

Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (Incoherent Optical Radiation), *Health Physics* 87 (2): s. 171–186, 2004.

Revision of the Guidelines on limits of exposure to laser radiation of wavelengths between 400 nm and 1.4 μm , *Health Physics* 79 (4): s. 431–440, 2000.

Guidelines on limits of exposure to broadband incoherent optical radiation (0.38 to 3 μm), *Health Physics* 73 (3): s. 539–554, 1997.

Guidelines on UV radiation exposure limits. *Health Physics* 71 (6): s. 978, 1996.

Guidelines on limits of exposure to laser radiation of wavelengths between 180 nm and 1 mm, *Health Physics* 71 (5): s. 804–819, 1996.

Proposed Change to the IRPA 1985 Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation, *Health Physics* 56 (6): s. 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): s. 331–340, 1985.
ICNIRP Statement on far infrared radiation exposure, *Health Physics* 91(6), s. 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): s. 2162–2176, 2005.
- Health issues of ultraviolet tanning appliances used for cosmetic purposes. *Health Physics* 84 (1): s. 119–127, 2004.
- Light-emitting diodes (LEDs) and laser diodes: Implications for Hazard assessment. *Health Physics* 78 (6): s. 744–752; 2000.
- Laser pointers, *Health Physics* 77 (2): s. 218–220, 1999.
- Health issues of ultraviolet 'A' sunbeds used for cosmetic purposes, *Health Physics* 61 (2): s. 285–288, 1991.
- Fluorescent lighting and malignant melanoma, *Health Physics* 58 (1): s. 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, A.F. McKinlay, M.H. Repacholi (eds.), Nuclear Technology Publishing, *Radiation Protection Dosimetry*, Vol 91, s. 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.

Załącznik L. Tekst dyrektywy 2006/25/WE

L 114/38

PL

Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej

27.4.2006

DYREKTYWA 2006/25/WE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY

z dnia 5 kwietnia 2006 r.

w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na ryzyko spowodowane czynnikami fizycznymi (sztucznym promieniowaniem optycznym) (dziewiętnasta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG)

PARLAMENT EUROPEJSKI I RADA UNII EUROPEJSKIEJ,

uwzględniając Traktat ustanawiający Wspólnotę Europejską, w szczególności jego art. 137 ust. 2,

uwzględniając wniosek Komisji ⁽¹⁾, przedłożony po konsultacji z Komitetem Doradczym ds. Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia w Miejscu Pracy,

uwzględniając opinię Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego ⁽²⁾,

po konsultacji z Komitetem Regionów,

stanowiąc zgodnie z procedurą ustanowioną w art. 251 Traktatu ⁽³⁾, w świetle wspólnego projektu zatwierdzonego przez komitet pojednawczy w dniu 31 stycznia 2006 r.,

a także mając na uwadze, co następuje:

- (1) Zgodnie z Traktatem Rada może, w trybie dyrektywy, przyjmować minimalne wymagania sprzyjające poprawie warunków, w szczególności w środowisku pracy, w celu zagwarantowania lepszemu poziomowi ochrony zdrowia i bezpieczeństwa pracowników. Takie dyrektywy powinny unikać nakładania ograniczeń administracyjnych, finansowych i prawnych w sposób, który wstrzymałby tworzenie i rozwój małych i średnich przedsiębiorstw (MSP).

- (2) Komunikat Komisji, dotyczący jej programu działań związanego z wprowadzeniem w życie Wspólnotowej Karty Socjalnych Praw Podstawowych Pracowników, przewiduje wprowadzenie minimalnych wymogów w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na ryzyko spowodowane czynnikami fizycznymi. We wrześniu 1990 r. Parlament Europejski przyjął rezolucję w sprawie tego programu działań ⁽⁴⁾, w którym zwraca się do Komisji w szczególności o przygotowanie szczegółowej dyrektywy w sprawie ryzyka spowodowanego hałasem i wibracjami, a także innymi czynnikami fizycznymi w miejscu pracy.

- (3) Jako pierwszy krok Parlament Europejski i Rada przyjęły dyrektywę 2002/44/WE z dnia 25 czerwca 2002 r. w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na ryzyko spowodowane czynnikami fizycznymi (wibracjami) (szesnasta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG) ⁽⁵⁾. Następnie, w dniu 6 lutego 2003 r., Parlament Europejski i Rada przyjęły dyrektywę 2003/10/WE w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na ryzyko spowodowane czynnikami fizycznymi (hałasem) (siedemnasta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG) ⁽⁶⁾. Następnie Parlament Europejski i Rada przyjęły w dniu 29 kwietnia 2004 r. dyrektywę 2004/40/WE w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na ryzyko spowodowane czynnikami fizycznymi (polem elektromagnetycznym) (osiemnasta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG) ⁽⁷⁾.

- (4) Obecnie uznaje się za niezbędne wprowadzenie środków ochrony pracowników przed ryzykiem spowodowanym promieniowaniem optycznym w związku z jego wpływem na zdrowie i bezpieczeństwo pracowników, w szczególności w postaci uszkodzeń oczu i skóry. Środki te mają nie tylko zapewnić ochronę zdrowia i bezpieczeństwo indywidualne każdego pracownika, lecz także stworzyć minimalne podstawy ochrony wszystkich pracowników we Wspólnocie w celu uniknięcia możliwych zakłóceń konkurencji.

- (5) Jednym z celów niniejszej dyrektywy jest wczesne wykrywanie niekorzystnych dla zdrowia skutków oddziaływania promieniowania optycznego.

⁽¹⁾ Dz.U. C 77 z 18.3.1993, str. 12 oraz Dz.U. C 230 z 19.8.1994, str. 3.

⁽²⁾ Dz.U. C 249 z 13.9.1993, str. 28.

⁽³⁾ Opinia Parlamentu Europejskiego z dnia 20 kwietnia 1994 r. (Dz.U. C 128 z 9.5.1994, str. 146) potwierdzona w dniu 16 września 1999 r. (Dz.U. C 54 z 25.2.2000, str. 75), wspólne stanowisko Rady z dnia 18 kwietnia 2005 r. (Dz.U. C 172 E z 12.7.2005, str. 26) oraz stanowisko Parlamentu Europejskiego z dnia 16 listopada 2005 r. (dotychczas niepublikowane w Dzienniku Urzędowym). Rezolucje legislacyjne Parlamentu Europejskiego z dnia 14 lutego 2006 r. (dotychczas nieopublikowane w Dzienniku Urzędowym) i decyzja Rady z dnia 23 lutego 2006 r.

⁽⁴⁾ Dz.U. C 260 z 15.10.1990, str. 167.

⁽⁵⁾ Dz.U. L 177 z 6.7.2002, str. 13.

⁽⁶⁾ Dz.U. L 42 z 15.2.2003, str. 38.

⁽⁷⁾ Dz.U. L 159 z 30.4.2004, str. 1. Dyrektywa sprostowana w Dz.U. L 184 z 24.5.2004, str. 1.

