

# Μη δεσμευτικός οδηγός ορθής πρακτικής για την εφαρμογή της οδηγίας 2006/25/EK «Τεχνητή οπτική ακτινοβολία»



Η παρούσα έκδοση υποστηρίζεται από το πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την απασχόληση και την κοινωνική αλληλεγγύη — Progress (2007–2013).

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εφαρμόζει το πρόγραμμα, το οποίο θεσπίστηκε για να χρηματοδοτήσει την υλοποίηση των στόχων της Ευρωπαϊκής Ένωσης στους τομείς της απασχόλησης, των κοινωνικών υποθέσεων και των ίσων ευκαιριών. Το πρόγραμμα συμβάλλει επίσης στην επίτευξη των στόχων της στρατηγικής «Ευρώπη 2020» στους τομείς αυτούς.

Το επταετές πρόγραμμα απευθύνεται σε όλους τους φορείς που μπορούν να βοηθήσουν στην ανάπτυξη κατάλληλης και αποτελεσματικής νομοθεσίας και πολιτικής στον τομέα της απασχόλησης και στον κοινωνικό τομέα, στην ΕΕ των 27, τις χώρες ΕΖΕΣ-ΕΟΧ και τις υποψήφιες και τις δυνάμει υποψήφιες χώρες για προσχώρηση στην ΕΕ.

Για περισσότερες πληροφορίες βλ.: <http://ec.europa.eu/progress>

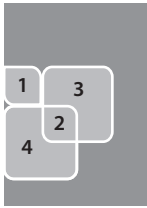
Μη δεσμευτικός οδηγός ορθής πρακτικής  
για την εφαρμογή της οδηγίας 2006/25/ΕΚ  
«Τεχνητή οπτική ακτινοβολία»

Ευρωπαϊκή Επιτροπή

Γενική Διεύθυνση Απασχόλησης, Κοινωνικών Υποθέσεων και Ένταξης  
Μονάδα Β.3

Το χειρόγραφο ολοκληρώθηκε τον Ιούνιο του 2010.

Δεν είναι υπεύθυνη ούτε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ούτε κάποιο άτομο που ενεργεί εκ μέρους της Επιτροπής για την ενδεχόμενη χρήση των πληροφοριών που περιλαμβάνονται στην έκδοση αυτή.



© Φωτογραφίες εξωφύλλου: 1, 3, 4: Ευρωπαϊκή Ένωση  
Φωτογραφία 2: Istock

Για τυχόν χρήση ή αναπαραγωγή φωτογραφιών που δεν καλύπτονται από το δικαίωμα πνευματικής ιδιοκτησίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης, πρέπει να χορηγηθεί άδεια απευθείας από τον/τους κάτοχο/-ους του δικαιώματος πνευματικής ιδιοκτησίας.

Η Άμεση Ευρώπη είναι μια υπηρεσία που σας βοηθά να βρείτε απαντήσεις στα ερωτήματά σας για την Ευρωπαϊκή Ένωση

Αριθμός δωρεάν τηλεφωνικής κλήσης (\*):  
**00 800 6 7 8 9 10 11**

(\* Ορισμένες εταιρείες κινητής τηλεφωνίας δεν επιτρέπουν την πρόσβαση στους αριθμούς 00 800 ή μπορεί να χρεώνουν την κλήση.

Περισσότερες πληροφορίες για την Ευρωπαϊκή Ένωση παρέχονται από το διαδίκτυο (<http://europa.eu>).

Δελτίο καταλογογράφησης καθώς και περίληψη υπάρχουν στο τέλος του τεύχους.

Λουξεμβούργο: Υπηρεσία Εκδόσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2011

ISBN 978-92-79-19806-9

doi:10.2767/30096

© Ευρωπαϊκή Ένωση, 2011

Επιτρέπεται η αναπαραγωγή με αναφορά της πηγής.

# Περιεχόμενα

---

1.	Εισαγωγή .....	7
1.1.	Πώς χρησιμοποιείται ο παρών οδηγός .....	7
1.2.	Σχέση με την οδηγία 2006/25/EK .....	9
1.3.	Πεδίο εφαρμογής του οδηγού .....	10
1.4.	Ισχύουσες διατάξεις και πρόσθετες πληροφορίες .....	10
1.5.	Επίσημα και ανεπίσημα κέντρα παροχής συμβουλών .....	10
2.	Πηγές τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας .....	11
2.1.	Πηγές ασύμφωνης ακτινοβολίας .....	11
2.1.1.	Εργασιακές δραστηριότητες .....	11
2.1.2.	Εφαρμογές .....	12
2.2.	Πηγές ακτινοβολίας λέιζερ .....	13
2.3.	Ασήμαντες πηγές .....	14
3.	Συνέπειες για την υγεία από την έκθεση σε οπτική ακτινοβολία .....	16
4.	Απαιτήσεις της οδηγίας για την τεχνητή οπτική ακτινοβολία .....	17
4.1.	Άρθρο 4 — Προσδιορισμός της έκθεσης και αξιολόγηση κινδύνων .....	17
4.2.	Άρθρο 5 — Διατάξεις που αποσκοπούν στην αποφυγή ή τη μείωση των κινδύνων .....	18
4.3.	Άρθρο 6 — Ενημέρωση και κατάρτιση των εργαζομένων .....	19
4.4.	Άρθρο 7 — Διαβουλεύσεις και συμμετοχή των εργαζομένων .....	19
4.5.	Άρθρο 8 — Επίβλεψη της υγείας .....	19
4.6.	Σύνοψη .....	19
5.	Χρήση των ορίων έκθεσης .....	20
5.1.	ΟΤΕ των λέιζερ .....	20
5.2.	Ασύμφωνη οπτική ακτινοβολία .....	22
5.3.	Παραπομπές .....	24
6.	Αξιολόγηση κινδύνων στο πλαίσιο της οδηγίας .....	25
6.1.	Στάδιο 1. Προσδιορισμός των κινδύνων και των ατόμων που κινδυνεύουν .....	25
6.2.	Στάδιο 2. Αξιολόγηση και ιεράρχηση των κινδύνων .....	26
6.3.	Στάδιο 3. Καθορισμός των προληπτικών μέτρων .....	26
6.4.	Στάδιο 4. Ανάλυση δράσης .....	27
6.5.	Στάδιο 5. Παρακολούθηση και αναθεώρηση .....	27
6.6.	Παραπομπές .....	27
7.	Μέτρηση της οπτικής ακτινοβολίας .....	28
7.1.	Απαιτήσεις βάσει της οδηγίας .....	28
7.2.	Αναζήτηση περαιτέρω υποστήριξης .....	28
8.	Χρήση των δεδομένων των κατασκευαστών .....	29
8.1.	Ταξινόμηση ασφαλείας .....	29
8.1.1.	Ταξινόμηση ασφαλείας των λέιζερ .....	29
8.1.2.	Ταξινόμηση ασφαλείας για ασύμφωνες πηγές .....	32
8.1.3.	Ταξινόμηση ασφαλείας των μηχανημάτων .....	33
8.2.	Πληροφορίες για την απόσταση κινδύνου και τις τιμές κινδύνου .....	34
8.2.1.	Λείζερ — Ονομαστική ζώνη κινδύνου για τα μάτια .....	34
8.2.2.	Ευρυζωνικές πηγές — Απόσταση κινδύνου και τιμή κινδύνου .....	34
8.3.	Περαιτέρω χρήσιμες πληροφορίες .....	35

9.	Μέτρα ελέγχου .....	36
9.1.	Ιεράρχηση των μέτρων ελέγχου .....	36
9.2.	Εξάλειψη του κινδύνου .....	37
9.3.	Αντικατάσταση από λιγότερο επικίνδυνη διαδικασία ή εξοπλισμό .....	37
9.4.	Μηχανικά μέσα ελέγχου .....	37
9.4.1.	Πρόληψη της πρόσβασης .....	37
9.4.2.	Προστασία περιορίζοντας τη λειτουργία .....	37
9.4.3.	Διακόπτες έκτακτης ανάγκης .....	38
9.4.4.	Διακόπτες μανδάλωσης (interlocks) .....	38
9.4.5.	Φίλτρα και παράθυρα παρατήρησης .....	38
9.4.6.	Βοηθήματα ευθυγράμμισης .....	39
9.5.	Διοικητικά μέτρα .....	39
9.5.1.	Τοπικοί κανόνες .....	40
9.5.2.	Ελεγχόμενη ζώνη .....	40
9.5.3.	Σήματα και οδηγιές ασφαλείας .....	40
9.5.4.	Διορισμοί .....	41
9.5.5.	Κατάρτιση και διαβούλευση .....	41
9.5.5.1.	Κατάρτιση .....	41
9.5.5.2.	Διαβούλευση .....	42
9.6.	Μέσα ατομικής προστασίας .....	43
9.6.1.	Μέτρα προστασίας από άλλους κινδύνους .....	44
9.6.2.	Προστασία των ματιών .....	44
9.6.3.	Προστασία του δέρματος .....	45
9.7.	Περαιτέρω χρήσιμες πληροφορίες .....	45
9.7.1.	Βασικά πρότυπα .....	45
9.7.2.	Πρότυπα ανά τύπο προϊόντος .....	45
9.7.3.	Συγκόλληση .....	45
9.7.4.	Λείζερ .....	45
9.7.5.	Έντονες πηγές φωτός .....	46
10.	Διαχείριση δυσμενών συμβάντων .....	47
11.	Επίβλεψη της υγείας .....	48
11.1.	Ποιος πρέπει να πραγματοποιεί την επίβλεψη της υγείας; .....	48
11.2.	Φάκελοι .....	48
11.3.	Ιατρικές εξετάσεις .....	48
11.4.	Ενέργειες σε περίπτωση υπέρβασης του ορίου έκθεσης .....	48
	Προσάρτημα Α — Φύση της οπτικής ακτινοβολίας .....	51
	Προσάρτημα Β — Βιολογικές επιδράσεις της οπτικής ακτινοβολίας στα μάτια και το δέρμα .....	52
B.1.	Το μάτι .....	52
B.2.	Το δέρμα .....	52
B.3.	Βιολογικές επιδράσεις διαφορετικών μηκών κύματος στα μάτια και το δέρμα .....	53
B.3.1.	Υπεριώδης ακτινοβολία: UVC (100–280 nm)· UVB (280–315 nm)· UVA (315–400 nm) .....	53
B.3.2.	Ορατή ακτινοβολία .....	54
B.3.3.	IRA .....	55
B.3.4.	IRB .....	55
B.3.5.	IRC .....	55
	Προσάρτημα Γ — Μεγέθη και μονάδες της τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας .....	56
Γ.1.	Θεμελιώδη μεγέθη .....	56
Γ.1.1.	Μήκος κύματος .....	56
Γ.1.2.	Ενέργεια .....	56

Γ.1.3.	Άλλα χρήσιμα μεγέθη .....	56
Γ.1.4.	Ποσότητες που χρησιμοποιούνται στα όρια έκθεσης .....	57
Γ.1.5.	Φασματικά μεγέθη και ευρυζωνικά μεγέθη .....	57
Γ.1.6.	Ραδιομετρικά μεγέθη και ενεργά μεγέθη .....	57
Γ.1.7.	Φωτεινότητα .....	58
<b>Προσάρτημα Δ — Ενδεικτικά παραδείγματα .....</b>		<b>59</b>
Δ.1.	Γραφείο .....	59
Δ.1.1.	Εξήγηση γενικής μεθόδου .....	59
Δ.1.2.	Μορφή των παραδειγμάτων .....	65
Δ.1.3.	Λαμπτήρες φθορισμού οροφής με σκεδαστήρα .....	65
Δ.1.4.	Μονός λαμπτήρας φθορισμού οροφής χωρίς σκεδαστήρα .....	66
Δ.1.5.	Σειρά λαμπτήρων φθορισμού οροφής χωρίς σκεδαστήρα .....	67
Δ.1.6.	Μονάδα οπτικής απεικόνισης καθοδικού σωλήνα .....	68
Δ.1.7.	Οθόνη φορητού υπολογιστή .....	69
Δ.1.8.	Προβολέας εξωτερικού χώρου με ενσωματωμένο λαμπτήρα αλογονιδίων μετάλλων .....	70
Δ.1.9.	Προβολέας εξωτερικού χώρου με ενσωματωμένο λαμπτήρα φθορισμού μικρών διαστάσεων .....	72
Δ.1.10.	Ηλεκτρονικό εντομοκτόνο .....	73
Δ.1.11.	Προβολέας οροφής .....	74
Δ.1.12.	Φωτιστικό γραφείου .....	75
Δ.1.13.	Φωτιστικό γραφείου «φάσματος φωτός ημέρας» .....	76
Δ.1.14.	Φωτοτυπικό μηχάνημα .....	77
Δ.1.15.	Επιτραπέζιος ψηφιακός προβολέας δεδομένων .....	78
Δ.1.16.	Φορητός ψηφιακός προβολέας δεδομένων .....	80
Δ.1.17.	Ψηφιακός διαδραστικός πίνακας .....	81
Δ.1.18.	Χωνευτός λαμπτήρας φθορισμού οροφής μικρών διαστάσεων .....	82
Δ.1.19.	Ενδεικτική λυχνία LED .....	83
Δ.1.20.	Προσωπικός ψηφιακός βοηθός (PDA) .....	84
Δ.1.21.	Λαμπτήρας blacklight UVA .....	85
Δ.1.22.	Φωτιστικό δρόμου με λαμπτήρα αλογονιδίων μετάλλων .....	86
Δ.1.23.	Σύνοψη δεδομένων από τα παραδείγματα .....	87
Δ.2.	Θέαμα με λείζερ .....	88
Δ.2.1.	Κίνδυνοι και ομάδες κινδύνου .....	88
Δ.2.2.	Αξιολόγηση και ιεράρχηση των κινδύνων .....	89
Δ.2.3.	Καθορισμός προληπτικών μέτρων και ανάληψη δράσης .....	89
Δ.2.4.	Παρακολούθηση και αναθεώρηση .....	90
Δ.2.5.	Συμπέρασμα .....	90
Δ.3.	Ιατρικές εφαρμογές της οπτικής ακτινοβολίας .....	90
Δ.3.1.	Φωτισμός εργασίας .....	91
Δ.3.2.	Φωτισμός διάγνωσης .....	92
Δ.3.3.	Θεραπευτικές πηγές .....	93
Δ.3.4.	Εξειδικευμένες πηγές δοκιμών .....	96
Δ.4.	Οδήγηση κατά την εργασία .....	97
Δ.5.	Στρατιωτικές εφαρμογές .....	100
Δ.6.	Εναέριοι θερμαντήρες ακτινοβολίας που λειτουργούν με αέριο .....	100
Δ.7.	Λείζερ επεξεργασίας υλικών .....	102
Δ.7.1.	Προσδιορισμός των κινδύνων και των ατόμων που κινδυνεύουν .....	102
Δ.7.2.	Αξιολόγηση και ιεράρχηση των κινδύνων .....	102
Δ.7.3.	Καθορισμός των προληπτικών μέτρων .....	102

Δ.8.	Βιομηχανίες θερμής επεξεργασίας	103
Δ.8.1.	Επεξεργασία χάλυβα	103
Δ.8.2.	Υαλουργεία	103
Δ.8.3.	Περαιτέρω πληροφορίες	104
Δ.9.	Φωτογραφία με φλας	104
Προσάρτημα Ε — Απαιτήσεις άλλων ευρωπαϊκών οδηγιών		106
Προσάρτημα ΣΤ — Εθνικοί κανονισμοί των κρατών μελών της ΕΕ που μεταφέρουν την οδηγία 2006/25/ΕΚ (έως τις 10 Δεκεμβρίου 2010) και κατευθυντήριες γραμμές		109
Προσάρτημα Ζ — Ευρωπαϊκά και διεθνή πρότυπα		115
Z.1.	Ευρωπαϊκά πρότυπα	115
Z.2.	Ευρωπαϊκές κατευθυντήριες γραμμές	117
Z.3.	Έγγραφα ISO, IEC και CIE	117
Προσάρτημα Η — Φωτοευαισθησία		119
H.1.	Τι είναι η φωτοευαισθησία;	119
H.2.	Εργασιακές παράμετροι και μη	119
H.3.	Τι πρέπει να κάνετε ως εργοδότες;	119
H.4.	Τι να κάνετε εάν η εργασία σας συνεπάγεται έκθεση σε πηγές τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας σε συνδυασμό με φωτοευαισθητοποιούς ουσίες;	120
Προσάρτημα Θ — Πηγές		121
Θ.1.	Διαδίκτυο	121
Θ.2.	Συμβουλευτικές/Ρυθμιστικές	121
Θ.3.	Πρότυπα	122
Θ.4.	Ενώσεις/Κατάλογος ιστοσελίδων	122
Θ.5.	Περιοδικά	123
Θ.6.	CD, DVD και άλλες πηγές	123
Προσάρτημα Ι — Γλωσσάριο		124
Προσάρτημα ΙΑ — Βιβλιογραφία		127
ΙΑ.1.	Ιστορία των λέιζερ	127
ΙΑ.2.	Ιατρικά λέιζερ	127
ΙΑ.3.	Ασφάλεια των λέιζερ και της οπτικής ακτινοβολίας	127
ΙΑ.4.	Τεχνολογία και ιστορία των λέιζερ	127
ΙΑ.5.	Κατευθυντήριες γραμμές και δηλώσεις	127
Προσάρτημα ΙΒ — Οδηγία 2006/25/ΕΚ		129



# 1. Εισαγωγή

---

Η οδηγία 2006/25/EK (αναφερόμενη ως η οδηγία) καλύπτει όλες τις τεχνητές πηγές οπτικής ακτινοβολίας. Οι περισσότερες από τις απαιτήσεις της οδηγίας είναι παρόμοιες με υφιστάμενες απαιτήσεις, για παράδειγμα, της οδηγίας-πλαισίου 89/391/EOK. Συνεπώς, η οδηγία δεν θα πρέπει να επιβαρύνει τους εργοδότες περισσότερο από ό,τι απαιτείται ήδη από άλλες οδηγίες. Ωστόσο, δεδομένου ότι η οδηγία είναι σε μεγάλο βαθμό συνολική, θα πρέπει να προσδιοριστούν οι εφαρμογές της τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας, οι οποίες είναι τόσο ασήμαντες σε σχέση με την υγεία ώστε δεν απαιτείται περαιτέρω αξιολόγηση. Ο σκοπός του παρόντος οδηγού είναι να αναφέρει ενδεικτικά αυτές τις ασήμαντες εφαρμογές ώστε να παράσχει κατευθύνσεις για μια σειρά άλλων ειδικών εφαρμογών, να παρουσιάσει μια μεθοδολογία αξιολόγησης και, σε ορισμένες περιπτώσεις, να υποδείξει ότι θα πρέπει να αναζητηθεί περαιτέρω βοήθεια.

Ορισμένοι κλάδοι έχουν αναπτύξει κατευθύνσεις που καλύπτουν συγκεκριμένες εφαρμογές της οπτικής ακτινοβολίας και γίνονται αναφορές σε αυτές τις πηγές πληροφόρησης.