- (6) Niniejsza dyrektywa ustanawia minimalne wymagania, pozostawiając w ten sposób Państwom Członkowskim możliwość utrzymania lub przyjęcia bardziej rygorystycznych przepisów w zakresie ochrony pracowników, w szczególności poprzez ustanowienie niższych wartości granicznych ekspozycji. Wprowadzenie w życie niniejszej dyrektywy nie może służyć uzasadnieniu pogorszenia ochrony obowiązującej obecnie w każdym Państwie Członkowskim.
- (7) System ochrony przed zagrożeniem związanym z promieniowaniem optycznym powinien ograniczać się do zdefiniowania, w sposób nieobciążony nadmiernymi szczegółami, celów, do których się dąży, obowiązujących zasad i podstawowych wartości, które należy stosować tak, aby umożliwić Państwom Członkowskim stosowanie minimalnych wymagań w jednakowy sposób.
- (8) Poziom narażenia na promieniowanie optyczne może być skutecznie obniżany poprzez uwzględnienie środków zapobiegawczych przy projektowaniu miejsc pracy oraz poprzez taki dobór sprzętu, procedur i metod pracy, który przyznaje pierwszeństwo ograniczeniu ryzyka u źródła. W ten sposób przepisy dotyczące sprzętu i metod pracy przyczyniają się do ochrony pracowników, których to dotyczy. Zgodnie z ogólnymi zasadami dotyczącymi zapobiegania określonymi w art. 6 ust. 2 dyrektywy Rady 89/391/EWG z dnia 12 czerwca 1989 r. w sprawie wprowadzenia środków w celu poprawy bezpieczeństwa i zdrowia pracowników w miejscu pracy⁽¹⁾, środki ochrony zbiorowej mają pierwszeństwo przed środkami ochrony indywidualnej.
- (9) W celu poprawy bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników pracodawcy powinni dokonać dostosowań w świetle postępu technicznego i wiedzy naukowej dotyczącej ryzyka związanego z narażeniem na promieniowanie optyczne.
- (10) W związku z tym, że niniejsza dyrektywa jest dyrektywą szczegółową w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG, ta dyrektywa ma zastosowanie w zakresie narażenia pracowników na promieniowanie optyczne, bez uszczerbku dla bardziej rygorystycznych lub szczegółowych przepisów zawartych w niniejszej dyrektywie.
- (11) Niniejsza dyrektywa stanowi praktyczny krok w kierunku tworzenia społecznego wymiaru rynku wewnętrznego.
- (12) Podejście uzupełniające, które jednocześnie wspiera zasadę lepszego stanowienia prawa oraz zapewnia wysoki poziom ochrony, może zostać osiągnięte tam, gdzie produkty wytworzone przez producentów źródeł promieniowania optycznego i związanego z nimi sprzętu spełniają zharmonizowane normy opracowane w celu ochrony zdrowia i bezpieczeństwa użytkowników przed zagrożeniami właściwymi dla takich produktów; odpowiednio, nie ma konieczności, aby pracodawcy powtarzali pomiary lub obliczenia wcześniej dokonane przez producenta w celu określenia zgodności z istotnymi wymogami bezpieczeństwa takiego sprzętu, określonymi w mających zastosowanie dyrektywach wspólnotowych, o ile taki sprzęt był należycie i regularnie utrzymywany w dobrym stanie.
- (13) Środki niezbędne dla wykonania niniejszej dyrektywy powinny być przyjęte zgodnie z decyzją Rady 1999/468/WE z dnia 28 czerwca 1999 r. ustanawiającą warunki wykonywania uprawnień wykonawczych przyznanych Komisji⁽²⁾.
- (14) Przestrzeganie wartości granicznych ekspozycji powinno zapewnić wysoki poziom ochrony w odniesieniu do określonych skutków zdrowotnych, mogących być wynikiem narażenia na promieniowanie optyczne.
- (15) Komisja powinna sporządzić praktyczny przewodnik służący lepszemu zrozumieniu przepisów technicznych niniejszej dyrektywy przez pracodawców, w szczególności przez członków kadry kierowniczej MŚP. Komisja powinna dążyć do zakończenia prac nad takim przewodnikiem tak szybko, jak to możliwe, w celu ułatwienia przyjęcia przez Państwa Członkowskie środków niezbędnych do wykonania niniejszej dyrektywy.
- (16) Zgodnie z ust. 34 Porozumienia międzyinstytucjonalnego w sprawie lepszego stanowienia prawa⁽³⁾ zachęca się Państwa Członkowskie do sporządzania, dla ich własnych celów i w interesie Wspólnoty, własnych tabel, które w możliwie najszerszym zakresie odzwierciedlają korelacje pomiędzy niniejszą dyrektywą a środkami transpozycji, oraz do podawania ich do wiadomości publicznej.

PRZYJMUJĄ NINIEJSZĄ DYREKTYWĘ:

SEKCJA I

PRZEPISY OGÓLNE

Artykuł 1

Cel i zakres

1. Niniejsza dyrektywa, będąca dziewiętnastą dyrektywą szczegółową w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG, ustanawia minimalne wymagania w zakresie ochrony pracowników przed ryzykiem dla ich zdrowia i bezpieczeństwa wynikającym lub mogącym wynikać z narażenia na sztuczne promieniowanie optyczne w czasie pracy.
2. Niniejsza dyrektywa dotyczy ryzyka dla zdrowia i bezpieczeństwa pracowników z powodu niekorzystnych dla oczu i skóry skutków spowodowanych narażeniem na sztuczne promieniowanie optyczne.

⁽¹⁾ Dz.U. L 183 z 29.6.1989, str. 1. Dyrektywa zmieniona rozporządzeniem (WE) nr 1882/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady (Dz.U. L 284 z 31.10.2003, str. 1).

⁽²⁾ Dz.U. L 184 z 17.7.1999, str. 23.

⁽³⁾ Dz.U. C 321 z 31.12.2003, str. 1.

3. Dyrektywa 89/391/EWG ma pełne zastosowanie do całego obszaru określonego w ust. 1, bez uszczerbku dla bardziej rygorystycznych lub szczegółowych przepisów zawartych w niniejszej dyrektywie.

Artykuł 2

Definicje

Do celów niniejszej dyrektywy stosuje się następujące definicje:

a) promieniowanie optyczne: wszelkie promieniowanie elektromagnetyczne o długości fali w zakresie od 100 nm do 1 mm. Widmo promieniowania optycznego dzieli się na promieniowanie nadfioletowe, promieniowanie widzialne i promieniowanie podczerwone:

i) promieniowanie nadfioletowe: promieniowanie optyczne o długości fali w zakresie od 100 nm do 400 nm. Zakres nadfioletu dzieli się na UVA (315–400 nm), UVB (280–315 nm) oraz UVC (100–280 nm);

ii) promieniowanie widzialne: promieniowanie optyczne o długości fali w zakresie od 380 nm do 780 nm;

iii) promieniowanie podczerwone: promieniowanie optyczne o długości fali w zakresie od 780 nm do 1 mm. Zakres podczerwieni dzieli się na IRA (780–1 400 nm), IRB (1 400–3 000 nm) oraz IRC (3 000 nm–1 mm);

b) laser (wzmocnienie światła poprzez wymuszoną emisję promieniowania): każde urządzenie, które może wytwarzać lub wzmacniać promieniowanie elektromagnetyczne w zakresie długości fal promieniowania optycznego, głównie w procesie kontrolowanej emisji wymuszonej;

c) promieniowanie laserowe: promieniowanie optyczne emitowane przez laser;

d) promieniowanie niekoherentne (nielaserowe): każde promieniowanie optyczne inne niż promieniowanie laserowe;

e) wartości graniczne ekspozycji: wartości graniczne ekspozycji na promieniowanie optyczne, które bezpośrednio opierają się na ustalonych skutkach zdrowotnych i względach biologicznych. Zastosowanie się do tych wartości granicznych zapewni pracownikom narażonym na promieniowanie optyczne emitowane przez sztuczne źródła ochronę przed wszelkimi znanymi niekorzystnymi dla zdrowia skutkami;

f) natężenie napromienienia (E) lub gęstość mocy: strumień promienisty (energetyczny) padający na elementarną powierzchnię, wyrażone w watach na metr kwadratowy (W m^{-2});

g) napromienienie (H): całka natężenia napromienienia liczona dla danego czasu ekspozycji, wyrażone w dżulach na metr kwadratowy (J m^{-2});

h) luminancja energetyczna (L): strumień energetyczny (promienisty) lub moc wyjściowa (wypromieniowana) w jednostkowym kącie bryłowym przez elementarną powierzchnię, wyrażona w watach na metr kwadratowy na steradian ($\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$);

i) poziom: kombinacja natężenia napromienienia, napromienienia i luminancji energetycznej, na które narażony jest pracownik.

Artykuł 3

Wartości graniczne ekspozycji

1. Wartości graniczne ekspozycji dla promieniowania niekoherentnego (nielaserowego), innego niż emitowane przez naturalne źródła promieniowania optycznego, są określone w załączniku I.

2. Wartości graniczne ekspozycji dla promieniowania laserowego są określone w załączniku II.

SEKCJA II

OBOWIĄZKI PRACODAWCÓW

Artykuł 4

Określenie ekspozycji i ocena ryzyka

1. Wypełniając obowiązki określone w art. 6 ust. 3 i art. 9 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG, pracodawca, w przypadku pracowników narażonych na promieniowanie optyczne emitowane przez sztuczne źródła, ocenia i, jeżeli to konieczne, dokonuje pomiaru lub obliczeń poziomów ekspozycji na promieniowanie optyczne, na jakie mogą być narażeni pracownicy, tak aby środki niezbędne do ograniczenia ekspozycji do mających zastosowanie poziomów mogły zostać określone i wprowadzone w życie. Metodologia stosowana do oceny, pomiaru lub obliczeń powinna odpowiadać normom Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej (IEC) w odniesieniu do promieniowania laserowego i zaleceń Międzynarodowej Komisji Oświeceniowej (CIE) oraz Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego (CEN) w odniesieniu do promieniowania niekoherentnego (nielaserowego). W przypadkach ekspozycji, które nie są objęte tymi normami i zaleceniami, i do czasu, gdy odpowiednie normy lub zalecenia UE staną się dostępne, ocenę, pomiary lub obliczenia przeprowadza się, stosując dostępne wytyczne krajowe lub międzynarodowe oparte na naukowych podstawach. W obydwu przypadkach ekspozycji ocena może uwzględniać dane dostarczone przez producentów sprzętu w przypadkach objętych odpowiednią dyrektywą wspólnotową.