Η τεχνητή οπτική ακτινοβολία καλύπτει ένα πολύ ευρύ φάσμα πηγών στις οποίες μπορεί να εκτεθούν οι εργαζόμενοι τόσο στον χώρο εργασίας όσο και αλλού. Οι πηγές αυτές περιλαμβάνουν τον φωτισμό χώρου και εργασίας, τις διατάξεις ένδειξης, πολλές οθόνες και άλλες παρόμοιες πηγές οι οποίες είναι απαραίτητες για την ευεξία των εργαζομένων. Συνεπώς, δεν είναι λογικό να υιοθετηθεί παρόμοια προσέγγιση για πολλούς άλλους κινδύνους ελαχιστοποιώντας απαραίτητως τον κίνδυνο της τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας. Κάτι τέτοιο μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο από άλλες δραστηριότητες στον χώρο εργασίας. Ένα απλό παράδειγμα είναι ότι το κλείσιμο των φώτων σε ένα γραφείο μπορεί να προκαλέσει συσκότιση σε όλους.

Μια σειρά από πηγές τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας χρησιμοποιείται στις διαδικασίες παραγωγής, για σκοπούς έρευνας και επικοινωνίας. Η οπτική ακτινοβολία μπορεί επίσης να είναι παρεμπόμπουσα, όπως στην περίπτωση κατά την οποία ένα υλικό έχει θερμανθεί και εκπέμπει ενέργεια οπτικής ακτινοβολίας.

Υπάρχουν ορισμένες εφαρμογές της τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας που απαιτούν την άμεση έκθεση των εργαζομένων σε επίπεδα που μπορεί να υπερβαίνουν τα όρια έκθεσης που αναφέρονται στην οδηγία. Σε αυτές περιλαμβάνονται κάποιες ψυχαγωγικές και ιατρικές εφαρμογές. Οι εφαρμογές αυτές θα πρέπει να υποβληθούν σε κριτική αξιολόγηση προκειμένου να διαπιστωθεί ότι δεν γίνεται υπέρβαση των ορίων έκθεσης.

Η τεχνητή οπτική ακτινοβολία διαχωρίζεται στην οδηγία σε ακτινοβολία λέιζερ και ασύμφωνη ακτινοβολία. Ο διαχωρισμός αυτός χρησιμοποιείται στον παρόντα οδηγό μόνο όταν παράγει σαφή οφέλη. Η παραδοσιακή αντίληψη είναι ότι η ακτινοβολία λέιζερ υπάρχει ως μια δέσμη ενός μήκους κύματος. Ένας εργαζόμενος μπορεί να βρίσκεται πολύ κοντά στην πορεία της δέσμης, αλλά δεν υφίσταται δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία του. Ωστόσο, αν εισέλθει κατευθείαν μέσα στη δέσμη μπορεί να υπερβεί αμέσως το όριο έκθεσης. Στην ασύμφωνη ακτινοβολία, η οπτική ακτινοβολία είναι λιγότερο πιθανό να είναι μια καλά παραλληλισμένη δέσμη και το επίπεδο έκθεσης αυξάνεται όσο πλησιάζει κάποιος στην πηγή. Θα μπορούσε να προβληθεί ο ισχυρισμός ότι με μια δέσμη λέιζερ η πιθανότητα έκθεσης είναι χαμηλή αλλά οι συνέπειες μπορεί να είναι σοβαρές στις ασύμφωνες πηγές, η πιθανότητα έκθεσης μπορεί να είναι μεγάλη αλλά οι συνέπειες είναι λιγότερο σοβαρές. Αυτός ο κατεχοχόν διαχωρισμός γίνεται ολόένα και λιγότερο προφανής σε ορισμένες εξελισσόμενες τεχνολογίες οπτικής ακτινοβολίας.

Η οδηγία εγκρίθηκε βάσει του άρθρου 137 της συνθήκης περί ιδρύσεως της Ευρωπαϊκής Κοινότητας και το παρόν άρθρο δεν εμποδίζει ρητά τα κράτη μέλη να διατηρήσουν ή να θεσπίσουν αυστηρότερα προστατευτικά μέτρα τα οποία συμβιβάζονται με τη Συνθήκη.

## 1.1. Πώς χρησιμοποιείται ο παρών οδηγός

Τεχνητές οπτικές ακτινοβολίες υπάρχουν στους περισσότερους εργασιακούς χώρους. Πολλές εμφανίζουν μικρό ή μηδενικό κίνδυνο πρόκλησης τραυματισμού και ορισμένες επιτρέπουν την ασφαλή διεξαγωγή των εργασιακών δραστηριοτήτων.

Ο παρών οδηγός πρέπει να αναγνωστεί σε σχέση με την οδηγία 2006/25/ΕΚ (η οδηγία) και την οδηγία-πλαίσιο 89/391/ΕΟΚ.

Η οδηγία 2006/25/ΕΚ καθορίζει τις ελάχιστες απαιτήσεις ασφαλείας για την έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους που προκύπτουν από την τεχνητή οπτική ακτινοβολία. Το άρθρο 13 της εν λόγω οδηγίας ορίζει ότι η Επιτροπή

θα πρέπει να καταρτίσει έναν πρακτικό οδηγό για την οδηγία.

Ο οδηγός αποσκοπεί κυρίως στο να βοηθήσει τους εργοδότες και ειδικότερα τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις. Ωστόσο, μπορεί επίσης να είναι χρήσιμος για τους εκπροσώπους των εργαζομένων και τις ρυθμιστικές αρχές στα κράτη μέλη.

Ο οδηγός χωρίζεται σε τρεις ενότητες:

Όλοι οι εργοδότες πρέπει να διαβάσουν τις ενότητες 1 και 2 του παρόντος οδηγού.



Σε περίπτωση που το σύνολο των πηγών στον εργασιακό χώρο περιλαμβάνονται στον κατάλογο με τις ασήμαντες πηγές που αναφέρεται στην ενότητα 2.3, δεν υπάρχει ανάγκη να ληφθούν περαιτέρω μέτρα.

Σε περίπτωση που υπάρχουν πηγές οι οποίες δεν αναφέρονται στην ενότητα 2.3, η αξιολόγηση κινδύνων θα είναι πιο περίπλοκη. Οι εργοδότες θα πρέπει να λάβουν επίσης υπόψη τις ενότητες 3–9 του παρόντος οδηγού.



Αυτό αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για το αν θα πρέπει να προβούν σε αυτοαξιολόγηση ή να ζητήσουν εξωτερική βοήθεια.

Τα προσαρτήματα περιέχουν περαιτέρω πληροφορίες που μπορεί να είναι χρήσιμες για τους εργοδότες οι οποίοι διενεργούν οι ίδιοι αξιολογήσεις κινδύνων.

Τα στοιχεία που παρέχουν οι κατασκευαστές των προϊόντων μπορεί να βοηθήσουν τους εργοδότες στη διενέργεια αξιολόγησης κινδύνων. Ειδικότερα, ορισμένα είδη πηγών τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας πρέπει να ταξινομηθούν ώστε να παρέχουν μια ένδειξη του κινδύνου από την προσβάσιμη οπτική ακτινοβολία. Υποστηρίζεται ότι οι εργοδότες θα πρέπει να ζητούν κατάλληλες πληροφορίες από τους προμηθευτές των πηγών τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας. Πολλά προϊόντα θα υπόκεινται στις απαιτήσεις των οδηγιών της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, για παράδειγμα όσον αφορά τη σήμανση CE, ενώ ειδική αναφορά στο θέμα αυτό γίνεται στην παράγραφο 12 του προοιμίου της οδηγίας (βλ. προσάρτημα ΙΒ). Το κεφάλαιο

8 του παρόντος οδηγού παρέχει κατευθύνσεις σχετικά με τη χρήση των στοιχείων των κατασκευαστών.

Όλοι οι εργαζόμενοι είναι εκτεθειμένοι στην τεχνητή οπτική ακτινοβολία. Παραδείγματα πηγών παρέχονται στο κεφάλαιο 2. Μια από τις προκλήσεις είναι να διασφαλιστεί ότι οι πηγές που ενδέχεται να παρουσιάζουν κίνδυνο έκθεσης των εργαζομένων σε επίπεδα που υπερβαίνουν τις οριακές τιμές έκθεσης έχουν εκτιμηθεί σωστά, χωρίς να πρέπει να εκτιμηθεί η πλειονότητα των πηγών που δεν παρουσιάζουν κίνδυνο υπό ευλόγως προβλέψιμες συνθήκες, των λεγόμενων «ασήμαντων» πηγών.

Ο παρών οδηγός έχει ως στόχο να κατευθύνει τους χρήστες σε μια λογική αξιολόγηση του κινδύνου έκθεσης των εργαζομένων στην τεχνητή οπτική ακτινοβολία:

Αν οι μόνες πηγές έκθεσης στην τεχνητή οπτική ακτινοβολία είναι ασήμαντες, δεν απαιτείται η λήψη περαιτέρω ενεργειών. Ορισμένοι εργοδότες μπορεί να επιθυμούν να καταγράψουν ότι αναθεώρησαν τις πηγές και κατέληξαν σε αυτό το συμπέρασμα.

Αν οι πηγές δεν είναι ασήμαντες ή ο κίνδυνος είναι άγνωστος, οι εργοδότες θα πρέπει να εφαρμόσουν μια διαδικασία για την αξιολόγηση κινδύνων και να λάβουν τα κατάλληλα μέτρα ελέγχου, εάν είναι απαραίτητα.

Το κεφάλαιο 3 του παρόντος οδηγού περιγράφει τις πιθανές επιπτώσεις στην υγεία.

Το κεφάλαιο 4 περιγράφει τις απαιτήσεις της οδηγίας και οι οριακές τιμές έκθεσης παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 5. Αυτά τα δύο κεφάλαια καλύπτουν, επομένως, τις νομικές απαιτήσεις.

Στο κεφάλαιο 6 παρατίθεται μια προτεινόμενη μεθοδολογία για τη διενέργεια της αξιολόγησης κινδύνων. Είναι πιθανό το συμπέρασμα που θα προκύψει να είναι ότι δεν υπάρχει κίνδυνος, οπότε η διαδικασία σταματάει στο σημείο αυτό.

Όταν υπάρχουν ανεπαρκή στοιχεία για τη διενέργεια της αξιολόγησης κινδύνων, ενδέχεται να χρειαστεί να πραγματοποιηθούν μετρήσεις (κεφάλαιο 7) ή να χρησιμοποιηθούν τα στοιχεία του κατασκευαστή (κεφάλαιο 8).

Το κεφάλαιο 9 καλύπτει τα μέτρα ελέγχου, στις περιπτώσεις που είναι αναγκαίο να μειωθεί ο κίνδυνος.

Εάν κάποιος εκτεθεί σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία σε επίπεδα που υπερβαίνουν τις οριακές τιμές έκθεσης, το κεφάλαιο 10 καλύπτει τα σχέδια έκτακτης ανάγκης και το κεφάλαιο 11 καλύπτει θέματα ιατρικής επίβλεψης.

Τα προσαρτήματα παρέχουν περαιτέρω πληροφορίες για τους εργοδότες και άλλα μέρη τα οποία μπορεί να συμμετέχουν στη διαδικασία αξιολόγησης κινδύνων:

A — Φύση της οπτικής ακτινοβολίας

B — Βιολογικές επιδράσεις της οπτικής ακτινοβολίας στα μάτια και το δέρμα

Γ — Μεγέθη και μονάδες τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας

Δ — Ενδεικτικά παραδείγματα. Ορισμένα από τα παραδείγματα στο παρόν προσάρτημα παρέχουν τους λόγους για τους οποίους συγκεκριμένες πηγές μπορούν να θεωρηθούν ως ασήμαντες

E — Απαιτήσεις άλλων ευρωπαϊκών οδηγιών

ΣΤ — Υφιστάμενη νομοθεσία και κατευθύνσεις των κρατών μελών

Z — Ευρωπαϊκά και διεθνή πρότυπα

H — Φωτοευαισθησία

Θ — Πηγές

I — Γλωσσάριο

IA — Βιβλιογραφία

IB — Οδηγία 2006/25/EK

## 1.2. Σχέση με την οδηγία 2006/25/EK

Σύμφωνα με το άρθρο 13 της οδηγίας 2006/25/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με τις ελάχιστες προδιαγραφές υγείας και ασφάλειας όσον αφορά την έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους προερχόμενους από τεχνητή οπτική ακτινοβολία, ο παρών

οδηγός εξετάζει τα άρθρα 4 (Προσδιορισμός της έκθεσης και αξιολόγηση κινδύνων) και 5 (Διατάξεις που αποσκοπούν στην αποφυγή ή τη μείωση των κινδύνων), καθώς και τα παραρτήματα I και II (Οριακές τιμές έκθεσης για την ασύμφωνη ακτινοβολία και την ακτινοβολία λέιζερ, αντίστοιχα) της οδηγίας (βλ. προσάρτημα IB). Κατευθύνσεις παρέχονται και σε άλλα άρθρα της οδηγίας.

Πίνακας 1.1 — Σχέση μεταξύ των άρθρων της οδηγίας και των κεφαλαίων του οδηγού

Άρθρα της οδηγίας 2006/25/ΕΚ	Τίτλος	Ενότητες του οδηγού
Άρθρο 2	Ορισμοί	Προσάρτημα Ι
Άρθρο 3	Οριακές τιμές έκθεσης	Κεφάλαια 6, 7, 8 και 9
Άρθρο 4	Προσδιορισμός της έκθεσης και αξιολόγηση κινδύνων	Κεφάλαια 7, 8 και 9
Άρθρο 5	Διατάξεις που αποσκοπούν στην αποφυγή ή τη μείωση των κινδύνων	Κεφάλαιο 9
Άρθρο 6	Ενημέρωση και κατάρτιση των εργαζομένων	Κεφάλαιο 9
Άρθρο 7	Διαβουλεύσεις και συμμετοχή των εργαζομένων	Κεφάλαιο 9
Άρθρο 8	Επίβλεψη της υγείας	Κεφάλαιο 11

### 1.3. Πεδίο εφαρμογής του οδηγού

Ο παρών οδηγός απευθύνεται σε όλες τις επιχειρήσεις όπου οι εργαζόμενοι μπορεί να εκτίθενται σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία. Η οδηγία δεν παρέχει ορισμό για την τεχνητή οπτική ακτινοβολία. Εξαιρούνται σαφώς πηγές, όπως εκρήξεις ηφαιστείων, ο ήλιος και η ηλιακή ακτινοβολία που αντανακλάται, για παράδειγμα, από το φεγγάρι. Ωστόσο, μπορεί να υπάρχουν ορισμένες πηγές που είναι ασαφείς. Θα μπορούσε μια πυρκαγιά που ξεκίνησε από ανθρώπινη ενέργεια να θεωρηθεί τεχνητή πηγή, αλλά μια άλλη που ξεκίνησε από κεραυνό όχι;

Η οδηγία δεν εξαιρεί ρητά καμία πηγή τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας. Ωστόσο, πολλές πηγές, όπως οι ενδεικτικές λυχνίες στον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό, είναι ασήμαντες πηγές οπτικής ακτινοβολίας. Ο παρών οδηγός παρέχει έναν κατάλογο με τις πηγές που μπορεί να θεωρηθούν γενικά ότι δεν είναι πιθανό να υπερβούν τις οριακές τιμές έκθεσης.

Υπάρχουν ορισμένα πιθανά σενάρια έκθεσης των εργαζομένων που είναι πολύπλοκα και, συνεπώς, υπερβαίνουν το πεδίο εφαρμογής του παρόντος οδηγού. Οι εργοδότες θα πρέπει να ζητήσουν περαιτέρω συμβουλές σχετικά με την αξιολόγηση των πολύπλοκων σεναρίων έκθεσης.

### 1.4. Ισχύουσες διατάξεις και πρόσθετες πληροφορίες

Η χρήση του παρόντος οδηγού δεν αρκεί για να διασφαλίσει τη συμμόρφωση με τις κανονιστικές απαιτήσεις

προστασίας από την τεχνητή οπτική ακτινοβολία στα διάφορα κράτη μέλη της ΕΕ. Έγκυρα μέσα είναι οι κανόνες με τους οποίους τα κράτη μέλη έχουν μεταφέρει την οδηγία 2006/25/ΕΚ. Οι κανόνες αυτοί μπορεί να υπερβαίνουν τις ελάχιστες απαιτήσεις της οδηγίας επί της οποίας βασίστηκε ο παρών οδηγός.

Ως περαιτέρω βοήθεια για την εφαρμογή των απαιτήσεων της οδηγίας, οι κατασκευαστές μπορούν να κατασκευάζουν εξοπλισμό που εκπέμπει τεχνητή οπτική ακτινοβολία σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα. Στον παρόντα οδηγό γίνεται παραπομπή στα σχετικά πρότυπα. Τα πρότυπα αυτά παρέχονται από τα εθνικά ιδρύματα τυποποίησης έναντι πληρωμής.

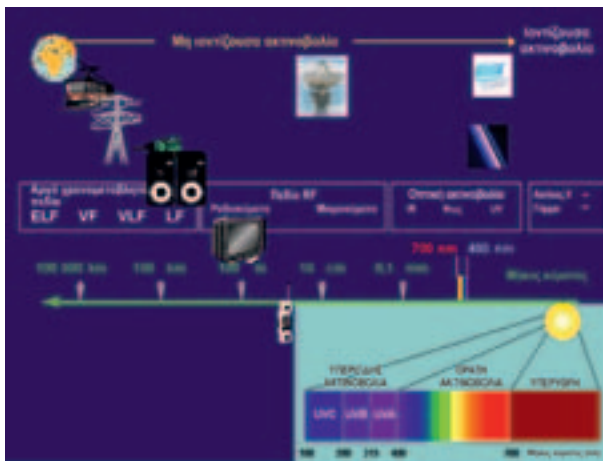
Περισσότερες πληροφορίες διατίθενται στους εθνικούς κανονισμούς και πρότυπα καθώς και στη σχετική βιβλιογραφία. Το προσάρτημα ΣΤ περιλαμβάνει παραπομπές σε επιμέρους δημοσιεύσεις των αρμόδιων αρχών των κρατών μελών. Ωστόσο, η αναφορά μιας δημοσίευσης στο προσάρτημα δεν σημαίνει ότι συνάδει στο σύνολό της με τον παρόντα οδηγό.

### 1.5. Επίσημα και ανεπίσημα κέντρα παροχής συμβουλών

Σε περίπτωση που ο παρών οδηγός δεν απαντά σε ερωτήματα που προκύπτουν σχετικά με τον τρόπο εκπλήρωσης των απαιτήσεων προστασίας από την τεχνητή οπτική ακτινοβολία, θα πρέπει να ανατρέξετε απευθείας σε εθνικές πηγές. Σε αυτές περιλαμβάνονται οι επιθεωρήσεις εργασίας, οι φορείς ασφάλισης ατυχημάτων ή οι ενώσεις και τα εμπορικά, βιομηχανικά και βιοτεχνικά επιμελητήρια.