2. Ocena, pomiar lub obliczenia, o których mowa w ust. 1, są planowane i dokonywane przez właściwe służby lub osoby w należytych odstępach czasu, przy szczególnym uwzględnieniu przepisów art. 7 i 11 dyrektywy 89/391/EWG dotyczących niezbędnych właściwych służb lub osób oraz konsultowania i uczestnictwa pracowników. Dane uzyskane w drodze oceny, w tym dane uzyskane poprzez pomiary lub obliczenie poziomu ekspozycji, o którym mowa w ust. 1, są przechowywane w odpowiedniej formie, tak aby możliwe było ich późniejsze skonsultowanie.

3. Zgodnie z art. 6 ust. 3 dyrektywy 89/391/EWG, dokonując oceny ryzyka, pracodawca jest obowiązany zwrócić szczególną uwagę na:

- a) poziom, zakres długości fal oraz czas trwania ekspozycji na promieniowanie optyczne emitowane przez sztuczne źródła;
- b) wartości graniczne ekspozycji określone w art. 3 niniejszej dyrektywy;
- c) wszelkie skutki dla zdrowia i bezpieczeństwa pracowników należących do grup ryzyka o szczególnej wrażliwości;
- d) wszelkie możliwe skutki dla zdrowia i bezpieczeństwa pracowników, wynikające z interakcji w miejscu pracy między promieniowaniem optycznym a chemicznymi substancjami fotouczulającymi;
- e) wszelkie pośrednie skutki, takie jak czasowe oślepienie, eksplozja lub pożar;
- f) istnienie wyposażenia zastępczego, przeznaczonego do ograniczenia poziomów ekspozycji na promieniowanie optyczne;
- g) odpowiednie informacje uzyskane w wyniku profilaktycznych badań lekarskich, w tym, w miarę możliwości, na informacje opublikowane;
- h) wielorakie źródła narażenia na sztuczne promieniowanie optyczne;
- i) klasyfikację zastosowaną dla lasera, określoną zgodnie z odpowiednią normą IEC, oraz, w odniesieniu do każdego sztucznego źródła, co do którego istnieje prawdopodobieństwo spowodowania uszkodzenia podobnego do tego, jakie może spowodować laser klasy 3B lub 4, każdą podobną klasyfikację;
- j) informacje dostarczone przez producentów źródeł promieniowania optycznego i związanego z nimi wyposażenia roboczego, zgodnie z odpowiednimi dyrektywami wspólnotowymi.

4. Pracodawca jest zobowiązany posiadać ocenę ryzyka, zgodnie z art. 9 ust. 1 lit. a) dyrektywy 89/391/EWG i określić, jakie środki należy podjąć zgodnie z art. 5 i 6 niniejszej dyrektywy. Ocenę ryzyka zapisuje się na odpowiednim nośniku, zgodnie z krajowym prawem i praktyką; może ona zawierać uzasadnienie pracodawcy stwierdzające, że charakter i zakres ryzyka związanego z promieniowaniem optycznym powoduje, że dalsza szczegółowa ocena ryzyka jest zbędna. Ocena ryzyka jest systematycznie aktualizowana, w szczególności jeżeli nastąpiły istotne zmiany, które mogły spowodować, że ocena stała się nieaktualna lub jeżeli wyniki badań lekarskich wskazują na konieczność aktualizacji.

Artykuł 5

Przepisy mające na celu unikanie lub ograniczanie ryzyka

1. Uwzględniając postęp techniczny i dostępność środków kontroli ryzyka w miejscu jego powstawania (u źródła), eliminuje się lub ogranicza do minimum ryzyko wynikające z narażenia na sztuczne promieniowanie optyczne.

Ograniczenie ryzyka związanego z narażeniem na sztuczne promieniowanie optyczne opiera się na ogólnych zasadach dotyczących zapobiegania, określonych w dyrektywie 89/391/EWG.

2. W przypadku gdy ocena ryzyka przeprowadzona zgodnie z art. 4 ust. 1 w odniesieniu do pracowników narażonych na promieniowanie optyczne emitowane przez sztuczne źródła wykazuje możliwość przekroczenia wartości granicznych ekspozycji, pracodawca opracowuje i wprowadza w życie plan działania obejmujący środki techniczne lub organizacyjne służące zapobieganiu przekroczenia wartości granicznych ekspozycji, uwzględniając w szczególności:

- a) inne metody pracy, ograniczające ryzyko związane z promieniowaniem optycznym;
- b) dobór sprzętu o niższym poziomie emisji promieniowania optycznego, z uwzględnieniem rodzaju wykonywanej pracy;
- c) środki techniczne mające na celu redukcję emisji promieniowania optycznego, w tym, w przypadkach koniecznych, zastosowanie blokad, ekranowania lub podobnych mechanizmów ochrony zdrowia;
- d) właściwe programy konserwacji sprzętu roboczego, miejsc pracy i systemów stanowisk pracy;
- e) projektowanie i rozmieszczenie miejsc pracy i stanowisk pracy;
- f) ograniczenie czasu trwania i poziomu ekspozycji;
- g) dostępność właściwie dobranych środków ochrony indywidualnej;
- h) instrukcje producentów sprzętu, w przypadkach objętych odpowiednimi dyrektywami wspólnotowymi.

3. Na podstawie oceny ryzyka przeprowadzonej zgodnie z art. 4 miejsca pracy, w których pracownicy mogliby być narażeni na promieniowanie optyczne emitowane przez sztuczne źródła, którego poziomy przekraczają wartości graniczne ekspozycji, są odpowiednio oznakowane zgodnie z dyrektywą Rady 92/58/EWG z dnia 24 czerwca 1992 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących znaków bezpieczeństwa i/lub zdrowia w pracy (dziewiąta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG) ⁽¹⁾. Obszary, o których mowa, określa się, a dostęp do nich ogranicza, tam gdzie jest to technicznie możliwe i tam gdzie istnieje ryzyko, że wartości graniczne ekspozycji mogłyby zostać przekroczone.

4. Ekspozycja pracowników nie przekracza wartości granicznych. W każdym przypadku, jeżeli pomimo środków podjętych przez pracodawcę w stosunku do sztucznych źródeł promieniowania optycznego w celu zapewnienia zgodności z niniejszą dyrektywą, wartości graniczne ekspozycji zostaną przekroczone, pracodawca podejmuje natychmiastowe działania w celu ograniczenia ekspozycji poniżej wartości granicznej ekspozycji. Pracodawca ustala przyczyny przekroczenia wartości granicznych ekspozycji oraz dostosowuje środki ochrony i środki zapobiegawcze, tak aby zapobiec ich ponownemu przekroczeniu.

5. Zgodnie z art. 15 dyrektywy 89/391/EWG pracodawca dostosowuje środki, określone w niniejszym artykule, do potrzeb pracowników należących do grup szczególnego ryzyka.

Artykuł 6

Informowanie i szkolenie pracowników

Bez uszczerbku dla art. 10 i 12 dyrektywy 89/391/EWG, pracodawca zapewnia pracownikom narażonym w pracy na ryzyko związane ze sztucznym promieniowaniem optycznym lub ich przedstawicielom uzyskanie wszelkich niezbędnych informacji i szkolenie dotyczące wyników oceny ryzyka, o której mowa w art. 4 niniejszej dyrektywy, w szczególności dotyczących:

- a) środków podjętych w celu wprowadzenia w życie niniejszej dyrektywy;
- b) wartości granicznych ekspozycji i związanego z nimi potencjalnego ryzyka;
- c) wyników ocen, pomiarów lub obliczeń dotyczących poziomów ekspozycji na sztuczne promieniowanie optyczne, przeprowadzonych zgodnie z art. 4 niniejszej dyrektywy, wraz z wyjaśnieniem ich znaczenia oraz potencjalnego ryzyka;
- d) sposobu wykrywania niekorzystnych dla zdrowia skutków wynikających z ekspozycji i sposobu ich zgłaszania;

- e) okoliczności, w których pracownicy uprawnieni są do profilaktycznych badań lekarskich;
- f) bezpiecznych sposobów wykonywania pracy, ograniczających do minimum ryzyko związane z ekspozycją;
- g) właściwego stosowania odpowiednich środków ochrony indywidualnej.

Artykuł 7

Konsultacje i udział pracowników

Konsultacje i udział pracowników lub ich przedstawicieli w sprawach, których dotyczy niniejsza dyrektywa, odbywają się zgodnie z art. 11 dyrektywy 89/391/EWG.

SEKCJA III

PRZEPISY RÓŻNE

Artykuł 8

Profilaktyczne badania lekarskie

1. W celu zapobiegania i wczesnego wykrywania wszelkich niekorzystnych dla zdrowia skutków, jak również zapobiegania długofalowym zagrożeniom dla zdrowia oraz ryzyku schorzeń chronicznych wynikającym z ekspozycji na promieniowanie optyczne, Państwa Członkowskie przyjmują przepisy zapewniające pracownikom należyte profilaktyczne badania lekarskie zgodnie z art. 14 dyrektywy 89/391/EWG.

2. Państwa Członkowskie zapewniają, że profilaktyczne badania lekarskie są przeprowadzane przez lekarza, specjalistę medycyny pracy lub organ medyczny odpowiedzialny za profilaktyczne badania lekarskie zgodnie z przepisami i praktyką krajową.

3. Państwa Członkowskie stwarzają warunki w celu zapewnienia sporządzania i aktualizacji indywidualnej dokumentacji medycznej każdego pracownika, który poddał się profilaktycznym badaniom lekarskim zgodnie z ust. 1. Dokumentacja medyczna zawiera podsumowanie wyników przeprowadzonych profilaktycznych badań lekarskich. Jest ona prowadzona w odpowiedniej formie, umożliwiającej późniejsze konsultacje, z uwzględnieniem wymogów wszelkiej poufności. Kopia odpowiedniej dokumentacji jest przekazywana właściwym organom na żądanie, z uwzględnieniem wymogów poufności. Pracodawca podejmuje odpowiednie środki w celu zapewnienia, by lekarz, specjalista medycyny pracy lub organ medyczny odpowiedzialny za profilaktyczne badania lekarskie, odpowiednio wyznaczony przez Państwo Członkowskie, miał dostęp do wyników oceny ryzyka, o której mowa w art. 4, w przypadkach gdy są one istotne dla potrzeb profilaktycznych badań lekarskich. Indywidualnym pracownikom udostępnia się na żądanie dokumentację medyczną dotyczącą ich stanu zdrowia.

⁽¹⁾ Dz.U. L 245 z 26.8.1992, str. 23.

4. W każdym przypadku wykrycia ekspozycji przekraczającej wartości graniczne umożliwia się danemu pracownikowi lub pracownikom poddanie się badaniom lekarskim zgodnie z przepisami i praktyką krajową. Takie badanie lekarskie przeprowadza się również w przypadku gdy w wyniku profilaktycznych badań lekarskich stwierdzono u pracownika określoną chorobę lub niekorzystne dla zdrowia skutki, które w opinii lekarza lub specjalisty medycyny pracy są wynikiem narażenia na sztuczne promieniowanie optyczne w pracy. W obu przypadkach gdy przekroczone są wartości graniczne lub stwierdzono niekorzystne dla zdrowia skutki (w tym chorobę):

a) lekarz lub inna osoba o odpowiednich kwalifikacjach zawiadamia pracownika o wynikach, które dotyczą go osobiście. Pracownik w szczególności otrzymuje informację i poradę dotyczącą wszelkich badań lekarskich, którym powinien się poddać po ustaniu narażenia;

b) pracodawca jest informowany o wszelkich istotnych wynikach profilaktycznych badań lekarskich, z uwzględnieniem wymogów tajemnicy lekarskiej;

c) pracodawca:

- dokonuje przeglądu oceny ryzyka przeprowadzonej zgodnie z art. 4,
- dokonuje przeglądu środków podjętych w celu eliminacji lub zmniejszenia ryzyka zgodnie z art. 5,
- uwzględnia porady specjalisty medycyny pracy lub innej odpowiednio wykwalifikowanej osoby, lub właściwych organów, przy wprowadzaniu jakiegokolwiek środka wymaganego w celu eliminacji lub zmniejszenia ryzyka zgodnie z art. 5, oraz
- organizuje okresowe profilaktyczne badania lekarskie i zapewnia przegląd stanu zdrowia każdego innego pracownika, który jest podobnie narażony. W takich przypadkach lekarz właściwej specjalności lub specjalista medycyny pracy, lub właściwe organy, mogą zaproponować, aby narażone osoby poddały się badaniom lekarskim.

Artykuł 9

Sankcje

Państwa Członkowskie przewidują odpowiednie sankcje, które stosuje się w przypadku naruszenia ustawodawstwa krajowego, przyjętego zgodnie z niniejszą dyrektywą. Sankcje te muszą być skuteczne, proporcjonalne i odstraszające.

Artykuł 10

Zmiany techniczne

1. Wszelkie modyfikacje wartości granicznych ekspozycji określonych w załącznikach przyjmuje Parlament Europejski

i Rada, zgodnie z procedurą określoną w art. 137 ust. 2 Traktatu.

2. Zmiany załączników o ściśle technicznym charakterze, zgodne z:

- a) przyjęciem dyrektyw w dziedzinie technicznej harmonizacji i normalizacji w odniesieniu do projektowania, budowy, wytwarzania lub konstrukcji sprzętu roboczego lub miejsc pracy;
- b) postępem technicznym, zmianami w najbardziej właściwych zharmonizowanych normach europejskich lub specyfikacjach międzynarodowych i nowymi odkryciami naukowymi, dotyczącymi narażenia na promieniowanie optyczne w związku z wykonywanym zawodem;

są przyjmowane zgodnie z procedurą określoną w art. 11 ust. 2.

Artykuł 11

Komitet

1. Komisję wpiera Komitet, określony w art. 17 dyrektywy 89/391/EWG.

2. W przypadku odesłania do niniejszego ustępu stosuje się art. 5 i 7 decyzji 1999/468/WE, z uwzględnieniem postanowień jej art. 8.

Okres, o którym mowa w art. 5 ust. 6 decyzji 1999/468/WE, wynosi trzy miesiące.

3. Komitet przyjmuje swój regulamin wewnętrzny.

SEKCJA IV

PRZEPISY KOŃCOWE

Artykuł 12

Sprawozdania

Co pięć lat Państwa Członkowskie przedkładają Komisji sprawozdania z praktycznego wdrażania niniejszej dyrektywy, wskazując stanowiska partnerów społecznych.

Co pięć lat Komisja informuje Parlament Europejski, Radę, Europejski Komitet Ekonomiczno-Społeczny i Komitet Doradczy ds. Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia w Miejscu Pracy o treści tych sprawozdań, o swojej ocenie tych sprawozdań, o rozwoju sytuacji w tej dziedzinie oraz o wszelkich działaniach, które mogą być uzasadnione w świetle nowej wiedzy naukowej.

Artykuł 13

Przewodnik

W celu ułatwienia wdrażania niniejszej dyrektywy Komisja opracowuje praktyczny przewodnik dotyczący przepisów art. 4 i 5 oraz załączników I i II.

Artykuł 14

Transpozycja

1. Państwa Członkowskie wprowadzają w życie przepisy ustawowe, wykonawcze i administracyjne, niezbędne do stosowania niniejszej dyrektywy do dnia 27 kwietnia 2010 r. Państwa Członkowskie niezwłocznie powiadamiają o tym Komisję.

Przepisy przyjęte przez Państwa Członkowskie zawierają odniesienie do niniejszej dyrektywy lub odniesienie takie towarzyszy ich urzędowej publikacji. Metody dokonywania takiego odniesienia określone są przez Państwa Członkowskie.

2. Państwa Członkowskie powiadamiają Komisję o przyjmowanych lub już przyjętych tekstach przepisów prawa krajowego w dziedzinie objętej niniejszą dyrektywą.

Artykuł 15

Wejście w życie

Niniejsza dyrektywa wchodzi w życie z dniem jej publikacji w *Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej*.

Artykuł 16

Adresaci

Niniejsza dyrektywa skierowana jest do Państw Członkowskich.

Sporządzono w Strasburgu, dnia 5 kwietnia 2006 r.

W imieniu Parlamentu
Europejskiego

J. BORRELL FONTELLES
Przewodniczący

W imieniu
Rady

H. WINKLER
Przewodniczący

ZAŁĄCZNIK I

Promieniowanie optyczne niekoherentne (nielaserowe)

Istotne z biofizycznego punktu widzenia wartości ekspozycji na promieniowanie optyczne można ustalić na podstawie poniższych wzorów. Wzór, który należy zastosować, zależy od zakresu promieniowania emitowanego przez źródło, a wyniki należy porównać z odpowiednimi wartościami granicznymi ekspozycji wskazanymi w tabeli 1.1. Dla danego źródła promieniowania optycznego może mieć zastosowanie więcej niż jedna wartość ekspozycji i odpowiadająca jej wartość graniczna.

Pozycje oznaczone a)–o) odnoszą się do odpowiadających im wierszy w tabeli 1.1.