## 2. Πηγές τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας

### 2.1. Πηγές ασύμφωνης ακτινοβολίας



#### 2.1.1. Εργασιακές δραστηριότητες

Είναι δύσκολο να σκεφτεί κανείς ένα επάγγελμα που δεν συνεπάγεται, σε κάποιο βαθμό, έκθεση σε τεχνητά παραγόμενη οπτική ακτινοβολία. Όλοι όσοι εργάζονται σε εσωτερικό χώρο πιθανότατα είναι εκτεθειμένοι σε οπτικές εκπομπές από τον φωτισμό και τις οθόνες υπολογιστών. Οι εργαζόμενοι σε εξωτερικούς χώρους μπορεί να χρειάζονται κάποιο είδος τοπικού φωτισμού εργασίας, όταν ο φυσικός φωτισμός είναι ανεπαρκής. Τα άτομα που ταξιδεύουν εντός του ωραρίου εργασίας τους είναι πολύ πιθανό να εκτίθενται σε τεχνητό φωτισμό, ακόμη και αν πρόκειται απλώς για τα φώτα των οχημάτων άλλων ατόμων. Όλα αυτά είναι τεχνητά παραγόμενες μορφές οπτικής ακτινοβολίας και επομένως μπορούν να θεωρηθούν ότι εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής της οδηγίας.

Εκτός από τις πηγές που υπάρχουν πάντα, όπως ο φωτισμός και οι οθόνες υπολογιστών, η τεχνητή οπτική ακτινοβολία μπορεί να παράγεται είτε σκόπιμα, ως απαραίτητο μέρος κάποιας διαδικασίας, είτε τυχαία, δηλ. ως ανεπιθύμητο υποπροϊόν. Για παράδειγμα, για να προκληθεί φθορισμός σε μια διεισδυτική βαφή, είναι απαραίτητο να παραχθεί υπεριώδης ακτινοβολία και να εκτεθεί η βαφή σε αυτή. Από την άλλη, η παραγωγή άφθονης υπεριώδους

ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια συγκόλλησης με τόξο, αν και αναπόφευκτη, δεν είναι καθόλου απαραίτητη για τη διαδικασία.

Είτε η οπτική ακτινοβολία παράγεται σκόπιμα για χρήση είτε ως ακούσιο υποπροϊόν μιας διαδικασίας, εξακολουθεί να είναι αναγκαίος ο έλεγχος της έκθεσης σε αυτήν, τουλάχιστον στον βαθμό που ορίζεται στην οδηγία. Τεχνητά παραγόμενη οπτική ακτινοβολία υπάρχει στους περισσότερους εργασιακούς χώρους, αλλά κυρίως στους ακόλουθους τομείς:

- Βιομηχανίες θερμής επεξεργασίας, όπως γυαλιού και μετάλλων, όπου υπάρχουν κλίβανοι που εκπέμπουν υπέρυθη ακτινοβολία.
- Βιομηχανίες εκτυπώσεων, όπου συχνά παράγονται μελάνια και βαφές με τη διαδικασία του φωτοεπαγόμενου πολυμερισμού.
- Τέχνη και ψυχαγωγία, όπου οι καλλιτέχνες και τα μοντέλα μπορεί να είναι εκτεθειμένοι σε άμεσο φωτισμό από προβολείς, φωτιστικά εφέ, φώτα μοντελοποίησης και φλας.
- Ψυχαγωγία, όπου οι εργαζόμενοι στον χώρο για το κοινό μπορεί να είναι εκτεθειμένοι σε γενικό φωτισμό και φωτιστικά εφέ.
- Μη καταστροφικές δοκιμές, οι οποίες μπορεί να περιλαμβάνουν τη χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας για την παραγωγή φθοριζουσών βαφών.
- Ιατρική περιθαλψη, όπου οι γιατροί και οι ασθενείς μπορεί να είναι εκτεθειμένοι στον ειδικό φωτισμό του χειρουργείου και σε οπτική ακτινοβολία για θεραπευτική χρήση.
- Βιομηχανία καλλυντικών, η οποία χρησιμοποιεί λέιζερ και φλας, καθώς και υπεριώδη και υπέρυθη ακτινοβολία.
- Καταστήματα και αποθήκες, όπου τα μεγάλα ανοιχτά κτίρια φωτίζονται από ισχυρά φώτα ζώνης.
- Φαρμακοβιομηχανία και έρευνα, όπου μπορεί να χρησιμοποιείται η υπεριώδης ακτινοβολία για αποστείρωση.
- Επεξεργασία λυμάτων, όπου μπορεί να χρησιμοποιείται η υπεριώδης ακτινοβολία για αποστείρωση.

- Έρευνα, όπου μπορεί να χρησιμοποιούνται λέιζερ και ο φθορισμός επαγόμενος από υπεριώδη ακτινοβολία μπορεί να αποτελεί χρήσιμο εργαλείο.
- Μεταλλουργικές εργασίες με συγκόλληση.
- Κατασκευή πλαστικών με συγκόλληση με λέιζερ.

Ο παραπάνω κατάλογος δεν είναι εξαντλητικός.

## 2.1.2. Εφαρμογές

Ο παρακάτω πίνακας περιγράφει κάποιες χρήσεις που έχουν διάφορες φασματικές περιοχές. Αναφέρει επίσης ποιες φασματικές περιοχές μπορεί να υπάρχουν παρά το γεγονός ότι δεν χρειάζονται για μία συγκεκριμένη διεργασία. Οι φασματικές περιοχές περιγράφονται στο προσάρτημα Α.

Περιοχή μήκους κύματος	Χρησιμοποιείται για τις εξής εφαρμογές	Παράγεται τυχαία κατά τη διάρκεια των εξής εφαρμογών
UVC	Μικροβιοκτόνο αποστείρωση Φθορισμό (εργαστηριακό) Φωτολιθογραφία	Σκλήρυνση μελανίων Ορισμένους φωτισμούς ζώνης και εργασίας Ορισμένους λαμπτήρες προστασίας Συγκόλληση τόξου
UVB	Ξαπλώστρες Φωτοθεραπεία Φθορισμό (εργαστηριακό) Φωτολιθογραφία	Λαμπτήρες αποστείρωσης Σκλήρυνση μελανίων Ορισμένους φωτισμούς ζώνης και εργασίας Λαμπτήρες προβολής Συγκόλληση τόξου
UVA	Φθορισμό (εργαστήρια, μη καταστρεπτικές δοκιμές, ψυχαγωγικά εφέ, εξιχνίαση εγκλημάτων, εντοπισμό πλαστογραφίας, σήμανση ιδιοκτησίας) Φωτοθεραπεία Ξαπλώστρες Σκλήρυνση μελανίων Παγίδες εντόμων Φωτολιθογραφία	Λαμπτήρες αποστείρωσης Φωτισμούς ζώνης και εργασίας Λαμπτήρες προβολής Συγκόλληση τόξου
Ορατή ακτινοβολία	Φωτισμό ζώνης και εργασίας Ενδεικτικές λυχνίες Σήματα οδικής κυκλοφορίας Αφαίρεση ινών τριχών και νημάτων Σκλήρυνση μελανίων Παγίδες εντόμων Φωτολιθογραφία Φωτοαντιγραφή Προβολή Οθόνες τηλεόρασης και Η/Υ	Ξαπλώστρες Ορισμένες εφαρμογές θέρμανσης/ξήρασης Συγκόλληση
IRA	Φωτισμό επιτήρησης Θέρμανση Ξήρανση Αφαίρεση ινών τριχών και νημάτων Επικοινωνίες	Ορισμένους φωτισμούς ζώνης και εργασίας Συγκόλληση
IRB	Θέρμανση Ξήρανση Επικοινωνίες	Ορισμένους φωτισμούς ζώνης και εργασίας Συγκόλληση
IRC	Θέρμανση Ξήρανση	Ορισμένους φωτισμούς ζώνης και εργασίας Συγκόλληση

Ορισμένες από τις φασματικές περιοχές που αναφέρονται ως τυχαία παραγόμενες μπορεί να εκπέμπονται μόνο σε συνθήκες βλάβης. Για παράδειγμα, ορισμένα είδη προβολέων δέσμης βασίζονται σε λαμπτήρες εκκένωσης υδραργύρου με υψηλή πίεση. Αυτοί παράγουν ακτινοβολία σε

όλες τις φασματικές περιοχές, αλλά συνήθως περιορίζονται από ένα εξωτερικό περίβλημα που εμποδίζει σημαντικά την εκπομπή ακτινοβολίας UVB και UVC. Εάν το περίβλημα σπάσει και ο λαμπτήρας συνεχίσει να λειτουργεί, θα εκπέμψει επικίνδυνα επίπεδα ακτινοβολίας UV.

## 2.2. Πηγές ακτινοβολίας λέιζερ

Το λέιζερ εφαρμόστηκε για πρώτη φορά με επιτυχία το 1960. Αρχικά, η χρήση των λέιζερ περιοριζόταν στην έρευνα και τις στρατιωτικές εφαρμογές. Τα χρησιμοποιούσαν συνήθως τα άτομα που τα σχεδίασαν και τα κατασκεύαζαν και τα ίδια αυτά άτομα κινδύνευαν από την ακτινοβολία που εξέπεμπαν τα λέιζερ. Πλέον όμως τα λέιζερ έχουν κατακλύσει τα πάντα. Χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές σε εργασιακούς χώρους, και ορισμένες φορές σε εξοπλισμό όπου η ακτινοβολία λέιζερ ελέγχεται με αποτελεσματικά μηχανικά μέσα, έτσι ώστε ο χρήστης δεν χρειάζεται να γνωρίζει ότι ο εξοπλισμός περιέχει λέιζερ.

Οι ακτίνες λέιζερ συνήθως θεωρούνται ότι έχουν ένα ή λίγα μεμονωμένα μήκη κύματος. Η εκπομπή έχει χαμηλή απόκλιση, ώστε να διατηρείται περίπου η ισχύς ή η ενέργεια σε μια δεδομένη περιοχή για μεγάλες αποστάσεις και η δέσμη λέιζερ είναι συνεκτική ή τα επιμέρους κύματα της

δέσμης είναι συγχρονισμένα. Οι ακτίνες λέιζερ μπορούν συνήθως να εστιάζουν σε ένα μικρό σημείο με τη δυνατότητα να προκαλέσουν τραυματισμούς και ζημιές στις επιφάνειες. Όλα αυτά αποτελούν γενικεύσεις. Υπάρχουν λέιζερ που παράγουν ακτίνες λέιζερ πάνω σε ένα ευρύ φάσμα μήκους κύματος· υπάρχουν συσκευές οι οποίες παράγουν πολύ διαφορετικές δέσμες και ορισμένες ακτίνες λέιζερ δεν είναι συνεκτικές στο μεγαλύτερο μέρος του μήκους της διαδρομής τους. Οι εκπομπές των ακτίνων λέιζερ μπορεί να είναι συνεχείς, οι οποίες αποκαλούνται συνεχούς κύματος (CW), ή μπορεί να είναι παλμικές.

Τα λέιζερ ταξινομούνται με βάση το «ενεργό μέσο» που χρησιμοποιείται για την παραγωγή της ακτίνας λέιζερ. Αυτό το μέσο μπορεί να είναι στερεό, υγρό ή αέριο. Τα λέιζερ με στερεό μέσο χωρίζονται σε στερεά τύπου κρυστάλλου, τα οποία ονομάζονται λέιζερ στερεάς κατάστασης, και σε λέιζερ ημιαγωγών. Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται ορισμένα τυπικά λέιζερ και τα μήκη κύματος που εκπέμπονται από αυτά.

Τύπος	Λείζερ	Κύριο μήκος κύματος	Ισχύς εξόδου
ΑΕΡΙΟ	Ήλιο-Νέο (HeNe)	632,8 nm	CW έως 100 mW
	Ήλιο-Κάδμιο (HeCd)	422 nm	CW έως 100 mW
	Ιονισμένο αργό (Ar)	488, 514 nm συν μπλε γραμμές	CW έως 20 W
	Ιόντα κρυσταλλού (Kr)	647 nm συν UV, μπλε και κίτρινες	CW έως 10 W
	Διοξείδιο του άνθρακα (CO <sub>2</sub> )	10 600 nm (10,6 μm)	Παλμικό ή CW έως 50 kW
	Άζωτο (N)	337,1 nm	Παλμικό > 40 mJ
	Χλωριούχο Ξένο (XeCl) Φθοριούχο κρυσταλλό (KrF) Φθοριούχο Ξένο (XeF) Φθοριούχο αργό (ArF)	308 nm 248 nm 350 nm 193 nm	Παλμικό έως 1 J
ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	Ρουμπινί	694,3 nm	Παλμικό έως 40 J
	Νεοδύμιο: YAG (Nd:YAG)	1 064 και 1 319 nm 532 και 266 nm	Παλμικό ή CW έως TW, 100 W μέσο CW
	Νεοδύμιο: Ύαλος (Nd:Glass)	1 064 nm	Παλμικό έως 150 J
ΙΝΑ	Υπέρβιο (Yb)	1 030–1 120 nm	CW έως kW
ΛΕΠΤΟΣ ΔΙΣΚΟΣ	Υπέρβιο: YAG (Yb:YAG)	1 030 nm	CW έως 8 000 W
ΠΛΑΚΑ	Διοξείδιο του άνθρακα (CO <sub>2</sub> ) Κρύσταλλος λέιζερ	10 600 nm	CW έως 8 000 W
ΗΜΙΑΓΩΓΟΣ	Διάφορα υλικά — π.χ. GaN GaAlAs InGaAsP	400–450 nm 600–900 nm 1 100–1 600 nm	CW (εν μέρει παλμικό) έως 30 W
ΥΓΡΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (ΧΡΩΣΤΙΚΕΣ)	Χρωστικές — Πάνω από 100 διαφορετικές χρωστικές λέιζερ λειτουργούν ως μέσα λέιζερ	300–1 800 nm 1 100–1 600 nm	Παλμικό έως 2,5 J CW έως 5 W

Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τα λέιζερ παρέχονται στις δημοσιεύσεις που αναφέρονται στο προσάρτημα ΙΑ «Βιβλιογραφία».

Ακολουθως, αναφέρονται συνοπτικά ορισμένες εφαρμογές λέιζερ.

Κατηγορία	Παραδείγματα εφαρμογών
Επεξεργασία υλικών	Κοπή, συγκόλληση, σήμανση με λέιζερ, διάτρηση, φωτολιθογραφία, τεχνολογία ταχείας κατασκευής
Οπτική μέτρηση	Μέτρηση αποστάσεων, τοπογραφία, ταχυμετρία με λέιζερ, μέτρηση δονήσεων με λέιζερ, ηλεκτρονική συμβολομετρία υποδείγματος κοκκίδων, υδρόφωνα οπτικών ινών, απεικόνιση υψηλής ταχύτητας, εκτίμηση μεγέθους σωματιδίων
Ιατρική	Οφθαλμολογία, διαθλαστική χειρουργική, φωτοδυναμική θεραπεία, δερματολογία, χειρουργική, αγγειοχειρουργική, οδοντιατρική, ιατρική διάγνωση
Επικοινωνίες	Ίνες, ελεύθερου χώρου, δορυφόροι
Οπτική αποθήκευση πληροφοριών	Compact Disc/DVD, εκτυπωτές λέιζερ
Φασματοσκοπία	Προσδιορισμός ουσιών
Ολογραφία	Ψυχαγωγία, αποθήκευση πληροφοριών
Ψυχαγωγία	Θεάματα λέιζερ, δείκτες λέιζερ

### 2.3. Ασήμαντες πηγές

Το προσάρτημα Α του παρόντος οδηγού περιλαμβάνει ενδεικτικά παραδείγματα ορισμένων πηγών τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας που μπορεί να εμφανίζονται σε πολλούς χώρους εργασίας, όπως καταστήματα και γραφεία. Για κάθε τύπο πηγής που αναφέρεται, επειδή θα υπάρχουν πάρα πολλά παραδείγματα διαφόρων ειδών εξοπλισμού στην αγορά, δεν είναι δυνατόν να παραθέσουμε έναν ολοκληρωμένο κατάλογο που να περιέχει όλες τις υπάρχουσες πηγές και εφαρμογές της οπτικής ακτινοβολίας. Οι διαφορές, για παράδειγμα, στην καμπυλότητα ενός ανακλαστήρα, στο πάχος ενός γυάλινου καλύμματος ή στον κατασκευαστή ενός λαμπτήρα φθορισμού μπορεί να επηρεάζουν σημαντικά την οπτική ακτινοβολία που παράγεται από μια πηγή. Κάθε παράδειγμα είναι επομένως, στην κυριολεξία, μοναδικό για τον συγκεκριμένο τύπο και μοντέλο της πηγής που έχει εξεταστεί.

Ωστόσο, όταν ένα ενδεικτικό παράδειγμα δείχνει ότι:

- μια συγκεκριμένη πηγή μπορεί να είναι υπεύθυνη για έκθεση που αποτελεί μόνο ένα μικρό κλάσμα ( $\approx <20\%$ ) των ορίων έκθεσης ή
- μια πηγή μπορεί να προκαλεί έκθεση που υπερβαίνει τα όρια, αλλά μόνο σε εξαιρετικά απίθανες περιπτώσεις,

τότε η κανονική έκθεση σε πηγές τέτοιου τύπου μπορεί να θεωρηθεί ότι ενέχει ασήμαντο κίνδυνο για την υγεία, δηλ. η πηγή μπορεί να θεωρηθεί «ασφαλής».

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται αυτοί οι συνήθεις τύποι πηγών σε δύο ομάδες:

- ασήμαντες (δηλ. λόγω ασήμαντων προσβάσιμων εκπομπών).
- μη επικίνδυνες κατά την κανονική χρήση (δηλ. πιθανότητα υπερβολικής έκθεσης εμφανίζεται μόνο σε ασυνήθεις περιπτώσεις).

Όταν ένας χώρος εργασίας περιέχει μόνο τις πηγές που αναφέρονται σε αυτούς τους πίνακες, και εφόσον χρησιμοποιούνται μόνο στις περιπτώσεις που περιγράφονται, μπορεί να θεωρηθεί ότι δεν απαιτείται περαιτέρω αξιολόγηση κινδύνου. Εάν δεν πληρούνται αυτές οι προϋποθέσεις, ο υπεύθυνος για την ασφάλεια θα πρέπει να λάβει υπόψη τις πληροφορίες που παρέχονται στο υπόλοιπο τμήμα του παρόντος οδηγού: παρέχονται επίσης εκτενή παραρτήματα που περιέχουν περισσότερες λεπτομέρειες.

Πηγές που είναι μόνο πιθανό να προκαλέσουν ασήμαντη έκθεση, η οποία μπορεί να θεωρηθεί «ασφαλής»

Φωτισμός φθορισμού οροφής με διαχύτες πάνω στους λαμπτήρες

Οθόνες υπολογιστών ή παρόμοιος εξοπλισμός οπτικής παρουσίασης

Λαμπτήρες φθορισμού οροφής μικρών διαστάσεων

Προβολείς φθορισμού μικρών διαστάσεων

Παγίδες εντόμων UVA

Σποτ οροφής βολφραμίου αλογόνων

Φωτισμός εργασίας με λαμπτήρα βολφραμίου (με λυχνίες φάσματος φωτός ημέρας)

Λαμπτήρες οροφής βολφραμίου

Φωτοτυπικά

Εξοπλισμός παρουσίασης διαδραστικού πίνακα (Interactive whiteboard)

Ενδεικτικά LED

Προσωπικοί ψηφιακοί βοηθοί

Φώτα ένδειξης, φρένων, όπισθεν και ομίχλης σε οχήματα

Φωτογραφικά φλας

Εναέριοι θερμαντήρες ακτινοβολίας που λειτουργούν με αέριο

Φωτισμός οδών



Πηγές που δεν είναι πιθανό να εμφανίσουν κίνδυνο για την υγεία κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες	
Πηγή	Συνθήκες ασφαλούς χρήσης
Φωτισμός φθορισμού οροφής χωρίς διαχύτες πάνω στους λαμπτήρες	Ασφαλής στα φυσιολογικά επίπεδα φωτισμού εργασίας ( $\approx 600 \text{ lux}$ )
Προβολείς δέσμης μετάλλου αλογονιδίων/υψηλής πίεσης υδραργύρου	Ασφαλείς, αν το μπροστινό γυάλινο κάλυμμα είναι άθικτο και αν δεν είναι σε οπτική επαφή
Επιτραπέζια μηχανήματα προβολής	Ασφαλή, εάν δεν κοιτάζουμε τη δέσμη
Blacklight UVA χαμηλής πίεσης	Ασφαλές, αν δεν είναι σε οπτική επαφή
Οποιοδήποτε συσκευή λέιζερ «κλάσης 1» (EN 60825-1)	Ασφαλής, εάν τα καλύμματα είναι άθικτα. Μπορεί να μην είναι ασφαλής εάν αφαιρεθούν τα καλύμματα
Οποιοδήποτε προϊόν που ανήκει σε εξαιρούμενη ομάδα (EN 62471)	Ασφαλές, αν δεν είναι σε οπτική επαφή. Μπορεί να μην είναι ασφαλές εάν αφαιρεθούν τα καλύμματα
Προβολείς οχημάτων	Ασφαλείς, εφόσον αποφεύγεται η παρατεταμένη απευθείας θέαση της εσωτερικής δέσμης

### 3. Συνέπειες για την υγεία από την έκθεση σε οπτική ακτινοβολία

Η οπτική ακτινοβολία απορροφάται από τα εξωτερικά στρώματα του σώματος και, ως εκ τούτου, οι βιολογικές επιπτώσεις της ως επί το πλείστον περιορίζονται στο δέρμα και τα μάτια, όμως μπορεί να προκύψουν και συστηματικές επιπτώσεις. Διαφορετικά μήκη κύματος προκαλούν διαφορετικές επιπτώσεις ανάλογα με το ποιο μέρος του δέρματος ή του ματιού απορροφά την ακτινοβολία και το είδος της αλληλεπίδρασης που υπάρχει: στην περιοχή της υπεριώδους ακτινοβολίας επικρατούν οι φωτοχημικές επιπτώσεις και στην περιοχή της υπέρυθρης οι θερμικές επιπτώσεις. Η ακτινοβολία λέιζερ μπορεί να προκαλέσει πρόσθετες επιπτώσεις που χαρακτηρίζονται από πολύ γρήγορη απορρόφηση ενέργειας από τον ιστό και αποτελεί ιδιαίτερο κίνδυνο για τα μάτια εάν ο φακός μπορεί να εστιάσει τη δέσμη.

Οι βιολογικές επιπτώσεις χωρίζονται γενικά σε οξείες (που εμφανίζονται γρήγορα) και χρόνιες (που εμφανίζονται ως αποτέλεσμα της παρατεταμένης και επαναλαμβανόμενης έκθεσης επί μακρό χρονικό διάστημα). Ως επί το πλείστον, ισχύει ότι οι οξείες επιπτώσεις εμφανίζονται μόνο εάν η έκθεση υπερβαίνει ένα όριο, το οποίο συνήθως ποικίλλει από άτομο σε άτομο. Τα περισσότερα όρια

έκθεσης βασίζονται σε μελέτες των κατώτατων ορίων για τις οξείες επιπτώσεις και προέρχονται από στατιστική μελέτη αυτών των ορίων. Επομένως, η υπέρβαση του ορίου έκθεσης δεν επιφέρει απαραίτητα αρνητικές συνέπειες στην υγεία. Ο κίνδυνος να προκληθεί αρνητική επίπτωση στην υγεία αυξάνεται όσο αυξάνονται τα επίπεδα έκθεσης πάνω από το όριο έκθεσης. Η πλειονότητα των επιπτώσεων που περιγράφονται παρακάτω εμφανίζεται στον υγιή ενήλικα εργαζόμενο πληθυσμό, σε επίπεδα κατά πολύ υψηλότερα από τα όρια που ορίζει η οδηγία. Τα άτομα όμως που είναι ασυνήθως φωτοευαίσθητα μπορεί να υποστούν δυσμενείς επιπτώσεις σε επίπεδα κάτω από τα όρια έκθεσης.

Οι χρόνιες επιπτώσεις συχνά δεν έχουν όριο κάτω από το οποίο δεν θα εμφανιστούν. Άρα, ο κίνδυνος να εμφανιστούν αυτές οι επιπτώσεις δεν μπορεί να εξαλειφθεί. Ο κίνδυνος μπορεί να μειωθεί —με τη μείωση της έκθεσης— και η τήρηση των ορίων έκθεσης θα πρέπει να μειώσει τους κινδύνους από την έκθεση σε πηγές τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας σε επίπεδα κατώτερα από αυτά που η κοινωνία έχει αποδεχθεί σε σχέση με την έκθεση στη φυσική οπτική ακτινοβολία.

Μήκος κύματος (nm)		Μάτι	Δέρμα
100–280	UVC	Φωτο-κερατίτις Φωτο-επιπεφυκίτις	Ερύθημα Καρκίνος του δέρματος
280–315	UVB	Φωτο-κερατίτις Φωτο-επιπεφυκίτις Καταρράκτης	Ερύθημα Ελάστωση (φωτο-γήρανση) Καρκίνος του δέρματος
315–400	UVA	Φωτο-κερατίτις Φωτο-επιπεφυκίτις Καταρράκτης Φωτο-αμφιβληστροειδική δυσλειτουργία	Ερύθημα Ελάστωση (φωτο-γήρανση) Άμεση μελάγχρωση Καρκίνος του δέρματος
380–780	Ορατή ακτινοβολία	Φωτο-αμφιβληστροειδική δυσλειτουργία (κίνδυνος μπλε φωτός) Έγκαυμα αμφιβληστροειδούς	Έγκαυμα
780–1 400	IRA	Καταρράκτης Έγκαυμα αμφιβληστροειδούς	Έγκαυμα
1 400–3 000	IRB	Καταρράκτης	Έγκαυμα
3 000–10 <sup>6</sup>	IRC	Έγκαυμα κερατοειδούς	Έγκαυμα

# 4. Απαιτήσεις της οδηγίας για την τεχνητή οπτική ακτινοβολία

Το πλήρες κείμενο της οδηγίας περιλαμβάνεται στο προ-σάρτημα ΙΑ του παρόντος οδηγού. Αυτό το κεφάλαιο παρέχει μια περίληψη των βασικών απαιτήσεων.

Η οδηγία καθορίζει τις ελάχιστες απαιτήσεις για την προστασία των εργαζομένων από τους κινδύνους για την υγεία και την ασφάλειά τους που προκύπτουν ή ενδέχεται να προκύψουν λόγω της έκθεσης σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία κατά την εργασία τους. Επομένως, τα κράτη μέλη μπορούν να θεσπίσουν ή έχουν ήδη θεσπίσει πιο περιοριστικές απαιτήσεις.

## 4.1. Άρθρο 4 — Προσδιορισμός της έκθεσης και αξιολόγηση κινδύνων

Η βασική έμφαση που δίνει η οδηγία είναι ότι οι εργοδότες πρέπει να εξασφαλίζουν ότι οι εργαζόμενοι δεν εκτίθενται σε επίπεδα τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας που

υπερβαίνουν τις οριακές τιμές έκθεσης οι οποίες περιλαμβάνονται στα παραρτήματα της οδηγίας. Οι εργοδότες μπορούν να το αποδείξουν αυτό παρέχοντας πληροφορίες για τις πηγές, μέσω γενικών εκτιμήσεων που διενεργούν οι ίδιοι ή τρίτοι, με τη διενέργεια θεωρητικών εκτιμήσεων ή πραγματοποιώντας μετρήσεις. Η οδηγία δεν προσδιορίζει μια μεθοδολογία, οπότε εναπόκειται στον εργοδότη το πώς θα επιτευχθεί αυτός ο βασικός στόχος. Ωστόσο, ο εργοδότης οδηγείται στα υπάρχοντα δημοσιευμένα πρότυπα και, όπου κρίνεται σκόπιμο, στις «διαθέσιμες εθνικές ή διεθνείς επισημονικώς τεκμηριωμένες κατευθυντήριες οδηγίες».

Πολλές από τις απαιτήσεις της οδηγίας είναι παρόμοιες με εκείνες της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ και, επομένως, ο εργοδότης που έχει ήδη συμμορφωθεί με τις απαιτήσεις της οδηγίας αυτής πιθανόν να μη χρειάζεται επιπλέον ενέργειες για να συμμορφωθεί με την παρούσα οδηγία. Ωστόσο, κατά τη διενέργεια της εκτίμησης, ο εργοδότης υποχρεούται να αποδώσει ιδιαίτερη προσοχή στα ακόλουθα (άρθρο 4 σημείο 3):

Στοιχείο στο οποίο πρέπει να δοθεί προσοχή	Σχόλιο
α) επίπεδο, μήκος κύματος και διάρκεια της έκθεσης σε τεχνητές πηγές οπτικής ακτινοβολίας	Αυτή είναι η βασική πληροφορία σχετικά με το υπό εξέταση σενάριο. Εάν το επίπεδο έκθεσης είναι πολύ χαμηλότερο από το όριο έκθεσης που θα ίσχυε για έκθεση κατά τη διάρκεια μιας ολόκληρης εργάσιμης ημέρας (που υποτίθεται ότι είναι 8 ώρες), τότε δεν χρειάζεται περαιτέρω εκτίμηση, εκτός εάν υπάρχει περίπτωση έκθεσης σε πολλαπλές πηγές. Βλ. στοιχείο η).
β) οριακές τιμές έκθεσης που αναφέρονται στο άρθρο 3 της παρούσας οδηγίας	Από τις πληροφορίες στο στοιχείο α) θα πρέπει να είναι δυνατός ο προσδιορισμός των ισχυουσών οριακών τιμών έκθεσης.
γ) οποιοσδήποτε επιπτώσεις που αφορούν την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων οι οποίοι ανήκουν σε ιδιαίτερα ευαίσθητες ομάδες κινδύνου	Προτείνεται η προσέγγιση να είναι αντιδραστική και όχι προληπτική. Μπορεί να υπάρχουν κάποιοι εργαζόμενοι που γνωρίζουν ότι είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι στα φώτα αυξομειούμενης έντασης, για παράδειγμα. Ο εργοδότης θα πρέπει τότε να εξετάσει κατά πόσο μπορούν να γίνουν τροποποιήσεις στην εργασιακή δραστηριότητά τους.
δ) κάθε ενδεχόμενες επιπτώσεις στην υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων που προκύπτουν από αλληλεπιδράσεις, στον χώρο εργασίας, μεταξύ οπτικής ακτινοβολίας και φωτοευαίσθητων χημικών ουσιών	Προτείνεται οι εργοδότες να λαμβάνουν συγκεκριμένα υπόψη το ενδεχόμενο φωτοευαίσθητοποίησης από χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται στον χώρο εργασίας. Όμως, όπως αναφέρεται και στο στοιχείο γ), ο εργοδότης μπορεί να χρειαστεί να αντιδράσει στα αιτήματα των εργαζομένων, εάν η φωτοευαίσθησις προκαλείται από χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται εκτός του χώρου εργασίας.

Στοιχείο στο οποίο πρέπει να δοθεί προσοχή	Σχόλιο
ε) οποιοσδήποτε έμμεσες επιπτώσεις, όπως προσωρινή τύφλωση, έκρηξη ή πυρκαγιά	<p>Η έκθεση των ματιών σε έντονο φως μπορεί να αποτελεί λόγο ανησυχίας σε ορισμένες πρακτικές εργασίες. Οι φυσιολογικές αντιδράσεις αποστροφής θα πρέπει να παρέχουν ένα επίπεδο προστασίας σε επίπεδα έκθεσης κάτω από την οριακή τιμή έκθεσης. Ωστόσο, ο εργοδότης θα πρέπει να προσέχει τις πηγές τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας που μπορεί να προκαλέσουν απόσπαση της προσοχής, θάμπωμα της όρασης, αντανάκλαση και μεταίσθημα, εφόσον η έκθεση αυτή μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την ασφάλεια του εργαζόμενου ή άλλων.</p> <p>Η οπτική ακτινοβολία από κάποια πηγή τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας είναι ικανή να προκαλέσει έκρηξη ή πυρκαγιά. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα στα λέιζερ κατηγορίας 4, αλλά θα πρέπει επίσης να λαμβάνεται υπόψη και σε άλλες πηγές, ειδικά σε περιβάλλοντα όπου μπορεί να υπάρχουν εύφλεκτες ή εκρηκτικές ουσίες.</p>
στ) ύπαρξη εναλλακτικού εξοπλισμού σχεδιασμένου για τη μείωση των επιπέδων έκθεσης σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία	<p>Προτείνεται ότι αυτό θα πρέπει να εξετάζεται εάν υπάρχει πιθανότητα έκθεσης των εργαζομένων σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία πάνω από τις οριακές τιμές έκθεσης.</p>
ζ) κατάλληλες πληροφορίες που συγκεντρώνονται από την επίβλεψη της υγείας, συμπεριλαμβανομένων, στο μέτρο του δυνατού, και των σχετικών δημοσιευμένων πληροφοριών	<p>Οι πληροφορίες αυτές μπορεί να προέρχονται από την επιχείρηση του εργοδότη, από οργανισμούς εκπροσώπησης του κλάδου ή από διεθνείς οργανισμούς όπως η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας και η Διεθνής Επιτροπή Προστασίας από Μη Ιοντίζουσες Ακτινοβολίες.</p>
η) πολλαπλές πηγές έκθεσης σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία	<p>Από τις πληροφορίες που αναφέρονται στα στοιχεία α) και β) μπορεί να προσδιοριστεί το ποσοστό της οριακής τιμής έκθεσης που παρέχεται από κάθε πηγή τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας. Μια απλοποιημένη προσέγγιση είναι να υπολογιστούν οι τιμές αυτές για όλες τις πηγές στις οποίες μπορεί να εκτεθούν οι εργαζόμενοι και να προστεθούν τα ποσοστά. Αν το άθροισμα είναι μικρότερο από ένα, τότε πιθανότητα δεν υφίσταται υπέρβαση των οριακών τιμών. Αν το άθροισμα υπερβαίνει το ένα, τότε χρειάζεται μια πιο λεπτομερής εκτίμηση.</p>
θ) ταξινόμηση των λέιζερ σύμφωνα με το οικείο IEC πρότυπο και, όσον αφορά τεχνητές πηγές που ενδέχεται να προκαλέσουν βλάβες παρόμοιες με εκείνες από λέιζερ κατηγορίας 3B ή 4, σε κάθε ανάλογη ταξινόμηση	<p>Τα προϊόντα λέιζερ κατηγορίας 3 και 4 εκπέμπουν προσιτή ακτινοβολία λέιζερ που μπορεί να προκαλέσει υπέρβαση των οριακών τιμών. Όμως, υπό ορισμένες συνθήκες, μπορεί να χρειάζονται εκτίμηση και τα λέιζερ κατηγορίας χαμηλότερου κινδύνου. Το EN 62471 κατατάσσει τις πηγές τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας χωρίς λέιζερ σε διαφορετικό σύστημα ταξινόμησης. Οι συσκευές της ομάδας κινδύνου 3 πρέπει να αξιολογούνται, αλλά θα πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη τα πιθανά σενάρια έκθεσης για τις ομάδες χαμηλού κινδύνου.</p>
ι) πληροφορίες που παρέχουν οι κατασκευαστές πηγών οπτικής ακτινοβολίας και συναφούς εξοπλισμού εργασίας σύμφωνα με τις οικείες κοινοτικές οδηγίες	<p>Οι εργοδότες πρέπει να ζητούν επαρκείς πληροφορίες από τους κατασκευαστές και τους προμηθευτές των πηγών τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας και των προϊόντων για να διασφαλίσουν ότι μπορούν να πραγματοποιήσουν τις εκτιμήσεις που προβλέπονται από την οδηγία. Προτείνεται ότι η διαθεσιμότητα των πληροφοριών αυτών μπορεί να αποτελεί τη βάση της πολιτικής προμηθειών.</p>

## 4.2. Άρθρο 5 — Διατάξεις που αποσκοπούν στην αποφυγή ή τη μείωση των κινδύνων

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι, σε αντίθεση με πολλούς άλλους κινδύνους, η μείωση της τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας κάτω από ένα ορισμένο επίπεδο μπορεί πραγματικά να αυξήσει τον κίνδυνο τραυματισμού. Ένα

προφανές παράδειγμα είναι ο φωτισμός ενός χώρου. Οι ενδεικτικές λυχνίες και τα σήματα πρέπει να εκπέμπουν το σωστό επίπεδο οπτικής ακτινοβολίας για να εκπληρώσουν τον σκοπό τους. Επομένως, το άρθρο 5 εστιάζει στην αποφυγή ή τη μείωση των κινδύνων. Η χρησιμοποιούμενη προσέγγιση είναι παρόμοια με την οδηγία 89/391/ΕΟΚ και οι αρχές αυτές αναλύονται εκτενέστερα στο κεφάλαιο 9 του παρόντος οδηγού.

### 4.3. Άρθρο 6 — Ενημέρωση και κατάρτιση των εργαζομένων

Οι απαιτήσεις του άρθρου 6 είναι παρόμοιες με εκείνες της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ. Είναι σημαντικό οι κίνδυνοι να εξετάζονται συνδυαστικά. Οι εργαζόμενοι πρέπει να γνωρίζουν ότι πολλές από τις πηγές τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας στον χώρο εργασίας δεν παρουσιάζουν κίνδυνο για την υγεία τους και μάλιστα πολλοί συμβάλλουν στην ευημερία τους. Όταν όμως έχουν εντοπιστεί κίνδυνοι, τότε πρέπει να παρέχεται η δέουσα ενημέρωση και κατάρτιση. Το ζήτημα αυτό εξετάζεται εκτενέστερα στο κεφάλαιο 9.