- | | | |
|----------|---|--|
| a) | $H_{\text{eff}} = \int_0^t \int_{\lambda=180 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \cdot dt$ | (H_{eff} ma zastosowanie jedynie w zakresie od 180 do 400 nm) |
| b) | $H_{\text{UVA}} = \int_0^t \int_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$ | (H_{UVA} ma zastosowanie jedynie w zakresie od 315 do 400 nm) |
| c), d) | $L_B = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$ | (L_B ma zastosowanie jedynie w zakresie od 300 do 700 nm) |
| e), f) | $E_B = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$ | (E_B ma zastosowanie jedynie w zakresie od 300 do 700 nm) |
| g) do l) | $L_R = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda$ | (patrz: tabela 1.1 dla właściwych wartości λ_1 i λ_2) |
| m), n) | $E_{\text{IR}} = \int_{\lambda=780 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda$ | (E_{IR} ma zastosowanie jedynie w zakresie od 780 do 3 000 nm) |
| o) | $H_{\text{skin}} = \int_0^t \int_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$ | (H_{skin} ma zastosowanie jedynie w zakresie od 380 do 3 000 nm) |

Do celów niniejszej dyrektywy powyższe wzory można zastąpić następującymi wyrażeniami z zastosowaniem wartości dyskretnych zawartych w zamieszczonych dalej tabelach:

- | | | |
|----------|--|--|
| a) | $E_{\text{eff}} = \sum_{\lambda=180 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda$ | oraz $H_{\text{eff}} = E_{\text{eff}} \cdot \Delta t$ |
| b) | $E_{\text{UVA}} = \sum_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$ | oraz $H_{\text{UVA}} = E_{\text{UVA}} \cdot \Delta t$ |
| c), d) | $L_B = \sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$ | |
| e), f) | $E_B = \sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$ | |
| g) do l) | $L_R = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda} \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda$ | (patrz: tabela 1.1 dla właściwych wartości λ_1 i λ_2) |
| m), n) | $E_{\text{IR}} = \sum_{\lambda=780 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$ | |

o)	$E_{\text{skin}} = \sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$	oraz $H_{\text{skin}} = E_{\text{skin}} \cdot \Delta t$
Uwagi:		
$E_{\lambda}(\lambda, t)$, E_{λ}	widmowe natężenie napromienienia lub widmowa gęstość mocy: strumień promienisty (energetyczny) padający na elementarną powierzchnię, wyrażone w watach na metr kwadratowy na nanometr [$\text{W m}^{-2} \text{ nm}^{-1}$]; wartości $E_{\lambda}(\lambda, t)$ i E_{λ} pochodzą z pomiarów lub mogą być podane przez producenta sprzętu;	
E_{eff}	skuteczne natężenie napromienienia (zakres UV): obliczone natężenie napromienienia w zakresie długości fal UV od 180 do 400 nm ważone według rozkładu widmowego $S(\lambda)$, wyrażone w watach na metr kwadratowy [W m^{-2}];	
H	napromienienie: całka natężenia napromienienia liczona dla danego czasu ekspozycji, wyrażone w dżulach na metr kwadratowy [J m^{-2}];	
H_{eff}	skuteczne napromienienie: napromienienie ważone według rozkładu widmowego $S(\lambda)$, wyrażone w dżulach na metr kwadratowy [J m^{-2}];	
E_{UVA}	całkowite natężenie napromienienia (UVA): obliczone natężenie napromienienia z zakresu długości fal UVA od 315 do 400 nm, wyrażone w watach na metr kwadratowy [W m^{-2}];	
H_{UVA}	napromienienie: całka lub suma natężenia napromienienia liczona dla danego czasu ekspozycji w zakresie długości fali UVA od 315 do 400 nm, wyrażone w dżulach na metr kwadratowy [J m^{-2}];	
$S(\lambda)$	rozkład widmowy skuteczności wywoływania uszkodzeń oczu i skóry przez promieniowanie UV w zależności od długości fali (tabela 1.2) [bezwymiarowy];	
t , Δt	czas, czas trwania ekspozycji wyrażony w sekundach [s];	
λ	długość fali wyrażona w nanometrach [nm];	
$\Delta\lambda$	szerokość pasma wyrażona w nanometrach [nm], przedziałów obliczeniowych lub pomiarowych;	
$L_{\lambda}(\lambda)$, L_{λ}	widmowa luminancja energetyczna źródła wyrażona w watach na metr kwadratowy na steradian na nanometr [$\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \text{ nm}^{-1}$];	
$R(\lambda)$	rozkład widmowy skuteczności wywoływania uszkodzeń termicznych oczu przez promieniowanie widzialne i IRA w zależności od długości fali (tabela 1.3) [bezwymiarowy];	
L_R	skuteczna luminancja energetyczna (uszkodzenie termiczne): obliczona luminancja energetyczna ważona według rozkładu widmowego $R(\lambda)$, wyrażona w watach na metr kwadratowy na steradian na nanometr [$\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$];	
$B(\lambda)$	rozkład widmowy skuteczności wywoływania uszkodzeń fotochemicznych oczu przez promieniowanie światła niebieskiego w zależności od długości fali (tabela 1.3) [bezwymiarowy];	
L_B	skuteczna luminancja energetyczna (światło niebieskie): obliczona luminancja energetyczna ważona według rozkładu widmowego $B(\lambda)$, wyrażona w watach na metr kwadratowy na steradian [$\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}$];	
E_B	skuteczne natężenie napromienienia (światło niebieskie): obliczone natężenie napromienienia ważone według rozkładu widmowego $B(\lambda)$, wyrażone w watach na metr kwadratowy [W m^{-2}];	
E_{IR}	całkowite natężenie napromienienia (uszkodzenie termiczne): obliczone natężenie napromienienia w zakresie długości fal podczerwieni od 780 do 3 000 nm, wyrażone w watach na metr kwadratowy [W m^{-2}];	
E_{skin}	całkowite natężenie napromienienia (widzialne, IRA i IRB): obliczone natężenie napromienienia z zakresu długości fal promieniowania widzialnego i podczerwonego od 380 do 3 000 nm, wyrażone w watach na metr kwadratowy [W m^{-2}];	
H_{skin}	napromienienie: całka lub suma natężenia napromienienia liczona dla danego czasu ekspozycji w zakresie długości fal promieniowania widzialnego i podczerwonego od 380 do 3 000 nm, wyrażone w dżulach na metr kwadratowy [J m^{-2}];	
α	kąt widzenia: kąt, w obrębie którego obserwowalne źródło promieniowania jest widziane przez obserwatora w danym punkcie przestrzeni, wyrażony w miliradianach (mrad). Obserwowalne źródło promieniowania jest rzeczywistym lub pozornym obiektem, który tworzy na siatkówce oka obraz najmniejszy z możliwych.	

27.4.2006

PL

Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej

L 114/47

Tabela 1.1.
Wartości graniczne ekspozycji na promieniowanie optyczne niekoherentne (nielaserowe)

Indeks	Długość fali w nm	Wartości graniczne ekspozycji:	Jednostka	Uwagi	Część ciała	Zagrożenie
a.	180-400 (UVA, UVB and UVC)	$H_{\text{eff}} = 30$ Wartość dobową – 8 godzin	[J m ⁻²]		oko – rogówka spojówka soczewka skóra	zapalenie rogówki zapalenie spojówek zaćma rumień elastoza rak skóry
b.	315-400 (UVA)	$H_{\text{UVA}} = 10^4$ Wartość dobową – 8 godzin	[J m ⁻²]		oko – soczewka	zaćma
c.	300-700 (Światło niebieskie) patrz: przypis 1	$L_B = \frac{10^6}{t}$ dla $t \leq 10\,000$ s	L_B : [W m ⁻² sr ⁻¹] t: [sekundy]	dla $\alpha \geq 11$ mrad		
d.	300-700 (Światło niebieskie) patrz: przypis 1	$L_B = 100$ dla $t > 10\,000$ s	[W m ⁻² sr ⁻¹]			
e.	300-700 (Światło niebieskie) patrz: przypis 1	$E_B = \frac{100}{t}$ dla $t \leq 10\,000$ s	E_B : [W m ⁻²] t: [sekundy]	dla $\alpha < 11$ mrad patrz: przypis 2	oko – siatkówka	zapalenie siatkówki
f.	300-700 (Światło niebieskie) patrz: przypis 1	$E_B = 0,01$ t > 10 000 s	[W m ⁻²]			