### 4.4. Άρθρο 7 — Διαβουλεύσεις και συμμετοχή των εργαζομένων

Το άρθρο αυτό αναφέρεται στις απαιτήσεις σύμφωνα με την οδηγία 89/391/ΕΟΚ.

### 4.5. Άρθρο 8 — Επίβλεψη της υγείας

Το άρθρο 8 βασίζεται στις απαιτήσεις της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ. Πολλές από τις συγκεκριμένες λεπτομέρειες μπορεί να εξαρτώνται από τα συστήματα που εφαρμόζουν τα κράτη μέλη. Κάποιες κατευθύνσεις σχετικά με την επίβλεψη της υγείας παρέχονται στο κεφάλαιο 11 του παρόντος οδηγού.

### 4.6. Σύνοψη

Πολλές από τις απαιτήσεις της οδηγίας καλύπτονται ήδη από άλλες οδηγίες, και ειδικότερα από την οδηγία 89/391/ΕΟΚ (βλ. προσάρτημα Ε). Συγκεκριμένες κατευθύνσεις για τον τρόπο συμμόρφωσης με τα άρθρα της οδηγίας παρέχονται στα κεφάλαια του παρόντος οδηγού.

# 5. Χρήση των ορίων έκθεσης

Τα παραρτήματα I και II της οδηγίας προβλέπουν οριακές τιμές έκθεσης (ΟΤΕ) για την ασύμφωνη οπτική ακτινοβολία και την ακτινοβολία λέιζερ, αντίστοιχα. Οι εν λόγω ΟΤΕ λαμβάνουν υπόψη τη βιολογική αποτελεσματικότητα της οπτικής ακτινοβολίας στην πρόκληση βλαβών σε διάφορα μήκη κύματος, τη διάρκεια της έκθεσης στην οπτική ακτινοβολία και τον ιστό-στόχο. Οι ΟΤΕ βασίζονται στις κατευθυντήριες γραμμές που δημοσίευσε η Διεθνής Επιτροπή Προστασίας από Μη Ιοντίζουσες Ακτινοβολίες (ICNIRP). Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις βασικές αρχές των ΟΤΕ παρέχονται στις κατευθυντήριες γραμμές, οι οποίες είναι διαθέσιμες στον δικτυακό τόπο [www.icnirp.org](http://www.icnirp.org) (βλ. παραπομπές). Αξίζει να σημειωθεί ότι η ICNIRP μπορεί να τροποποιήσει τις εν λόγω κατευθυντήριες γραμμές: εάν αυτό συμβεί, μπορεί έπειτα να τροποποιηθούν οι ΟΤΕ της οδηγίας.

Παρόμοια, αλλά όχι πανομοιότυπα, όρια έκθεσης έχουν επίσης δημοσιευθεί από την Αμερικανική Ένωση Υγιονολόγων Βιομηχανίας (ACGIH).

Είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε την περιοχή μήκους κύματος της οπτικής ακτινοβολίας πριν επιλέξουμε τη σωστή ΟΤΕ. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι περισσότερες από μία ΟΤΕ μπορούν να εφαρμοστούν σε μία συγκεκριμένη περιοχή μήκους κύματος. Οι ΟΤΕ για την ακτινοβολία λέιζερ είναι συνήθως πιο απλό να καθοριστούν, επειδή η εκπομπή βρίσκεται σε ένα μήκος κύματος. Όμως, όσον αφορά τα προϊόντα λέιζερ που εκπέμπουν ακτίνες λέιζερ σε περισσότερα από ένα μήκη κύματος ή τα σενάρια έκθεσης που ενέχουν πολλές πηγές, μπορεί να χρειάζεται να αποδοθεί προσοχή σε πρόσθετες επιπτώσεις.

Η πλήρης ανάλυση της έκθεσης των εργαζομένων και η σύγκριση με τις ΟΤΕ μπορεί να αποτελεί σύνθετη διαδικασία και να ξεπερνά το πεδίο εφαρμογής του παρόντος οδηγού. Οι πληροφορίες που παρουσιάζονται παρακάτω βοηθούν τους εργοδότες να κρίνουν εάν πρέπει να ζητήσουν περαιτέρω βοήθεια.

## 5.1. ΟΤΕ των λέιζερ

Το σύστημα ταξινόμησης των λέιζερ (βλ. κεφάλαιο 8.1.1) παρέχει κατευθύνσεις στους χρήστες σχετικά με το μέγεθος του κινδύνου της ακτίνας λέιζερ —όπως εκτιμάται υπό συγκεκριμένες συνθήκες μέτρησης. Τα προϊόντα λέιζερ κατηγορίας 1 πρέπει να είναι ασφαλή για κανονική χρήση και επομένως δεν πρέπει να χρειάζονται περαιτέρω αξιολόγηση. Αξιολόγηση χρειάζεται όμως όταν διατηρείται ή επισκευάζεται ένα προϊόν λέιζερ κατηγορίας 1, εάν το προϊόν αυτό περιέχει ενσωματωμένο λέιζερ ανώτερης κατηγορίας. Εκτός εάν παρασχεθούν πληροφορίες που αποδεικνύουν το αντίθετο, οι εργοδότες πρέπει να θεωρούν ότι οι ακτίνες λέιζερ κατηγορίας 3B και κατηγορίας 4 παρουσιάζουν κίνδυνο τραυματισμού των ματιών. Τα λέιζερ κατηγορίας 4 παρουσιάζουν επίσης κίνδυνο τραυματισμού του δέρματος.

Πρέπει να διορίζεται κάποιος υπεύθυνος, όπως ένας υπεύθυνος ασφάλειας των λέιζερ, όταν χρησιμοποιούνται λέιζερ κατηγορίας 3B και 4.

Η κατάταξη ενός προϊόντος λέιζερ στην κατηγορία 2 γίνεται εφόσον δεν υφίσταται υπέρβαση της ΟΤΕ σε μια τυχαία έκθεση έως και 0,25 s. Εάν η χρήση του προϊόντος σημαίνει ότι τα μάτια των εργαζομένων είναι πιθανό να εκτεθούν κατ' επανάληψη στη δέσμη του λέιζερ, τότε θα πρέπει να διενεργηθεί μια πιο λεπτομερής αξιολόγηση για να κριθεί εάν μπορεί να υπάρξει υπέρβαση της ΟΤΕ.

Τα λέιζερ κατηγορίας 1M, 2M και 3R λέιζερ πρέπει να αξιολογούνται για τον προσδιορισμό των πιθανών σεναρίων έκθεσης.

Οι ΟΤΕ για την ακτινοβολία λέιζερ παρουσιάζονται στο παράρτημα II της οδηγίας, η οποία παρατίθεται στο προσάρτημα IB του παρόντος οδηγού. Οι ΟΤΕ εκφράζονται ως ακτινοβολισμός (βατ ανά τετραγωνικό μέτρο,  $W \cdot m^2$ ) ή έκθεση σε ακτινοβολία (τζάουλ ανά τετραγωνικό μέτρο,  $J \cdot m^{-2}$ ).

Πρέπει να υπολογίζεται ο μέσος όρος του ακτινοβολισμού ή της έκθεσης σε ακτινοβολία από μια δέσμη λέιζερ σε ένα άνοιγμα, το οποίο ονομάζεται περιοριστικό άνοιγμα, όπως ορίζεται στους πίνακες 2.2, 2.3 και 2.4 του παραρτήματος II της οδηγίας, κατά τον υπολογισμό του ακτινοβολισμού ή της έκθεσης σε ακτινοβολία.

Για να βρείτε τον σωστό πίνακα ΟΤΕ λέιζερ:

Έκθεση ματιών — μικρής διάρκειας (<10 s) — Πίνακας 2.2

Έκθεση ματιών — 10 s και πάνω — Πίνακας 2.3

Έκθεση δέρματος — Πίνακας 2.4

Η απόφαση σχετικά με τον χρόνο έκθεσης εξαρτάται από το αν η έκθεση είναι τυχαία ή σκόπιμη. Στην περίπτωση τυχαίας έκθεσης, υπολογίζονται γενικά 0,25 s για ακτίνες λέιζερ 400–700 nm και 10 ή 100 s για όλα τα άλλα μήκη κύματος, όπου το μάτι είναι το όργανο το οποίο εκτίθεται. Εάν εκτίθεται μόνο το δέρμα, τότε υπολογίζονται 10 ή 100 s για όλα τα μήκη κύματος.

Είναι δυνατόν να υπολογιστεί η μέγιστη ισχύς μέσω του δηλούμενου ανοίγματος γι' αυτές τις διάρκειες έκθεσης πριν υπάρξει υπέρβαση της ΟΤΕ. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών αυτών παρουσιάζονται παρακάτω για την έκθεση των ματιών σε μια δέσμη λέιζερ συνεχούς κύματος με μικρή πηγή.

Περιοχή μήκους κύματος (nm)	Περιοριστικό άνοιγμα (mm)	Διάρκεια έκθεσης (s)	ΟΤΕ ( $W \cdot m^{-2}$ )	Μέγιστη ισχύς μέσω ανοίγματος (W)	Μέγιστη ισχύς μέσω ανοίγματος (mW)
180 έως 302,5	1	10	3,0	0,000 002 4	0,002 4
≥ 302,5 έως 315	1	10	3,16 έως 1 000	0,000 002 5 έως 0,000 79	0,002 5 έως 0,79
305	1	10	10	0,000 007 9	0,007 9
308	1	10	39,8	0,000 031	0,031
310	1	10	100	0,000 079	0,079
312	1	10	251	0,000 20	0,20
≥ 315 έως 400	1	10	1 000	0,000 79	0,79
≥ 400 έως 450	7	0,25	25,4	0,000 98	0,98
≥ 450 έως 500	7	0,25	25,4	0,000 98	0,98
≥ 500 έως 700	7	0,25	25,4	0,000 98	0,98
≥ 700 έως 1 050	7	10	10 έως 50	0,000 39 έως 0,001 9	0,39 έως 1,9
750	7	10	12,5	0,000 49	0,49
800	7	10	15,8	0,000 61	0,61
850	7	10	19,9	0,000 77	0,77
900	7	10	25,1	0,000 97	0,97
950	7	10	31,6	0,001 2	1,2
1 000	7	10	39,8	0,001 5	1,5
≥ 1 050 έως 1 400	7	10	50 έως 400	0,001 9 έως 0,015	1,9 έως 15
≥ 1 050 έως 1 150	7	10	50	0,001 9	1,9
1 170	7	10	114	0,004 4	4,4
1 190	7	10	262	0,010	10
≥ 1 200 έως 1 400	7	10	400	0,015	15
≥ 1 400 έως 1 500	3,5	10	1 000	0,009 6	9,6
≥ 1 500 έως 1 800	3,5	10	1 000	0,009 6	9,6
≥ 1 800 έως 2 600	3,5	10	1 000	0,009 6	9,6
≥ 2 600 έως $10^5$	3,5	10	1 000	0,009 6	9,6
≥ $10^5$ έως $10^6$	11	10	1 000	0,095	95

Περαιτέρω κατευθύνσεις για την αξιολόγηση των ΟΤΕ παρέχονται στο IEC TR 60825-14. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το έγγραφο χρησιμοποιεί τον όρο μέγιστη επιτρεπόμενη έκθεση (maximum permissible exposure — MPE) αντί του όρου ΟΤΕ.

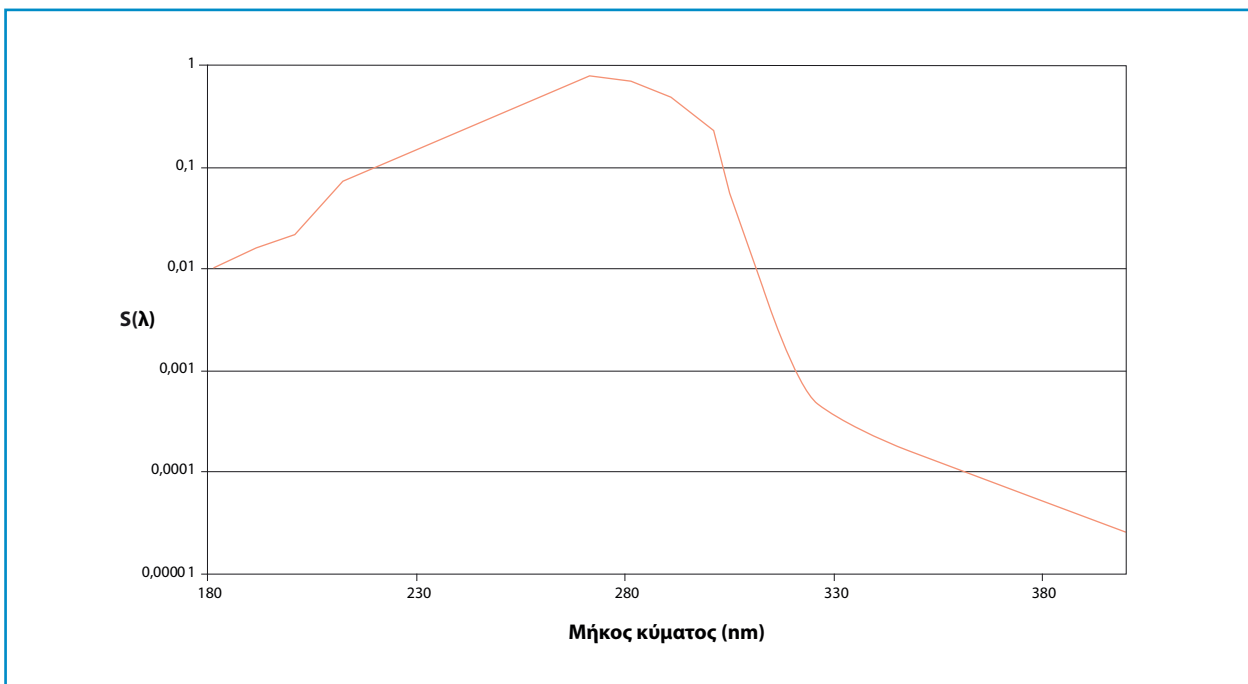
## 5.2. Ασύμφωνη οπτική ακτινοβολία

Η χρήση των ΟΤΕ για την ασύμφωνη οπτική ακτινοβολία είναι γενικά πιο περίπλοκη απ' ό,τι για την ακτινοβολία λέιζερ. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η έκθεση των εργαζομένων μπορεί να είναι σε ένα εύρος από μήκη κύματος και όχι σε ένα μόνο μήκος κύματος. Μπορούν όμως να πραγματοποιηθούν ορισμένες απλουστευμένες

παραδοχές λαμβάνοντας υπόψη τη χειρότερη περίπτωση για να καθοριστεί εάν χρειάζεται λεπτομερέστερη αξιολόγηση.

Τρεις αδιάστατοι συντελεστές τροποποίησης παρουσιάζονται στους πίνακες 1.2 και 1.3 του παραρτήματος Ι της οδηγίας. Η σταθμιστική συνάρτηση  $S(\lambda)$  εφαρμόζεται από τα 180 έως τα 400 nm και χρησιμοποιείται για την τροποποίηση της φασματικής ακτινοβολήσης ή της φασματικής έκθεσης σε ακτινοβολία για να ληφθεί υπόψη ο βαθμός στον οποίο οι αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία για τα μάτια και το δέρμα εξαρτώνται από το μήκος κύματος. Όταν έχει εφαρμοστεί μια σταθμιστική συνάρτηση, τα προκύπτοντα δεδομένα συνήθως αναφέρονται με όρους, όπως ενεργός ακτινοβολισμός ή ενεργός έκθεση σε ακτινοβολία.

Σχήμα 5.1 — Σταθμιστική συνάρτηση  $S(\lambda)$



Η κορυφαία τιμή για τη  $S(\lambda)$  είναι 1,0 στα 270 nm. Μια απλή προσέγγιση είναι να υποθέσουμε ότι το σύνολο των εκπομπών μεταξύ 180 nm και 400 nm είναι στα 270 nm [δεδομένου ότι η συνάρτηση  $S(\lambda)$  έχει μέγιστη τιμή 1, αυτό ισοδυναμεί με το να αγνοήσουμε εντελώς τη συνάρτηση]. Εφόσον η ΟΤΕ εκφράζεται ως έκθεση σε ακτινοβολία ( $J \cdot m^{-2}$ ), εάν είναι γνωστός ο ακτινοβολισμός της πηγής μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο παρακάτω πίνακας για να προσδιοριστεί ο μέγιστος χρόνος που μπορεί να

εκτεθεί ο εργαζόμενος χωρίς να υπερβεί την ΟΤΕ, η οποία ορίζεται στα  $30 J \cdot m^{-2}$ .

Αν δεν υπάρξει υπέρβαση του χρόνου αυτού, θεωρώντας ότι το σύνολο των εκπομπών είναι στα 270 nm, τότε δεν χρειάζεται περαιτέρω αξιολόγηση. Αν υπάρξει υπέρβαση της ΟΤΕ, τότε χρειάζεται μια πιο λεπτομερής φασματική αξιολόγηση.

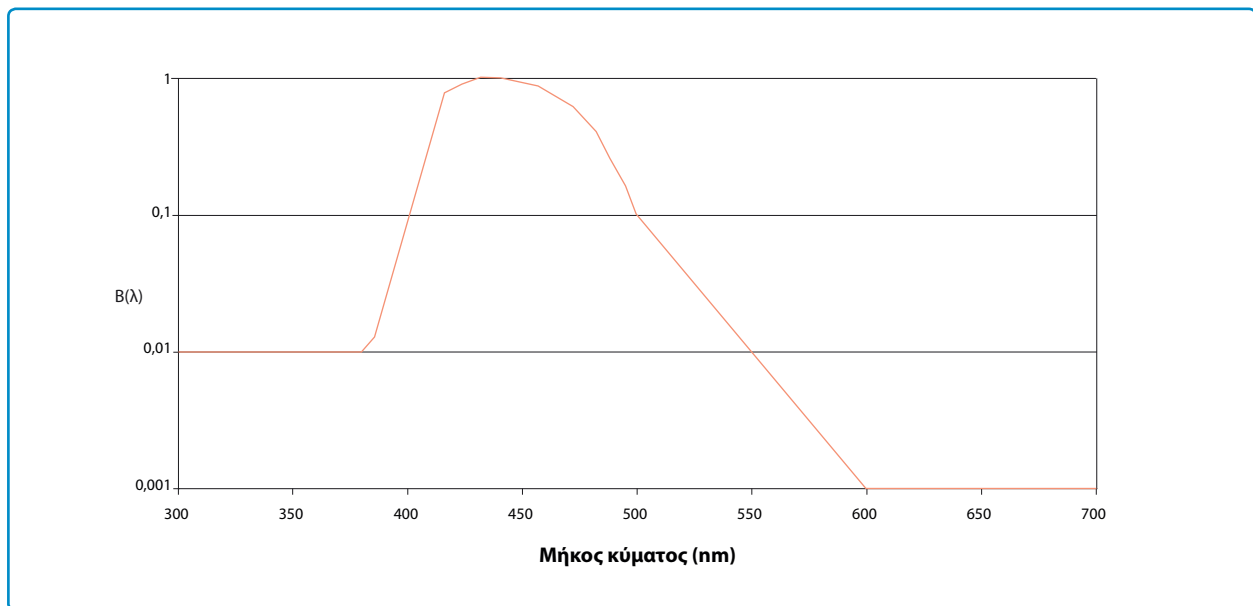


Διάρκεια έκθεσης σε διάστημα 8 ωρών	Ακτινοβολισμός (ενεργός) — $W \cdot m^{-2}$
8 ώρες	0,001
4 ώρες	0,002
2 ώρες	0,004
1 ώρα	0,008
30 λεπτά	0,017
15 λεπτά	0,033
10 λεπτά	0,05
5 λεπτά	0,1
1 λεπτά	0,5
30 δευτερόλεπτα	1,0
10 δευτερόλεπτα	3,0
1 δευτερόλεπτο	30
0,5 δευτερόλεπτο	60
0,1 δευτερόλεπτο	300

Ο συντελεστής  $B(\lambda)$  εφαρμόζεται μεταξύ 300 nm και 700 nm για να υπολογιστεί η εξάρτηση του κινδύνου φωτοχημικού τραυματισμού των ματιών από το μήκος

κύματος. Η εξάρτηση από το μήκος κύματος απεικονίζεται παρακάτω.

**Σχήμα 5.2** — Σταθμιστική συνάρτηση  $B(\lambda)$

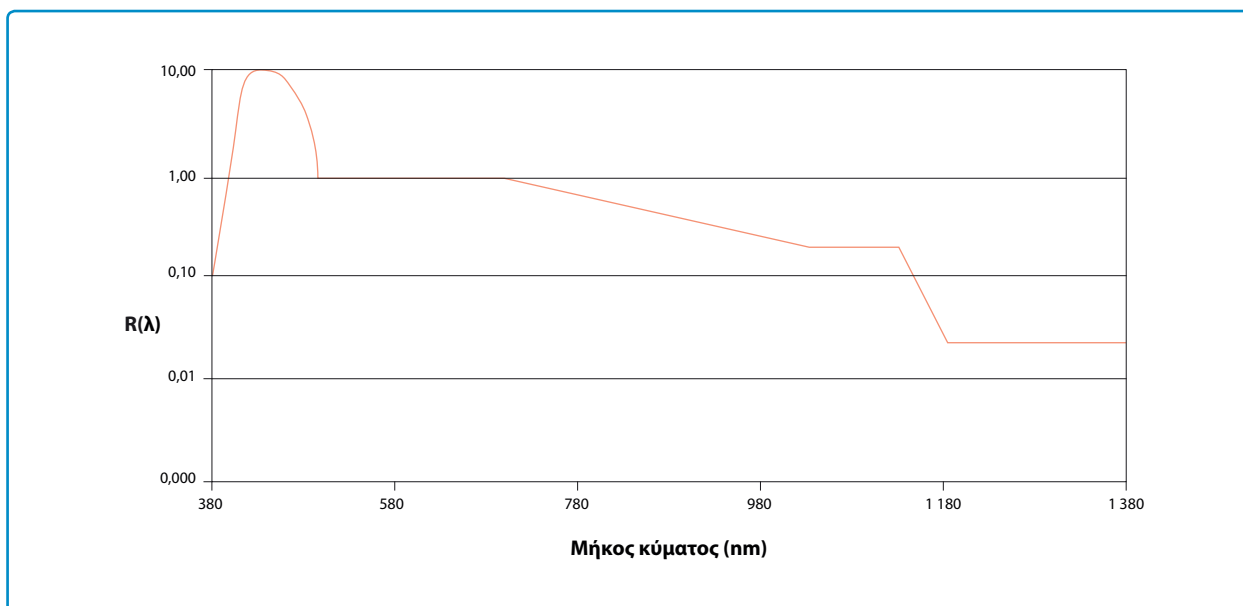


Ο σταθμιστικός συντελεστής κορυφής είναι 1,0 μεταξύ 435 και 440 nm. Εάν δεν υπάρχει υπέρβαση της ΟΤΕ υποθέτοντας ότι το σύνολο των εκπομπών μεταξύ 300 nm και 700 nm είναι περίπου στα 440 nm [δεδομένου ότι

η συνάρτηση  $B(\lambda)$  έχει μέγιστη τιμή 1, αυτό ισοδυναμεί με το να αγνοήσουμε εντελώς τη συνάρτηση], τότε δεν θα υπάρχει υπέρβαση όταν πραγματοποιηθεί πιο λεπτομερής αξιολόγηση.

Ο σταθμιστικός συντελεστής  $R(\lambda)$  ορίζεται μεταξύ 380 και 1 400 nm και απεικονίζεται παρακάτω.

**Σχήμα 5.3 — Σταθμιστική συνάρτηση  $R(\lambda)$**



Η κορυφή του συντελεστή  $R(\lambda)$  είναι μεταξύ 435 και 440 nm. Εάν δεν υπάρχει υπέρβαση της ΟΤΕ υποθέτοντας ότι το σύνολο των εκπομπών μεταξύ 380 nm και 1 400 nm είναι περίπου στα 440 nm [δεδομένου ότι η συνάρτηση  $R(\lambda)$  έχει μέγιστη τιμή 10, αυτό ισοδυναμεί με το να πολλαπλασιάσουμε όλες τις σταθμισμένες τιμές με το 10], τότε δεν θα υπάρχει υπέρβαση όταν πραγματοποιηθεί πιο λεπτομερής αξιολόγηση.

Ο πίνακας 1.1 του παραρτήματος Ι της οδηγίας προβλέπει τις ΟΤΕ για διάφορα μήκη κύματος. Σε ορισμένες περιοχές μήκους κύματος ισχύουν περισσότερα από ένα όρια έκθεσης. Δεν πρέπει να υπάρχει υπέρβαση για κανένα από τα σχετικά όρια έκθεσης.

### 5.3. Παραπομπές

«Αναθεώρηση των κατευθυντήριων γραμμών σχετικά με τα όρια της έκθεσης στην ακτινοβολία λέιζερ με μήκος κύματος μεταξύ 400 nm και 1,4 μm», *Health Physics* 79 (4), 2000, σ. 431–440

«Κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με τα όρια έκθεσης σε ευρείας ζώνης ασύμφωνη οπτική ακτινοβολία (0,38 έως 3μm)», *Health Physics* 73 (3): 1997, σ. 539–554

«Κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με τα όρια έκθεσης στην ακτινοβολία λέιζερ με μήκος κύματος μεταξύ 180 nm και 1 mm», *Health Physics* 71 (5), 1996, σ. 804–819

«Κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με τα όρια έκθεσης στην ακτινοβολία UV», *Health Physics* 71 (6), 1996, σ. 978

«Κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με τα όρια έκθεσης στην υπεριώδη ακτινοβολία με μήκος κύματος μεταξύ 180 nm και 400 nm (ασύμφωνη οπτική ακτινοβολία)», *Health Physics* 87 (2), 2004, σ. 171–186

# 6. Αξιολόγηση κινδύνων στο πλαίσιο της οδηγίας

Η αξιολόγηση κινδύνων αποτελεί μια γενική απαίτηση της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ. Η προσέγγιση που παρουσιάζεται στον παρόντα οδηγό βασίζεται στη σταδιακή προσέγγιση για την αξιολόγηση κινδύνων του Ευρωπαϊκού Οργανισμού για την Ασφάλεια και την Υγεία στην Εργασία:

Μια σταδιακή προσέγγιση για την αξιολόγηση κινδύνων

Στάδιο 1. Προσδιορισμός των κινδύνων και των ατόμων που κινδυνεύουν

Στάδιο 2. Αξιολόγηση και ιεράρχηση των κινδύνων

Στάδιο 3. Καθορισμός των προληπτικών μέτρων

Στάδιο 4. Ανάληψη δράσης

Στάδιο 5. Παρακολούθηση και αναθεώρηση

Μια πλήρης αξιολόγηση κινδύνων πρέπει να λαμβάνει υπόψη όλους τους κινδύνους που συνδέονται με την εργασιακή δραστηριότητα. Για τους σκοπούς όμως της οδηγίας, μόνο ο κίνδυνος από την οπτική ακτινοβολία εξετάζεται εδώ. Για ορισμένες εφαρμογές, ο κατασκευαστής του προϊόντος θα παράσχει επαρκείς πληροφορίες για να διαπιστωθεί ότι ο κίνδυνος ελέγχεται επαρκώς. Επομένως, η διαδικασία εκτίμησης των κινδύνων δεν χρειάζεται να είναι ιδιαίτερα δαπανηρή. Εκτός εάν προβλέπεται από την εθνική νομοθεσία, η αξιολόγηση κινδύνων δεν χρειάζεται να καταγράφεται για τις ασήμαντες πηγές. Οι εργοδότες όμως μπορούν να αποφασίσουν να δημιουργήσουν αρχείο για να αποδείξουν ότι έχει πραγματοποιηθεί εκτίμηση.

## 6.1. Στάδιο 1. Προσδιορισμός των κινδύνων και των ατόμων που κινδυνεύουν

Όλες οι πηγές οπτικής ακτινοβολίας πρέπει να προσδιορίζονται. Ορισμένες πηγές θα έχουν ήδη περιληφθεί στο εσωτερικό του εξοπλισμού, ώστε να μην είναι δυνατή η έκθεση των εργαζομένων στη διάρκεια της κανονικής χρήσης. Θα πρέπει όμως να εξεταστεί πώς οι εργαζόμενοι μπορεί να εκτεθούν καθ' όλη τη διάρκεια ζωής της πηγής. Εάν οι εργαζόμενοι κατασκευάζουν προϊόντα με οπτική ακτινοβολία, τότε μπορεί να διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο από τους χρήστες. Ο τυπικός κύκλος ζωής ενός προϊόντος με οπτική ακτινοβολία είναι ως εξής:

Κύκλος ζωής του προϊόντος

1. Κατασκευή
2. Δοκιμή
3. Εγκατάσταση
4. Προγραμματισμός και σχεδιασμός
5. Θέση σε λειτουργία
6. Κανονική λειτουργία
7. Είδη βλάβης
8. Συντήρηση ρουτίνας
9. Επισκευή
10. Τροποποίηση
11. Διάθεση

Έκθεση σε οπτική ακτινοβολία συνήθως υπάρχει όταν το προϊόν είναι σε λειτουργία. Οι κίνδυνοι 1 έως 3 μπορεί να συμβούν στις εγκαταστάσεις άλλου εργοδότη. Οι κίνδυνοι 4 έως 10 συνήθως εμφανίζονται στον συνήθη χώρο εργασίας. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι ορισμένα μέρη του κύκλου ζωής είναι στην πραγματικότητα κυκλικά. Για παράδειγμα, ένα τμήμα του εξοπλισμού εργασίας μπορεί να χρειάζεται συντήρηση ρουτίνας κάθε εβδομάδα, ενώ συντήρηση μπορεί να χρειάζεται κάθε έξι μήνες. Μπορεί να χρειάζεται κάποια δοκιμαστική λειτουργία έπειτα από κάθε επισκευαστική εργασία. Άλλες φορές, το τμήμα του εξοπλισμού εργασίας είναι στο στάδιο «κανονικής λειτουργίας».

Ο εργοδότης θα πρέπει να ελέγξει ποιες ομάδες εργαζομένων ή εργολάβων είναι πιθανό να εκτίθενται σε οπτική ακτινοβολία σε κάθε μέρος του κύκλου ζωής.

### Στάδιο 1

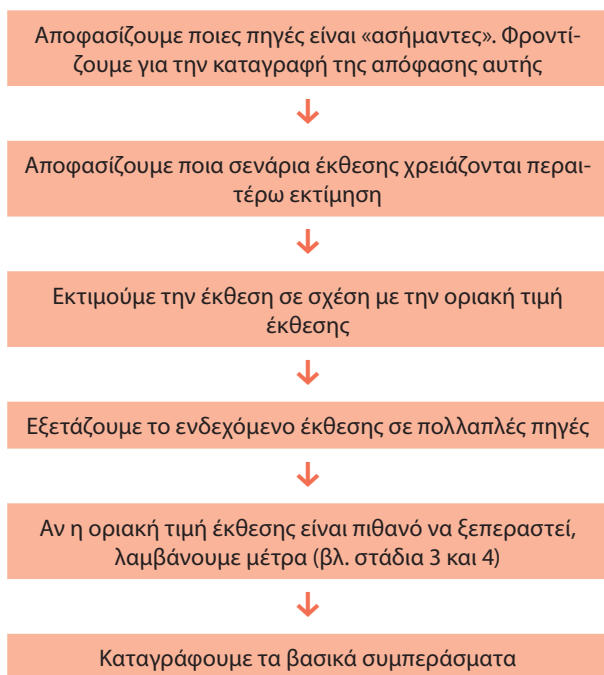
Καταγραφή όλων των πιθανών πηγών έκθεσης σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία και προσδιορισμός των ατόμων που μπορεί να εκτίθενται στην ακτινοβολία αυτή.

## 6.2. Στάδιο 2. Αξιολόγηση και ιεράρχηση των κινδύνων

Η οδηγία προβλέπει ότι η έκθεση των εργαζομένων στην οπτική ακτινοβολία πρέπει να είναι μικρότερη από τις οριακές τιμές έκθεσης που αναφέρονται στα παραρτήματα I και II της οδηγίας. Πολλές πηγές οπτικής ακτινοβολίας στον χώρο εργασίας είναι ασήμαντες. Το προσάρτημα Α του παρόντος οδηγού παρέχει κατευθύνσεις για ορισμένες ειδικές εφαρμογές. Η απόφαση για το κατά πόσον μια πηγή είναι ασήμαντη εξαρτάται επίσης από τον αριθμό των πηγών στις οποίες είναι πιθανό να εκτίθεται ο εργαζόμενος. Για μία και μόνο πηγή, εάν η έκθεση στο σημείο του εργαζόμενου είναι μικρότερη από το 20 % των ΟΤΕ σε μια ολόκληρη εργάσιμη ημέρα, τότε μπορεί να θεωρηθεί ασήμαντη. Εάν υπάρχουν όμως δέκα τέτοιες πηγές, τότε η έκθεση από κάθε πηγή θα πρέπει να είναι μικρότερη από το 2 % των ΟΤΕ για να θεωρηθεί ασήμαντη.

Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι η οδηγία απαιτεί οι «κίνδυνοι» να εξαλειφθούν ή να μειωθούν στο ελάχιστο. Αυτό δεν σημαίνει απαραίτητα ότι η ποσότητα οπτικής ακτινοβολίας πρέπει να μειωθεί στο ελάχιστο. Είναι σαφές ότι το σβήσιμο όλων των φώτων θέτει σε κίνδυνο την ασφάλεια και αυξάνει τον κίνδυνο τραυματισμού.

Μια προσέγγιση για την αξιολόγηση του κινδύνου έχει ως εξής:



Ο καθορισμός του κινδύνου έκθεσης, δηλ. πόσο πιθανή είναι η έκθεση, μπορεί να μην είναι απλός. Στον χώρο εργασίας μπορεί να υπάρχει μια καλά παραλληλισμένη ακτίνα λέιζερ, οπότε ο κίνδυνος έκθεσης στην ακτίνα λέιζερ μπορεί να είναι μικρός. Οι συνέπειες όμως, σε περίπτωση που υπάρξει έκθεση, μπορεί να είναι μεγάλες. Αντίθετα, ο κίνδυνος έκθεσης στην οπτική ακτινοβολία από πολλές ασύμφωνες τεχνητές πηγές μπορεί να είναι υψηλός αλλά οι συνέπειες μπορεί να είναι λίγες.

Στους περισσότερους χώρους εργασίας, δεν υπάρχει λόγος ποσοτικοποίησης του κινδύνου έκθεσης πέρα από τον προσδιορισμό μιας κατά την «κοινή λογική» υψηλής, μεσαίας ή χαμηλής πιθανότητας.



Η οδηγία δεν ορίζει τον όρο «ενδέχεται» ως «ενδέχεται να εκτεθούν». Επομένως, αρκεί η κοινή λογική, εκτός εάν προβλέπεται διαφορετικά από τις εθνικές απαιτήσεις.

Στάδιο 2
Καταγραφή των ασήμαντων πηγών
Καταγραφή των πηγών όπου υπάρχει κίνδυνος υπέρβασης της οριακής τιμής έκθεσης
Λήψη απόφασης σχετικά με τον κίνδυνο
Έλεγχος εάν υπάρχουν εργαζόμενοι που μπορεί να είναι ιδιαίτερα φωτοευαίσθητοι
Ιεράρχηση των μέτρων ελέγχου για τις πηγές που ενδέχεται να εκθέσουν τους εργαζομένους πάνω από την οριακή τιμή έκθεσης

Παρά το γεγονός ότι οι οριακές τιμές έκθεσης για την υπεριώδη ακτινοβολία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καθοριστεί ο μέγιστος ακτινοβολισμός που μπορεί να δεχθεί ένας εργαζόμενος κατά τη διάρκεια μιας εργάσιμης ημέρας, μια τέτοια επαναλαμβανόμενη έκθεση κάθε εργάσιμη ημέρα δεν είναι το ιδανικότερο. Θα πρέπει να αποδοθεί προσοχή στη μείωση της έκθεσης στην υπεριώδη ακτινοβολία σε τιμές όσο το δυνατόν πιο χαμηλές και όχι στην εργασία που ενέχει έκθεση έως την οριακή τιμή έκθεσης.

## 6.3. Στάδιο 3. Καθορισμός των προληπτικών μέτρων

Το κεφάλαιο 9 του παρόντος οδηγού παρέχει κατευθύνσεις σχετικά με τα μέτρα ελέγχου που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος έκθεσης στην τεχνητή οπτική ακτινοβολία. Η συλλογική προστασία είναι γενικά προτιμότερη από την ατομική προστασία.

**Στάδιο 3**

Καθορισμός των κατάλληλων προληπτικών μέτρων

Καταγραφή των λόγων καθορισμού

## 6.4. Στάδιο 4. Ανάλυση δράσης

Είναι απαραίτητη η εφαρμογή προληπτικών μέτρων. Η απόφαση σχετικά με τον κίνδυνο από την έκθεση σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία θα καθορίσει κατά πόσον η εργασία μπορεί να συνεχιστεί με προσοχή έως ότου εφαρμοστούν τα προληπτικά μέτρα ή αν η εργασία θα πρέπει να σταματήσει μέχρι να εφαρμοστούν.