Indeks	Długość fali w nm	Wartości graniczne ekspozycji:	Jednostka	Uwagi	Część ciała	Zagrożenie
g.	380-1 400 (Widzialne i IRA)	$L_R = \frac{2,8 \cdot 10^7}{C_a}$ dla $t > 10$ s	[W m ⁻² sr ⁻¹]	$C_a = 1,7$ dla $\alpha \leq 1,7$ mrad $C_a = \alpha$ dla $1,7 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_a = 100$ dla $\alpha > 100$ mrad $\lambda_1 = 380; \lambda_2 = 1 400$	oko – siatkówka	oparzenie siatkówki
h.	380-1 400 (Widzialne i IRA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_a t^{0,25}}$ dla $10 \mu s \leq t \leq 10$ s	L_R : [W m ⁻² sr ⁻¹] t: [sekundy]			
i.	380-1 400 (Widzialne i IRA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_a}$ dla $t < 10 \mu s$	[W m ⁻² sr ⁻¹]			
j.	780-1 400 (IRA)	$L_R = \frac{6 \cdot 10^6}{C_a}$ dla $t > 10$ s	[W m ⁻² sr ⁻¹]	$C_a = 11$ dla $\alpha \leq 11$ mrad $C_a = \alpha$ dla $11 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_a = 100$ dla $\alpha > 100$ mrad (pomiarowe pole widzenia: 11 mrad) $\lambda_1 = 780; \lambda_2 = 1 400$		
k.	780-1 400 (IRA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_a t^{0,25}}$ dla $10 \mu s \leq t \leq 10$ s	L_R : [W m ⁻² sr ⁻¹] t: [sekundy]			
l.	780-1 400 (IRA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_a}$ dla $t < 10 \mu s$	[W m ⁻² sr ⁻¹]			
m.	780-3 000 (IRA i IRB)	$E_{IR} = 18 000 t^{0,75}$ dla $t \leq 1 000$ s	E: [W m ⁻²] t: [sekundy]		oko – rogówka soczewka	oparzenie rogówki zaćma
n.	780-3 000 (IRA i IRB)	$E_{IR} = 100$ dla $t > 1 000$ s	[W m ⁻²]			

Indeks	Długość fali w nm	Wartości graniczne ekspozycji:	Jednostka	Uwagi	Część ciała	Zagrożenie
o.	380-3 000 (Widzialne, IRA i IRB)	$H_{\text{skin}} = 20\,000\ t^{0.25}$ dla $t < 10\text{ s}$	H: J m^{-2} t: [sekundy]		skóra	oparzenie

Przypis 1: Zakres od 300 do 700 nm obejmuje części promieniowania UVB, całe promieniowanie UVA i większość promieniowania widzialnego; jednakże związane z nim zagrożenie określa się powszechnie mianem zagrożenia „światłem niebieskim”. Światło niebieskie w wąskim znaczeniu obejmuje jedynie zakres w przybliżeniu od 400 do 490 nm.

Przypis 2: W odniesieniu do stałej obserwacji bardzo małych źródeł, których kąt widzenia $< 11\text{ mrad}$, można przekształcić skuteczną luminację energetyczną L_B na skuteczne natężenie napromienienia E_B . Zwykle dotyczy to jedynie narzędzi okulistycznych lub unieruchomienia oka podczas znieczulenia. Maksymalny „czas patrzenia” oblicza się za pomocą wzoru: $t_{\text{max}} = 100 / E_B$, gdzie E_B wyrażone jest w W m^{-2} . Ze względu na ruch oczu podczas wykonywania zwykłych zadań wzrokowych, wartość ta nie przekracza 100 s.

Tabela 1.2.

S (λ) [bezwymiarowe], 180 nm do 400 nm

λ w nm	S (λ)	λ w nm	S (λ)	λ w nm	S (λ)	λ w nm	S (λ)	λ w nm	S (λ)
180	0,0120	228	0,1737	276	0,9434	324	0,000520	372	0,000086
181	0,0126	229	0,1819	277	0,9272	325	0,000500	373	0,000083
182	0,0132	230	0,1900	278	0,9112	326	0,000479	374	0,000080
183	0,0138	231	0,1995	279	0,8954	327	0,000459	375	0,000077
184	0,0144	232	0,2089	280	0,8800	328	0,000440	376	0,000074
185	0,0151	233	0,2188	281	0,8568	329	0,000425	377	0,000072
186	0,0158	234	0,2292	282	0,8342	330	0,000410	378	0,000069
187	0,0166	235	0,2400	283	0,8122	331	0,000396	379	0,000066
188	0,0173	236	0,2510	284	0,7908	332	0,000383	380	0,000064
189	0,0181	237	0,2624	285	0,7700	333	0,000370	381	0,000062
190	0,0190	238	0,2744	286	0,7420	334	0,000355	382	0,000059
191	0,0199	239	0,2869	287	0,7151	335	0,000340	383	0,000057
192	0,0208	240	0,3000	288	0,6891	336	0,000327	384	0,000055
193	0,0218	241	0,3111	289	0,6641	337	0,000315	385	0,000053
194	0,0228	242	0,3227	290	0,6400	338	0,000303	386	0,000051
195	0,0239	243	0,3347	291	0,6186	339	0,000291	387	0,000049
196	0,0250	244	0,3471	292	0,5980	340	0,000280	388	0,000047
197	0,0262	245	0,3600	293	0,5780	341	0,000271	389	0,000046
198	0,0274	246	0,3730	294	0,5587	342	0,000263	390	0,000044
199	0,0287	247	0,3865	295	0,5400	343	0,000255	391	0,000042
200	0,0300	248	0,4005	296	0,4984	344	0,000248	392	0,000041
201	0,0334	249	0,4150	297	0,4600	345	0,000240	393	0,000039
202	0,0371	250	0,4300	298	0,3989	346	0,000231	394	0,000037
203	0,0412	251	0,4465	299	0,3459	347	0,000223	395	0,000036
204	0,0459	252	0,4637	300	0,3000	348	0,000215	396	0,000035
205	0,0510	253	0,4815	301	0,2210	349	0,000207	397	0,000033
206	0,0551	254	0,5000	302	0,1629	350	0,000200	398	0,000032
207	0,0595	255	0,5200	303	0,1200	351	0,000191	399	0,000031
208	0,0643	256	0,5437	304	0,0849	352	0,000183	400	0,000030
209	0,0694	257	0,5685	305	0,0600	353	0,000175		
210	0,0750	258	0,5945	306	0,0454	354	0,000167		
211	0,0786	259	0,6216	307	0,0344	355	0,000160		
212	0,0824	260	0,6500	308	0,0260	356	0,000153		
213	0,0864	261	0,6792	309	0,0197	357	0,000147		
214	0,0906	262	0,7098	310	0,0150	358	0,000141		
215	0,0950	263	0,7417	311	0,0111	359	0,000136		
216	0,0995	264	0,7751	312	0,0081	360	0,000130		
217	0,1043	265	0,8100	313	0,0060	361	0,000126		
218	0,1093	266	0,8449	314	0,0042	362	0,000122		
219	0,1145	267	0,8812	315	0,0030	363	0,000118		
220	0,1200	268	0,9192	316	0,0024	364	0,000114		
221	0,1257	269	0,9587	317	0,0020	365	0,000110		
222	0,1316	270	1,0000	318	0,0016	366	0,000106		
223	0,1378	271	0,9919	319	0,0012	367	0,000103		
224	0,1444	272	0,9838	320	0,0010	368	0,000099		
225	0,1500	273	0,9758	321	0,000819	369	0,000096		
226	0,1583	274	0,9679	322	0,000670	370	0,000093		
227	0,1658	275	0,9600	323	0,000540	371	0,000090		

Tabela 1.3.

B (λ), R (λ) [bezwymiarowe], 380 nm do 1 400 nm

λ w nm	B (λ)	R (λ)
$300 \leq \lambda < 380$	0,01	—
380	0,01	0,1
385	0,013	0,13
390	0,025	0,25
395	0,05	0,5
400	0,1	1
405	0,2	2
410	0,4	4
415	0,8	8
420	0,9	9
425	0,95	9,5
430	0,98	9,8
435	1	10
440	1	10
445	0,97	9,7
450	0,94	9,4
455	0,9	9
460	0,8	8
465	0,7	7
470	0,62	6,2
475	0,55	5,5
480	0,45	4,5
485	0,32	3,2
490	0,22	2,2
495	0,16	1,6
500	0,1	1
$500 < \lambda \leq 600$	$10^{0,02 \cdot (450 - \lambda)}$	1
$600 < \lambda \leq 700$	0,001	1
$700 < \lambda \leq 1\,050$	—	$10^{0,002 \cdot (700 - \lambda)}$
$1\,050 < \lambda \leq 1\,150$	—	0,2
$1\,150 < \lambda \leq 1\,200$	—	$0,2 \cdot 10^{0,02 \cdot (1\,150 - \lambda)}$
$1\,200 \leq \lambda < 1\,400$	—	0,02

ZAŁĄCZNIK II

Promieniowanie optyczne laserowe

Istotne z biofizycznego punktu widzenia wartości ekspozycji na promieniowanie optyczne można ustalić na podstawie poniższych wzorów. Wzór, który należy zastosować, zależy od zakresu promieniowania emitowanego przez źródło, a wyniki należy porównać z odpowiednimi wartościami granicznymi ekspozycji wskazanymi w tabelach 2.2–2.4. Dla danego źródła promieniowania optycznego laserowego może mieć zastosowanie więcej niż jedna wartość ekspozycji i odpowiadająca jej wartość graniczna.

Współczynniki stosowane jako narzędzia obliczeniowe w tabelach 2.2–2.4 wymienione są w tabeli 2.5, a współczynniki korekcyjne odnoszące się do ekspozycji powtarzalnych wymienione są w tabeli 2.6.

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

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

Uwagi:

dP moc wyrażona w watach [W];

dA powierzchnia wyrażona w metrach kwadratowych [m²];

E (t), E natężenie napromienienia lub gęstość mocy: strumień promienisty (energetyczny) padający na elementarną powierzchnię, wyrażone w watach na metr kwadratowy [W m⁻²]. Wartości E(t), E pochodzą z pomiarów lub mogą być podane przez producenta sprzętu;

H napromienienie: całka natężenia napromienienia liczona dla danego czasu ekspozycji, wyrażone w dżulach na metr kwadratowy [J m⁻²];

t czas, czas trwania ekspozycji wyrażony w sekundach [s];

λ długość fali wyrażona w nanometrach [nm];

γ stożkowy kąt ograniczający pomiarowe pole widzenia wyrażony w miliradianach [mrad];

γ_m pomiarowe pole widzenia wyrażone w miliradianach [mrad];

α kąt widzenia źródła wyrażony w miliradianach [mrad];

apretura ograniczająca: obszar w kształcie koła, w obrębie którego jest uśredniane natężenie napromienienia i napromienienie;

G zintegrowana luminancja energetyczna: całka luminancji energetycznej w danym czasie ekspozycji wyrażona jako energia promieniowania z jednostki powierzchni promieniającej w jednostkowym kącie bryłowym emisji, w dżulach na metr kwadratowy na steradian [J m⁻² sr⁻¹].

Tabela 2.1

Zagrożenia związane z promieniowaniem

Długość fali [nm] λ	Zakres promieniowania	Zagrożony narząd	Zagrożenie	Tabela wartości granicznych ekspozycji
180 do 400	UV	oko	uszkodzenie fotochemiczne i termiczne	2.2, 2.3
180 do 400	UV	skóra	rumień	2.4
400 do 700	widzialne	oko	uszkodzenie siatkówki	2.2
400 do 600	widzialne	oko	uszkodzenie fotochemiczne	2.3
400 do 700	widzialne	skóra	uszkodzenie termiczne	2.4
700 do 1 400	IRA	oko	uszkodzenie termiczne	2.2, 2.3
700 do 1 400	IRA	skóra	uszkodzenie termiczne	2.4
1 400 do 2 600	IRB	oko	uszkodzenie termiczne	2.2
2 600 do 10^6	IRC	oko	uszkodzenie termiczne	2.2
1 400 do 10^6	IRB, IRC	oko	uszkodzenie termiczne	2.3
1 400 do 10^6	IRB, IRC	skóra	uszkodzenie termiczne	2.4

Tabela 2.2.

Wartości graniczne ekspozycji oka na promieniowanie laserowe. — Krótki czas trwania ekspozycji < 10 s

Długość fali ^a [nm]	Apertura	Czas trwania [s]				
		$10^{-13} - 10^{-11}$	$10^{-11} - 10^{-9}$	$10^{-9} - 10^{-7}$	$10^{-7} - 1.8 \cdot 10^{-5}$	$1.8 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-5}$
UVC						
180 - 280						
280 - 302						
303						
304						
305						
306						
307						
308						
309						
310						
311						
312						
313						
314						
UVB						
315 - 400						
400 - 700						
700 - 1 050						
1 050 - 1 400						
1 400 - 1 500						
1 500 - 1 800						
1 800 - 2 600						
2 600 - 10 ⁶						
UVA						
315 - 400						
400 - 700						
700 - 1 050						
1 050 - 1 400						
1 400 - 1 500						
1 500 - 1 800						
1 800 - 2 600						
2 600 - 10 ⁶						
Widzialne i IRA						
1 400 - 1 500						
1 500 - 1 800						
1 800 - 2 600						
2 600 - 10 ⁶						

^a Jeżeli dla danej długości fali promieniowania laserowego istnieją dwie wartości graniczne, stosuje się wartość graniczną bardziej restrykcyjną.
^b Gdy $1\,400 \leq \lambda < 10^6$ nm: średnica apertury = 1 mm dla $t \leq 0,3$ s i $1,5 \cdot 10^{-4} \leq t < 10$ s; $0,3 < t < 10$ s; gdy $10^6 \leq \lambda < 10^9$ nm: średnica apertury = 11 mm.
^c Ze względu na brak danych dla tych długości impulsów [CNIRP Międzynarodowa Komisja ds. Ochrony przed Promieniowaniem Niejonizującym] zaleca korzystanie z wartości granicznych natężenia napromienienia wyznaczonych dla 1 ns.
^d Tabela określa wartości dla pojedynczych impulsów laserowych. W przypadku wielokrotnych impulsów laserowych, czasy trwania wielokrotnych impulsów należących do przedziału T_{min} wymienione w tabeli 2.6 należy dodać, a będącą wynikiem wartość czasu należy podstawić w miejsce t we wzorze: $5,6 \cdot 10^{-3} \cdot t^{0,25}$.

Tabela 2.3.

Wartości graniczne ekspozycji oka na promieniowanie laserowe.— Długi czas trwania ekspozycji ≥ 10 s

Długość fali ^a [nm]	Apertura	Czas trwania [s]	
		$10^1 - 10^2$	$10^3 - 10^4$
UVC			
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			$H = 400 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$
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			$H = 10^4 \text{ [J m}^{-2}\text{]}$
315 - 400			
UVA			
400 - 600			$E = 1 C_B \text{ [W m}^{-2}\text{]}; \gamma = 1,1 \text{ t}^{0,5} \text{ mrad}^d$
Fotocenne b			
uszkodzenie siatkówki			
400 - 700			
Termiczne b			
uszkodzenie siatkówki			
700 - 1 400			
IRA			
1 400 - 10 ⁶			
IRB i IRC			

^a Jeżeli dla danej długości fali promieniowania laserowego lub dla innej jego właściwości istnieją dwie wartości graniczne, stosuje się wartość graniczną bardziej restrykcyjną.
^b Dla małych źródeł, których kąt widzenia wynosi co najwyżej 1,5 mrad, podwójne wartości graniczne ekspozycji E od 400 nm do 600 nm, w zakresie widzialnym, ograniczają się do termicznych wartości granicznych dla 10 s $\leq t < T_1$ oraz do fototermicznych wartości granicznych dla dłuższych czasów. Dla określenia T_1 i T_2 patrz: tabela 2.5. Zagrożenie fototermiczne siatkówki oka może być wyrażone również poprzez zintegrowaną luminancję energetyczną $G = 10^6 C_B \text{ [J m}^{-2} \text{ sr}^{-1}\text{]}$ dla $t > 10\ 000$ s. Przy pomiarze G i L należy zastosować jako uśrednione pole widzenia. Oficjalna granica pomiędzy promieniowaniem widzialnym a podczerwonym wynosi 780 nm, jak określa CIE. Kolumna zawierająca nazwy zakresów długości fali ma jedynie zapewnić użytkownikowi lepszy ogólny przegląd. Symbol G używany jest przez CEN; symbol L używany jest przez IEC i CENELEC.
^c Dla długości fali 1 400 - 10⁶ nm: średnica apertury = 3,5 mm; dla długości fali 10⁵ - 10⁶ nm: średnica apertury = 11 mm.
^d Dla pomiaru wartości ekspozycji, uwzględnienie γ określone jest w następujący sposób: jeżeli α kąt widzenia źródła $> \gamma$ stożkowy kąt ograniczający pomiarowe pole widzenia, wskazany w odpowiedniej kolumnie, to pomiarowe pole widzenia γ_m powinno przyjmować wartość γ . Przy użyciu większego pomiarowego pola widzenia, zagrożenie byłoby przeceniane. Jeżeli $\alpha < \gamma$ to pomiarowe pole widzenia γ_m musi być wystarczająco duże, by całkowicie obejmować źródło, ale nie jest ograniczone w żaden inny sposób i może być większe niż γ .

Tabela 2.4.

Wartości graniczne ekspozycji skóry na promieniowanie laserowe

Długość fali ^a [nm]		Apertura	Czas trwania [s]						
			$< 10^{-9}$	$10^{-9} - 10^{-7}$	$10^{-7} - 10^{-3}$	$10^{-3} - 10^1$	$10^1 - 10^3$	$10^3 - 3 \cdot 10^4$	
UV A, B, C	180 - 400	3, 5 mm	$E = 3 \cdot 10^{-10} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	Takie same jak wartości graniczne ekspozycji oka					
Widzialne i IR A	400 - 700	3, 5 mm	$E = 2 \cdot 10^{-11} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	$H = 200 C_A$ [J m ⁻²]	$H = 1,1 \cdot 10^{-4} C_A t^{0,25}$ [J m ⁻²]	$E = 2 \cdot 10^3 C_A \text{ [W m}^{-2}\text{]}$			
	700 - 1 400		$E = 2 \cdot 10^{-11} C_A \text{ [W m}^{-2}\text{]}$						
IR B i IR C	1 400 - 1 500		$E = 10^{-12} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$						
	1 500 - 1 800		$E = 10^{-13} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$						
	1 800 - 2 600		$E = 10^{-12} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$						
	2 600 - 10 ⁶		$E = 10^{-11} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$						
			Takie same jak wartości graniczne ekspozycji oka						

a Jeżeli dla danej długości fali promieniowania laserowego lub dla innej jego właściwości istnieją dwie wartości graniczne, stosuje się wartość graniczną bardziej restrykcyjną.