**Στάδιο 4**

Λήψη απόφασης σχετικά με το κατά πόσο μπορεί να συνεχιστεί η εργασία

Εφαρμογή προληπτικών μέτρων

Ενημέρωση των εργαζομένων για τους λόγους των προληπτικών μέτρων

## 6.5. Στάδιο 5. Παρακολούθηση και αναθεώρηση

Είναι σημαντικό να καθοριστεί εάν η αξιολόγηση κινδύνων ήταν αποτελεσματική και εάν τα προληπτικά μέτρα είναι επαρκή. Είναι επίσης αναγκαίο να αναθεωρείται η αξιολόγηση κινδύνων αν αλλάξουν οι πηγές τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας ή τροποποιηθούν οι πρακτικές εργασίας.

Οι εργαζόμενοι δεν είναι απαραίτητο να γνωρίζουν ότι είναι φωτοευαίσθητοι ή μπορεί να αναπτύξουν φωτοευαισθησία αφού ολοκληρωθεί η αξιολόγηση κινδύνων. Όλες οι καταγγελίες θα πρέπει να καταγράφονται και, κατά περίπτωση, θα πραγματοποιείται επίβλεψη της υγείας (βλ. κεφάλαιο 11 του παρόντος οδηγού). Είναι πιθανό να χρειαστεί να αλλαχθεί/-ούν η/οι πηγή/-ές της τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας ή διαφορετικά να προσαρμοστούν οι εργασιακές πρακτικές.

**Στάδιο 5**

Λήψη απόφασης σχετικά με το κατάλληλο διάστημα περιοδικής αναθεώρησης — ίσως 12 μήνες

Διασφάλιση της διενέργειας αναθεωρήσεων εάν αλλάξει η κατάσταση, όπως εάν εμφανιστούν νέες πηγές, εάν αλλάξουν οι πρακτικές εργασίας ή προκύψουν δυσμενή συμβάντα

Καταγραφή των αναθεωρήσεων και των πορισμάτων

## 6.6. Παραπομπές

Ευρωπαϊκός Οργανισμός για την Ασφάλεια και την Υγεία στην Εργασία: <http://osha.europa.eu/en/topics/riskassessment>

# 7. Μέτρηση της οπτικής ακτινοβολίας

## 7.1. Απαιτήσεις βάσει της οδηγίας

Η μέτρηση της οπτικής ακτινοβολίας είναι κάτι που μπορεί να γίνει στο πλαίσιο της διαδικασίας αξιολόγησης κινδύνων. Η οδηγία καθορίζει τις απαιτήσεις της για τις εκτιμήσεις κινδύνων στο άρθρο 4, το οποίο αναφέρει ότι:

«... προκειμένου περί εργαζομένων που εκτίθενται σε τεχνητές πηγές οπτικής ακτινοβολίας, ο εργοδότης εκτιμά και, εάν είναι αναγκαίο, μετρά ή/και υπολογίζει τα επίπεδα οπτικής ακτινοβολίας στα οποία ενδέχεται να εκτεθούν οι εργαζόμενοι...»

Η φράση αυτή επιτρέπει στον εργοδότη να καθορίσει τα επίπεδα έκθεσης του εργαζόμενου με άλλα μέσα εκτός των μετρήσεων, δηλ. με υπολογισμούς (χρησιμοποιώντας στοιχεία που παρέχονται από τρίτους, όπως ο κατασκευαστής).

Αν είναι δυνατόν να συγκεντρωθούν στοιχεία τα οποία επαρκούν για την αξιολόγηση κινδύνων, τότε η μέτρηση δεν είναι απαραίτητη. Αυτή είναι μια επιθυμητή κατάσταση: η μέτρηση της οπτικής ακτινοβολίας στον χώρο εργασίας αποτελεί μια πολύπλοκη διαδικασία. Ο εξοπλισμός μέτρησης πιθανόν να είναι σχετικά ακριβός και μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιτυχώς μόνο από το αρμόδιο άτομο. Ένας άπειρος χειριστής μπορεί εύκολα να κάνει λάθη που θα οδηγήσουν στη συγκέντρωση ανακριβών στοιχείων. Θα είναι επίσης συχνά αναγκαίο να συγκεντρώνονται στοιχεία χρόνου και κίνησης για τα καθήκοντα στον χώρο εργασίας που αποτελούν αντικείμενο της αξιολόγησης κινδύνων.

## 7.2. Αναζήτηση περαιτέρω υποστήριξης

Εάν ο εργοδότης δεν προτίθεται να αγοράσει και δεν έχει τις γνώσεις για να χρησιμοποιήσει εξοπλισμό μέτρησης της οπτικής ακτινοβολίας, τότε θα χρειαστεί υποστήριξη. Ο απαιτούμενος εξοπλισμός μέτρησης παρέχεται (μαζί με πληροφορίες σχετικά με τη χρήση του) από:

- εθνικούς οργανισμούς για την υγεία και την ασφάλεια·
- ερευνητικά ιδρύματα (όπως πανεπιστήμια με τμήμα οπτικής)·
- κατασκευαστές συσκευών οπτικής μέτρησης (και, ενδεχομένως, τους αντιπροσώπους τους)·
- εξειδικευμένα ιδιωτικά γραφεία μελετών για την υγεία και την ασφάλεια.

Κατά την επαφή με κάποια από αυτές τις πιθανές πηγές υποστήριξης, θα πρέπει να ελεγχθεί κατά πόσον αυτές μπορούν να αποδείξουν ότι:

- γνωρίζουν τα όρια έκθεσης και την εφαρμογή τους·
- διαθέτουν εξοπλισμό που μπορεί να μετρήσει το σύνολο των περιοχών μήκους κύματος που χρειάζεται·
- διαθέτουν εμπειρία στη χρήση του εξοπλισμού·
- διαθέτουν μέθοδο βαθμονόμησης του εξοπλισμού η οποία είναι καταγεγραμμένη σε κάποιο εθνικό πρότυπο·
- διαθέτουν την ικανότητα να εκτιμούν την αβεβαιότητα οποιωνδήποτε μετρήσεων γίνονται.

Εάν δεν εκπληρωθούν όλα αυτά τα κριτήρια, η αξιολόγηση κινδύνων μπορεί να είναι λανθασμένη λόγω:

- μη εφαρμογής των ορθών ορίων ή μη σωστής εφαρμογής τους·
- μη συγκέντρωσης δεδομένων τα οποία μπορούν να συγκριθούν με το σύνολο των ισχυόντων ορίων·
- σοβαρών σφαλμάτων στις αριθμητικές τιμές των δεδομένων·
- δεδομένων που δεν μπορούν να συγκριθούν με τα αντίστοιχα όρια για να προκύψει ένα κατηγορηματικό συμπέρασμα.

# 8. Χρήση των δεδομένων των κατασκευαστών

Λόγω της μεγάλης ποικιλίας πηγών εκπομπής οπτικής ακτινοβολίας, οι κίνδυνοι που προκύπτουν κατά τη χρήση τους ποικίλλουν σημαντικά. Τα δεδομένα που παρέχουν οι κατασκευαστές εξοπλισμού που εκπέμπει οπτική ακτινοβολία πρέπει να βοηθούν τους χρήστες στην αξιολόγηση κινδύνων και τον καθορισμό των απαιτούμενων μέτρων ελέγχου. Ειδικότερα, η ταξινόμηση ασφαλείας των πηγών με λέιζερ και χωρίς λέιζερ και των αποστάσεων κινδύνου μπορεί να είναι πολύ χρήσιμη στη διενέργεια της εκτίμησης κινδύνων.

## 8.1. Ταξινόμηση ασφαλείας

Τα συστήματα ταξινόμησης για τις πηγές με λέιζερ και χωρίς λέιζερ αναφέρουν τον πιθανό κίνδυνο αρνητικών επιπτώσεων στην υγεία. Ανάλογα με τις συνθήκες χρήσης, τον χρόνο έκθεσης ή το περιβάλλον, οι κίνδυνοι αυτοί μπορεί να επιφέρουν ή να μην επιφέρουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία. Με την ταξινόμηση, οι χρήστες μπορούν να επιλέξουν τα κατάλληλα μέτρα ελέγχου για την ελαχιστοποίηση των κινδύνων αυτών.

### 8.1.1. Ταξινόμηση ασφαλείας των λέιζερ

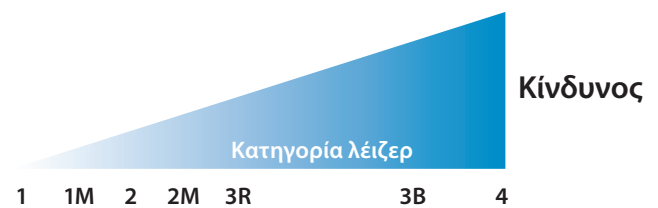
Η ταξινόμηση των λέιζερ βασίζεται στην έννοια του προσοιτού ορίου εκπομπής (ΠΟΕ) που ορίζεται για κάθε κατηγορία λέιζερ. Το ΠΟΕ λαμβάνει υπόψη όχι μόνο την ισχύ εξόδου του προϊόντος λέιζερ αλλά και την ανθρώπινη πρόσβαση στην εκπεμπόμενη ακτινοβολία λέιζερ. Τα λέιζερ χωρίζονται σε επτά κατηγορίες: όσο υψηλότερη είναι η κατηγορία τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να προκαλέσουν βλάβες. Ο κίνδυνος μπορεί να μειωθεί σημαντικά με τη λήψη πρόσθετων μέτρων προστασίας των χρηστών, καθώς και με επιπλέον μηχανικά μέσα ελέγχου, όπως περιβλήματα.

### Χρήσιμη υπενθύμιση

Το γράμμα «M» στην κατηγορία 1M και την κατηγορία 2M παραπέμπει στον όρο μεγεθυντικά οπτικά μέσα προβολής (Magnifying optical viewing instruments)

Το γράμμα «R» στην κατηγορία 3R παραπέμπει στους όρους μειωμένες ή επιεικείς (Reduced ή Relaxed) απαιτήσεις: μειωμένες απαιτήσεις τόσο για τον κατασκευαστή (π.χ. δεν απαιτείται διακόπτης με κλειδί, διακόπτης ή εξασθενητής δέσμης και σύνδεσμος μανδάλωσης) όσο και τον χρήστη

Το γράμμα «B» στην κατηγορία 3B έχει ιστορική προέλευση



#### 8.1.1.1. Κατηγορία 1

Προϊόντα λέιζερ που θεωρούνται ασφαλή κατά τη χρήση, καθώς και κατά τη μακρόχρονη άμεση έκθεση του ματιού στη δέσμη, ακόμη και όταν χρησιμοποιούνται οπτικά μέσα προβολής (φακοί ή κιάλια). Οι χρήστες προϊόντων λέιζερ κατηγορίας 1 κατά κανόνα εξαιρούνται από τους ελέγχους κινδύνων από την οπτική ακτινοβολία κατά την κανονική λειτουργία. Κατά τη διάρκεια συντήρησης ή επισκευής, οι χρήστες μπορεί να εκτεθούν σε υψηλότερο επίπεδο ακτινοβολίας.

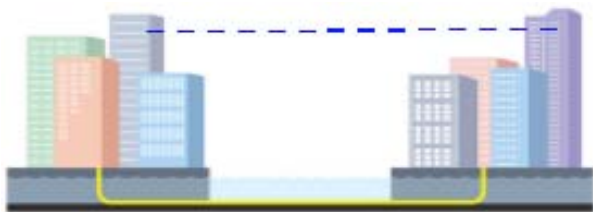


Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει προϊόντα που περιέχουν λέιζερ υψηλής ισχύος μέσα σε περίβλημα που εμποδίζει την έκθεση του ανθρώπου στην ακτινοβολία και δεν μπορεί να ανοίξει χωρίς τερματισμό της λειτουργίας του λέιζερ ή προϋποθέτουν εργαλεία για να έρθουν οι χρήστες σε επαφή με τη δέσμη του λέιζερ:

- εκτυπωτής λέιζερ,
- συσκευές αναπαραγωγής και εγγραφής CD και DVD,
- λέιζερ επεξεργασίας υλικών.

### 8.1.1.2. Κατηγορία 1M

Ασφαλή σε γυμνό μάτι υπό ευλόγως προβλέψιμες συνθήκες λειτουργίας, αλλά μπορεί να είναι επικίνδυνα αν ο χρήστης χρησιμοποιεί οπτικά μέσα (π.χ. φακούς ή τηλεσκόπια) μέσα στη δέσμη.



Παράδειγμα: ένα αποσυνδεδεμένο σύστημα επικοινωνίας οπτικών ινών.



Η έκθεση του ματιού στη δέσμη προϊόντων λέιζερ κατηγορίας 1 και 1M μπορεί παρ' όλα αυτά να προκαλέσει θάμβωση, ιδιαίτερα σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού περιβάλλοντος.

### 8.1.1.3. Κατηγορία 2

Προϊόντα λέιζερ που εκπέμπουν ορατή ακτινοβολία και είναι ασφαλή σε περίπτωση στιγμιαίας έκθεσης, ακόμη και όταν χρησιμοποιούνται οπτικά μέσα προβολής, αλλά μπορεί να είναι επικίνδυνα σε περίπτωση σκοπίμης έκθεσης του ματιού στη δέσμη. Τα προϊόντα λέιζερ κατηγορίας 2 δεν είναι εγγενώς ασφαλή για τα μάτια, αλλά θεωρείται επαρκής προστασία η φυσική αντίδραση αποστροφής, καθώς και η κίνηση της κεφαλής και το αντανάκλαστικό του ανοιγοκλεισίματος των βλεφάρων.



Παράδειγματα: οπτικοί ανιχνευτές γραμμωτού κώδικα.

### 8.1.1.4. Κατηγορία 2M

Προϊόντα λέιζερ που εκπέμπουν ορατές ακτίνες λέιζερ και είναι ασφαλή για μικρής διάρκειας έκθεση μόνο με γυμνό μάτι· πιθανός τραυματισμός των ματιών λόγω έκθεσης όταν χρησιμοποιούνται φακοί ή τηλεσκόπια. Η προστασία των ματιών συνήθως εξασφαλίζεται με τις αντιδράσεις αποστροφής και το αντανάκλαστικό του ανοιγοκλεισίματος των βλεφάρων.



Παράδειγματα: εργαλεία ισοπέδωσης και ευθυγράμμισης για εφαρμογές έργων πολιτικού μηχανικού.

### 8.1.1.5. Κατηγορία 3R

Η άμεση έκθεση του ματιού στη δέσμη μπορεί να είναι επικίνδυνη, αλλά ουσιαστικά ο κίνδυνος τραυματισμού, στις περισσότερες περιπτώσεις, είναι σχετικά χαμηλός σε περίπτωση σύντομης και ακούσιας έκθεσης. Ωστόσο, μπορεί να είναι επικίνδυνη σε περίπτωση μη ενδεδειγμένης χρήσης από ανειδίκευτα άτομα. Ο κίνδυνος είναι περιορισμένος, λόγω της φυσικής αντίδρασης αποστροφής στην έκθεση σε έντονο φως στην περίπτωση της ορατής ακτινοβολίας και από την αντίδραση στη θέρμανση του κερατοειδή στην περίπτωση της υπέρυθρης ακτινοβολίας.

Τα λέιζερ κατηγορίας 3R πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο όταν δεν είναι δυνατή η άμεση έκθεση του ματιού στη δέσμη.



Παράδειγματα: εξοπλισμός χωρομετρίας, δείκτες λέιζερ υψηλότερης ισχύος, λέιζερ ευθυγράμμισης.

Η αντίδραση αποστροφής δεν εμφανίζεται πάντα.

Η έκθεση του ματιού στη δέσμη προϊόντων λέιζερ κατηγορίας 2, 2M ή ορατής δέσμης 3R μπορεί να προκαλέσει θάμβωση, προσωρινή αμαύρωση και μεταίσθημα, ιδιαίτερα σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού περιβάλλοντος. Αυτό μπορεί να έχει έμμεσες συνέπειες όσον αφορά τη γενική ασφάλεια που οφείλονται στην προσωρινή διαταραχή της όρασης ή σε φοβικές αντιδράσεις. Οι διαταραχές της όρασης μπορεί να είναι ιδιαίτερα ανησυχητικές όταν εκτελούνται κρίσιμες για την ασφάλεια ενέργειες, όπως εργασίες με μηχανήματα ή σε μεγάλο ύψος, σε υψηλή τάση και κατά την οδήγηση.



### 8.1.1.6. Κατηγορία 3B

Επικίνδυνα για τα μάτια, σε περίπτωση άμεσης έκθεσης στη δέσμη εντός της ονομαστικής ζώνης κινδύνου για τα μάτια



(NOHD — βλ. 8.2.1). Η έκθεση του ματιού σε διάχυτες αντανάκλασεις είναι συνήθως ασφαλής, εφόσον το μάτι



βρίσκεται σε απόσταση έως 13 cm από την επιφάνεια διάχυσης και η διάρκεια της έκθεσης είναι λιγότερο από 10 δευτερόλεπτα. Τα λέιζερ κατηγορίας 3B που προσεγγίζουν το ανώτατο όριο της κατηγορίας μπορεί να προκαλέσουν μικροτραυματισμούς του δέρματος ή ακόμα και κίνδυνο να προκαλέσουν ανάφλεξη σε εύφλεκτα υλικά.

*Παραδείγματα:* λέιζερ φυσιοθεραπείας· εξοπλισμός εργα-στηριακών ερευνών.

### 8.1.1.7. Κατηγορία 4

Προϊόντα λέιζερ για τα οποία η άμεση έκθεση του ματιού και του δέρματος είναι επικίνδυνη εντός της ζώνης

κινδύνου και για τα οποία η έκθεση του ματιού σε διάχυ-τες ανανακλάσεις μπορεί να είναι επικίνδυνη. Επίσης, τα λέιζερ αυτά παρουσιάζουν συχνά κίνδυνο πυρκαγιάς.

*Παραδείγματα:* οθόνες λέιζερ, εργαλεία χειρουργικής με λέιζερ και κοπή μετάλλων με λέιζερ.

Τα προϊόντα λέιζερ κατηγορίας 3B και 4 δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται χωρίς να έχει προηγουμένως διενεργηθεί αξιολόγηση κινδύνων για να προσδιοριστούν τα προστατευτικά μέτρα ελέγχου που απαιτούνται για την ασφαλή λειτουργία τους.