Tabela 2.5.

Stosowane współczynniki korekcyjne i inne parametry obliczeniowe

Parametr wg wykazu ICNIRP	Obowiązujący zakres widmowy (nm)	Wartość
C_A	$\lambda < 700$	$C_A = 1,0$
	700 — 1 050	$C_A = 10^{0,002(\lambda - 700)}$
	1 050 — 1 400	$C_A = 5,0$
C_B	400 — 450	$C_B = 1,0$
	450 — 700	$C_B = 10^{0,02(\lambda - 450)}$
C_C	700 — 1 150	$C_C = 1,0$
	1 150 — 1 200	$C_C = 10^{0,018(\lambda - 1 150)}$
	1 200 — 1 400	$C_C = 8,0$
T_1	$\lambda < 450$	$T_1 = 10 \text{ s}$
	450 — 500	$T_1 = 10 \cdot [10^{0,02(\lambda - 450)}] \text{ s}$
	$\lambda > 500$	$T_1 = 100 \text{ s}$
Parametr wg wykazu ICNIRP	Obowiązujące dla skutków biologicznych	Wartość
$a_{\min}$	wszystkie skutki termiczne	$a_{\min} = 1,5 \text{ mrad}$
Parametr wg wykazu ICNIRP	Obowiązujący zakres kątowy (mrad)	Wartość
C_E	$\alpha < a_{\min}$	$C_E = 1,0$
	$a_{\min} < \alpha < 100$	$C_E = \alpha/a_{\min}$
	$\alpha > 100$	$C_E = \alpha^2/(a_{\min} \cdot a_{\max}) \text{ mrad}$ gdzie $a_{\max} = 100 \text{ mrad}$
T_2	$\alpha < 1,5$	$T_2 = 10 \text{ s}$
	$1,5 < \alpha < 100$	$T_2 = 10 \cdot [10^{(\alpha - 1,5) / 98,5}] \text{ s}$
	$\alpha > 100$	$T_2 = 100 \text{ s}$

Parametr wg wykazu ICNIRP	Obowiązujący zakres czasu ekspozycji (s)	Wartość
γ	$t \leq 100$	$\gamma = 11$ [mrad]
	$100 < t < 10^4$	$\gamma = 1,1 t^{0,5}$ [mrad]
	$t > 10^4$	$\gamma = 110$ [mrad]

Tabela 2.6.

Korekta dla ekspozycji powtarzalnych

W przypadku wszystkich ekspozycji powtarzalnych pochodzących z aparatury laserowej emitującej impulsy powtarzalne lub skanującej powinno zastosować się każdą spośród następujących trzech zasad ogólnych:

- 1) ekspozycja na jakikolwiek pojedynczy impuls w obrębie ciągu impulsów nie może przekraczać wartości granicznych ekspozycji dla pojedynczego impulsu o tym czasie trwania impulsu;
- 2) ekspozycja na jakikolwiek grupę impulsów (lub podgrupę impulsów w ciągu impulsów) dostarczonych w czasie t nie może przekraczać wartości granicznej ekspozycji dla czasu t ;
- 3) ekspozycja na jakikolwiek pojedynczy impuls w obrębie grupy impulsów nie może przekraczać wartości granicznej ekspozycji dla pojedynczego impulsu pomnożonej przez skumulowany termiczny współczynnik korekcyjny $C_p = N^{-0,25}$, gdzie N oznacza liczbę impulsów. Zasada ta ma zastosowanie jedynie do wartości granicznych ekspozycji mających na celu ochronę przed uszkodzeniem termicznym, w przypadku gdy wszystkie impulsy dostarczone w czasie mniejszym niż $T_{\min}$ traktowane są jako pojedynczy impuls.

Parametr	Obowiązujący zakres widmowy (nm)	Wartość
$T_{\min}$	$315 < \lambda \leq 400$	$T_{\min} = 10^{-9}$ 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)

OŚWIADCZENIE RADY

Oświadczenie Rady w sprawie używania określenia „penalties” w angielskiej wersji instrumentów prawnych Wspólnoty Europejskiej

Zdaniem Rady, gdy wyraz „penalties” jest używany w angielskiej wersji instrumentów prawnych Wspólnoty Europejskiej, występuje on w znaczeniu neutralnym i nie odnosi się konkretnie do sankcji przewidzianych prawem karnym, ale może obejmować także sankcje administracyjne i finansowe oraz inne rodzaje sankcji. Gdy Państwa Członkowskie zobowiązane są na mocy aktu wspólnotowego do wprowadzenia „penalties”, do nich samych należy wybór odpowiedniego rodzaju sankcji zgodnie z orzecznictwem Trybunału Sprawiedliwości Wspólnot Europejskich.

W językowej bazie danych Wspólnoty wyraz „penalties” jest następująco tłumaczony na inne języki:

po czesku „sankce”, po hiszpańsku „sanciones”, po duńsku „sanktioner”, po niemiecku „Sanktionen”, po estońsku „sanktsioonid”, po francusku „sanctions”, po grecku „κυρώσεις”, po węgiersku „jogkövetkezmények”, po włosku „sanzioni”, po łotewsku „sankcijas”, po litewsku „sankcijos”, po maltańsku „penali”, po niderlandzku „sancties”, po polsku „sankcje”, po portugalsku „sanções”, po słoweńsku „kazni”, po słowacku „sankcie”, po fińsku „seuraamukset” i po szwedzku „sanktioner”.

Jeżeli w zmienionych angielskich wersjach instrumentów prawnych uprzednio używane określenie „sanctions” zostało zastąpione wyrazem „penalties”, nie stanowi to różnicy merytorycznej.

Komisja Europejska

**Niewiążący przewodnik dobrej praktyki wdrażania dyrektywy 2006/25/WE
(Sztuczne promieniowanie optyczne)**

Luksemburg: Urząd Publikacji Unii Europejskiej

2011 — 149 str. — 21 cm x 29,7 cm

ISBN 978-92-79-19816-8

doi:10.2767/31393

Źródła sztucznego promieniowania optycznego znajdują się w większości miejsc pracy – dyrektywa 2006/25/WE określa minimalne wymagania w zakresie zdrowia i bezpieczeństwa dotyczące narażenia pracowników na działanie tych źródeł. Niewiążące wytyczne Komisji Europejskiej dotyczące dobrych praktyk we wdrażaniu dyrektywy 2006/25/WE precyzyjnie określają zastosowania stwarzające minimalne zagrożenie oraz przedstawiają zalecenia w odniesieniu do innych zastosowań. Wytyczne te zawierają metodologię oceny i opisują środki mające na celu ograniczanie ryzyka i wykrywanie niekorzystnych skutków zdrowotnych.

Publikacja ta jest dostępna w wersji drukowanej w języku angielskim, francuskim i niemieckim oraz w formacie elektronicznym we wszystkich pozostałych językach urzędowych UE. Jest także dostępna płyta CD zawierająca 22 wersje językowe (numer katalogowy: KE-32-11-704-1X-Z, ISBN 978-92-79-19829-8).

JAK OTRZYMAĆ PUBLIKACJE UE

Publikacje bezpłatne:

- w EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>)
- w przedstawicielstwach i delegaturach Unii Europejskiej (dane kontaktowe można uzyskać pod adresem <http://ec.europa.eu> lub wysyłając faks pod numer +352 2929-42758)

Publikacje płatne:

- w EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>)

Płatne subskrypcje (np. *Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej*, zbiory orzeczeń Trybunału Sprawiedliwości Unii Europejskiej):

- u dystrybutorów Urzędu Publikacji Unii Europejskiej
(http://publications.europa.eu/others/agents/index_pl.htm)

Publikacje Dyrekcji Generalnej ds. Zatrudnienia, Spraw Społecznych
i Włączenia Społecznego można pobrać lub bezpłatnie
zaprenumerować na stronie:

<http://ec.europa.eu/social/publications>

Ponadto można zaprenumerować bezpłatny biuletyn Komisji Europejskiej
zatytułowany „Europa Socjalna” na stronie:

<http://ec.europa.eu/social/e-newsletter>

<http://ec.europa.eu/social>



www.facebook.com/socialeurope



Urząd Publikacji

ISBN 978-92-79-19816-8



9 789279 198168