**Πίνακας 8.1 — Συνοπτική παρουσίαση των απαιτούμενων ελέγχων για τις διάφορες κατηγορίες ασφαλείας των λέιζερ**

	Κατηγορία 1	Κατηγορία 1M	Κατηγορία 2	Κατηγορία 2M	Κατηγορία 3R	Κατηγορία 3B	Κατηγορία 4
Περιγραφή κατηγορίας κινδύνου	Ασφαλή υπό ευλόγως προβλέψιμες συνθήκες	Ασφαλή με γυμνό μάτι· ενδέχεται να είναι επικίνδυνα αν ο χρήστης χρησιμοποιεί οπτικά μέσα	Ασφαλές σε περίπτωση σύντομης έκθεσης· η προστασία των ματιών εξασφαλίζεται με την αντίδραση αποστροφής	Ασφαλή με γυμνό μάτι για σύντομη έκθεση· ενδέχεται να είναι επικίνδυνα αν ο χρήστης χρησιμοποιεί οπτικά μέσα	Ο κίνδυνος τραυματισμού είναι σχετικά χαμηλός, αλλά μπορεί να είναι επικίνδυνα σε περίπτωση μη ενδεδειγμένης χρήσης από ανειδίκευτα άτομα	Η άμεση έκθεση του ματιού είναι επικίνδυνη	Επικίνδυνα για τα μάτια και το δέρμα· κίνδυνος πυρκαγιάς
Ελεγχόμενη ζώνη	Δεν απαιτείται	Τοπική ή περιβλεβλημένη	Δεν απαιτείται	Τοπική ή περιβλεβλημένη	Περιβλεβλημένη	Περιβλεβλημένη και προστατευμένη με μανδάλωση	Περιβλεβλημένη και προστατευμένη με μανδάλωση
Βασικός έλεγχος	Δεν απαιτείται	Δεν απαιτείται	Δεν απαιτείται	Δεν απαιτείται	Δεν απαιτείται	Απαιτείται	Απαιτείται
Κατάρτιση	Εφαρμογή οδηγιών κατασκευαστή για ασφαλή χρήση	Συνιστάται	Εφαρμογή οδηγιών κατασκευαστή για ασφαλή χρήση	Συνιστάται	Απαιτείται	Απαιτείται	Απαιτείται
Μέσα ατομικής προστασίας	Δεν απαιτούνται	Δεν απαιτούνται	Δεν απαιτούνται	Δεν απαιτούνται	Μπορεί να απαιτούνται, ανάλογα με τα πορίσματα της εκτίμησης κινδύνων	Απαιτούνται	Απαιτούνται
Προστατευτικά μέτρα	Δεν απαιτούνται κατά τη φυσιολογική χρήση	Αποφύγετε τη χρήση μεγεθυντικών, εστιακών ή ευθυγραμμιστικών οπτικών μέσων	Μην κοιτάτε μέσα στη δέσμη	Μην κοιτάτε μέσα στη δέσμη. Αποφύγετε τη χρήση μεγεθυντικών, εστιακών ή ευθυγραμμιστικών οπτικών μέσων	Αποφύγετε την άμεση έκθεση των ματιών	Αποφύγετε την έκθεση των ματιών και του δέρματος στη δέσμη. Προσέχετε τις ακούσιες αντιδράσεις	Αποφύγετε την έκθεση των ματιών και του δέρματος στην άμεση αντανάκλαση της δέσμης

### Περιορισμοί του συστήματος ταξινόμησης των λέιζερ

Η ταξινόμηση ασφαλείας των λέιζερ αφορά την προσιτή ακτινοβολία λέιζερ. Η ταξινόμηση αυτή δεν λαμβάνει υπόψη και άλλους κινδύνους, όπως η ηλεκτρική ενέργεια, η παράπλευρη ακτινοβολία, ο καπνός, ο θόρυβος κ.λπ.

Η κατάταξη ασφαλείας των λέιζερ αφορά τη συνήθη χρήση του προϊόντος. Δεν μπορεί να εφαρμοστεί στη συντήρηση ή την επισκευή ή όταν η πρωτότυπη συσκευή αποτελεί μέρος μιας πολύπλοκης εγκατάστασης.

Η ταξινόμηση ασφαλείας των λέιζερ αφορά ένα μόνο προϊόν. Δεν εξετάζει την αθροιστική έκθεση από πολλαπλές πηγές.

### 8.1.2. Ταξινόμηση ασφαλείας για ασύμφωνες πηγές

Η ταξινόμηση ασφαλείας των ασύμφωνων (ευρυζωνικών) πηγών ορίζεται στο πρότυπο EN 62471:2008 και βασίζεται στις μέγιστες προσβάσιμες εκπομπές σε ολόκληρο το εύρος δυνατοτήτων του προϊόντος κατά τη διάρκεια λειτουργίας οποιαδήποτε στιγμή μετά την κατασκευή. Η ταξινόμηση λαμβάνει υπόψη την ποσότητα της οπτικής ακτινοβολίας, την κατανομή του μήκους κύματος και τη δυνατότητα πρόσβασης του ανθρώπου στην οπτική ακτινοβολία. Οι ευρυζωνικές πηγές χωρίζονται σε τέσσερις ομάδες κινδύνου: όσο υψηλότερη είναι η ομάδα κινδύνου τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να προκαλέσει βλάβες.

Η ταξινόμηση επισημαίνει τον πιθανό κίνδυνο πρόκλησης επιπτώσεων στην υγεία. Ανάλογα με τις συνθήκες χρήσης, τον χρόνο έκθεσης ή το περιβάλλον, οι κίνδυνοι αυτοί μπορεί να επιφέρουν ή να μην επιφέρουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία. Με την ταξινόμηση, οι χρήστες μπορούν να επιλέξουν τα κατάλληλα μέτρα ελέγχου για την ελαχιστοποίηση των κινδύνων αυτών.

Κατά αύξουσα σειρά κινδύνου, οι ομάδες κινδύνου ιεραρχούνται ως εξής:

- εξαιρούμενη ομάδα — δεν υφίσταται φωτοβιολογικός κίνδυνος υπό προβλέψιμες συνθήκες
- ομάδα κινδύνου 1 — ομάδα χαμηλού κινδύνου, ο κίνδυνος έκθεσης περιορίζεται λόγω της φυσιολογικής συμπεριφοράς
- ομάδα κινδύνου 2 — ομάδα μεσαίου κινδύνου, ο κίνδυνος περιορίζεται από την αντίδραση αποστροφής στις πηγές με πολύ έντονο φως. Αυτές όμως οι αντανακλαστικές αντιδράσεις δεν εμφανίζονται πάντα·

- ομάδα κινδύνου 3 — ομάδα υψηλού κινδύνου, μπορεί να προκαλέσει κίνδυνο ακόμη και σε περίπτωση στιγμιαίας ή σύντομης έκθεσης.



Σε κάθε ομάδα κινδύνου, προβλέπονται διαφορετικά χρονικά κριτήρια για κάθε κίνδυνο. Τα κριτήρια αυτά έχουν επιλεγεί έτσι ώστε να μην υπάρξει υπέρβαση των ισχυουσών ΟΤΕ εντός του επιλεγμένου χρόνου.

#### 8.1.2.1. Εξαιρούμενη ομάδα

Δεν είναι ευλόγως προβλέψιμος κανένας κίνδυνος λόγω άμεσης οπτικής ακτινοβολίας, ακόμα και σε περίπτωση συνεχούς, απεριόριστης χρήσης. Οι πηγές αυτές δεν προκαλούν κανέναν από τους ακόλουθους φωτοβιολογικούς κινδύνους:

- κίνδυνο ακτινικής υπεριώδους ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια έκθεσης διάρκειας 8 ωρών·
- κίνδυνο κοντινής υπεριώδους ακτινοβολίας εντός 1 000 δευτερολέπτων·
- κίνδυνο του αμφιβληστροειδούς λόγω κυανού φωτός εντός 10 000 δευτερολέπτων·
- θερμικό κίνδυνο του αμφιβληστροειδούς εντός 10 δευτερολέπτων·
- κίνδυνο για τα μάτια λόγω υπέρυθρης ακτινοβολίας εντός 1 000 δευτερολέπτων·
- κίνδυνο λόγω υπέρυθρης ακτινοβολίας χωρίς ισχυρό οπτικό ερέθισμα εντός 1 000 δευτερολέπτων.

Παραδείγματα: οικιακός φωτισμός και φωτισμός γραφείων, οθόνες υπολογιστών, οθόνες μηχανημάτων, ενδεικτικές λυχνίες.



#### 8.1.2.2. Ομάδα κινδύνου 1 — Χαμηλός κίνδυνος

Τα προϊόντα αυτά είναι ασφαλή για τις περισσότερες εφαρμογές, εκτός εάν η έκθεση είναι πολύ παρατεταμένη, οπότε αναμένεται άμεση οφθαλμική έκθεση. Οι πηγές αυτές δεν προκαλούν κανέναν από τους



Παράδειγμα: οικιακός φακός.

ακόλουθους κινδύνους λόγω περιορισμού της έκθεσης από τη φυσιολογική συμπεριφορά:

- κίνδυνο ακτινικής υπεριώδους ακτινοβολίας εντός 10 000 δευτερολέπτων·
- κίνδυνο κοντινής υπεριώδους ακτινοβολίας εντός 300 δευτερολέπτων·
- κίνδυνο του αμφιβληστροειδούς λόγω κυανού φωτός εντός 100 δευτερολέπτων·
- κίνδυνο για τα μάτια λόγω υπέρυθρης ακτινοβολίας εντός 100 δευτερολέπτων·
- κίνδυνο λόγω υπέρυθρης ακτινοβολίας χωρίς ισχυρό οπτικό ερέθισμα εντός 100 δευτερολέπτων.

### 8.1.2.3. Ομάδα κινδύνου 2 — Μεσαίος κίνδυνος

Πηγές που δεν παρουσιάζουν κανέναν από τους ακόλουθους κινδύνους χάρη στην αντίδραση αποστροφής σε πηγές με πολύ έντονο φως, λόγω θερμικής δυσφορίας ή όταν είναι μη ρεαλιστική η μακροχρόνια έκθεση:

- κίνδυνο ακτινικής υπεριώδους ακτινοβολίας εντός 1 000 δευτερολέπτων·
- κίνδυνο κοντινής υπεριώδους ακτινοβολίας εντός 100 δευτερολέπτων·
- κίνδυνο του αμφιβληστροειδούς λόγω κυανού φωτός εντός 0,25 δευτερολέπτων (αντίδραση αποστροφής)·
- θερμικό κίνδυνο του αμφιβληστροειδούς εντός 0,25 δευτερολέπτων (αντίδραση αποστροφής)·
- κίνδυνο για τα μάτια λόγω υπέρυθρης ακτινοβολίας εντός 10 δευτερολέπτων·
- κίνδυνο λόγω υπέρυθρης ακτινοβολίας χωρίς ισχυρό οπτικό ερέθισμα εντός 10 δευτερολέπτων.

### 8.1.2.4. Ομάδα κινδύνου 3 — Υψηλός κίνδυνος

Πηγές που μπορεί να προκαλέσουν κίνδυνο ακόμη και σε περίπτωση στιγμιαίας ή σύντομης έκθεσης εντός της απόστασης κινδύνου. Είναι απαραίτητα τα μέτρα ελέγχου ασφαλείας.



Το φίλτράρισμα της ανεπιθύμητης υπερβολικής οπτικής ακτινοβολίας (π.χ. UV), καλύπτοντας τις πηγές για να εμποδιστεί η πρόσβαση στην οπτική ακτινοβολία ή χρησιμοποιώντας οπτικά μέσα επέκτασης της δέσμης, μπορεί να μειώσει μια ομάδα κινδύνου και να περιορίσει τον κίνδυνο από την οπτική ακτινοβολία.

### Περιορισμοί του συστήματος ταξινόμησης των ευρυζωνικών πηγών

Η ταξινόμηση ασφαλείας αφορά την προσβάσιμη ακτινοβολία λείζερ. Η ταξινόμηση αυτή δεν λαμβάνει υπόψη και άλλους κινδύνους, όπως η ηλεκτρική ενέργεια, η παράπλευρη ακτινοβολία, ο καπνός, ο θόρυβος κ.λπ.

Η κατάταξη ασφαλείας αφορά τη συνήθη χρήση του προϊόντος. Δεν μπορεί να εφαρμοστεί στη συντήρηση ή την επισκευή ή όταν η πρωτότυπη συσκευή αποτελεί μέρος μιας πολύπλοκης εγκατάστασης.

Η ταξινόμηση ασφαλείας αφορά ένα μόνο προϊόν. Δεν εξετάζει την αθροιστική έκθεση από πολλαπλές πηγές.

Τα προϊόντα ταξινομούνται σε απόσταση που παράγει φωτισμό 500 lx για τα συστήματα γενικού φωτισμού (GLS) και σε απόσταση 200 mm από την πηγή για άλλες εφαρμογές. Δεν είναι αντιπροσωπευτικό για όλες τις συνθήκες χρήσης.

### 8.1.3. Ταξινόμηση ασφαλείας των μηχανημάτων

Τα μηχανήματα που παράγουν οπτική ακτινοβολία μπορούν να ταξινομηθούν και με το πρότυπο EN 12198. Το πρότυπο αυτό ισχύει για όλες τις εκπομπές, είτε σκόπιμες είτε τυχαίες, εκτός από τις πηγές που χρησιμοποιούνται καθαρά για φωτισμό.

Τα μηχανήματα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, ανάλογα με την προσιτή εκπομπή. Οι τρεις κατηγορίες, κατά αύξουσα σειρά κινδύνου, παρατίθενται στον πίνακα 8.2.

### Πίνακας 8.2 — Ταξινόμηση ασφαλείας των μηχανημάτων σύμφωνα με το EN 12198

Κατηγορία	Περιορισμοί και προστατευτικά μέτρα	Ενημέρωση και κατάρτιση
0	Κανένας περιορισμός	Δεν χρειάζεται πληροφόρηση
1	Περιορισμοί: ενδεχομένως απαιτείται περιορισμός της πρόσβασης, μέτρα προστασίας	Ο κατασκευαστής παρέχει πληροφορίες σχετικά με τους κινδύνους και τις δευτερογενείς επιπτώσεις
2	Απαιτούνται ειδικοί περιορισμοί και προστατευτικά μέτρα	Ο κατασκευαστής παρέχει πληροφορίες σχετικά με τους κινδύνους και τις δευτερογενείς επιπτώσεις. Μπορεί να χρειάζεται κατάρτιση

Η ταξινόμηση ενός μηχανήματος σε μία από αυτές τις κατηγορίες βασίζεται στις πραγματικές ραδιομετρικές ποσότητες που παρουσιάζονται παρακάτω στον πίνακα 8.3, όπως μετρώνται σε απόσταση 10 cm.

**Πίνακας 8.3 — Όρια εκπομπής για την ταξινόμηση των μηχανημάτων σύμφωνα με το EN 12198**

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

## 8.2. Πληροφορίες για την απόσταση κινδύνου και τις τιμές κινδύνου

Σε ορισμένες εφαρμογές μπορεί να είναι χρήσιμο να γνωρίζουμε την απόσταση στην οποία μπορεί να εκταθούν οι κίνδυνοι από την οπτική ακτινοβολία.

Η απόσταση στην οποία το επίπεδο έκθεσης έχει μειωθεί στο επίπεδο της ισχύουσας οριακής τιμής έκθεσης (OTE) είναι γνωστή ως απόσταση κινδύνου: πέρα από αυτή την απόσταση δεν υπάρχει κίνδυνος βλάβης. Οι πληροφορίες αυτές, εφόσον παρέχονται από τους κατασκευαστές, χρησιμοποιούνται στην αξιολόγηση κινδύνων και στη διασφάλιση ενός ασφαλούς περιβάλλοντος εργασίας.

### 8.2.1. Λέιζερ — Ονομαστική ζώνη κινδύνου για τα μάτια

Σε κάποια απόσταση, όσο η δέσμη λέιζερ αποκλίνει, η ακτινοβολία ισούται με την OTE για τα μάτια. Η απόσταση αυτή ονομάζεται «Ονομαστική ζώνη κινδύνου για τα μάτια» (Nominal Ocular Hazard Distance — NOHD). Σε μεγαλύτερες αποστάσεις, δεν υπάρχει υπέρβαση της OTE. Πέρα από αυτή την απόσταση, η δέσμη λέιζερ θεωρείται ασφαλή.

Οι κατασκευαστές συχνά παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τη NOHD στις προδιαγραφές του προϊόντος. Εάν δεν παρέχονται οι πληροφορίες αυτές, η NOHD μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες παραμέτρους για την ακτινοβολία λέιζερ από τα δεδομένα του κατασκευαστή:

- ισχύς ακτινοβολίας (W)·
- αρχική διάμετρος δέσμης (m)·
- απόκλιση (ακτίνα)·
- οριακή τιμή έκθεσης (OTE) ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ ).

Αν και η κατάσταση μπορεί να είναι περίπλοκη αν η απόσταση είναι μεγάλη ή αν η δέσμη δεν είναι κυκλική, η ακόλουθη εξίσωση παρέχει μια καλή εκτίμηση της NOHD:

$$\text{NOHD} = \sqrt{\frac{4 \times \text{ισχύς ακτινοβολίας} \times \text{αρχική διάμετρος}}{\pi \times \text{OTE} \times \text{απόκλιση}}}$$

### 8.2.2. Ευρυζωνικές πηγές — Απόσταση κινδύνου και τιμή κινδύνου

Η απόσταση στην οποία το επίπεδο έκθεσης έχει μειωθεί στο επίπεδο της ισχύουσας οριακής τιμής έκθεσης (OTE) είναι γνωστή ως απόσταση κινδύνου (Hazard Distance — HD): πέρα από αυτή την απόσταση δεν υπάρχει κίνδυνος βλάβης. Η HD πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τον καθορισμό των ορίων της περιοχής στην οποία η πρόσβαση στην οπτική ακτινοβολία και η δραστηριότητα του προσωπικού υπόκειται σε έλεγχο και επίβλεψη για λόγους προστασίας από την οπτική ακτινοβολία. Αποστάσεις κινδύνου μπορεί να καθορίζονται για την έκθεση των ματιών ή του δέρματος.

Πληροφορίες σχετικά με τους κινδύνους της οπτικής ακτινοβολίας μπορεί επίσης να παρέχονται μέσω της τιμής κινδύνου (Hazard Value — HV), η οποία είναι ο λόγος του επιπέδου έκθεσης σε μια συγκεκριμένη απόσταση προς την οριακή τιμή έκθεσης στην απόσταση αυτή:

$$\text{HV (απόσταση, χρόνος έκθεσης)} = \frac{\text{Επίπεδο έκθεσης (απόσταση, χρόνος έκθεσης)}}{\text{Οριακή τιμή έκθεσης}}$$

Η τιμή κινδύνου (HV) έχει σημαντική πρακτική σημασία. Εάν η HV είναι μεγαλύτερη από 1, παρέχει ένδειξη σχετικά με τα κατάλληλα μέτρα ελέγχου: να περιοριστεί είτε η διάρκεια της έκθεσης είτε η δυνατότητα πρόσβασης σε μια πηγή (εξασθένιση, απόσταση), ανάλογα με την

περίπτωση. Αν η HV είναι μικρότερη από 1, δεν υφίσταται υπέρβαση της ΟΤΕ στο σημείο αυτό κατά το υπό εξέταση χρονικό διάστημα έκθεσης.

Οι κατασκευαστές συχνά παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την HD και τις τιμές κινδύνου στις προδιαγραφές του προϊόντος. Οι πληροφορίες αυτές βοηθούν τους χρήστες να διενεργήσουν την αξιολόγηση κινδύνων και να επιλέξουν τα κατάλληλα μέτρα ελέγχου.

### 8.3. Περαιτέρω χρήσιμες πληροφορίες

EN 60825-1: 2007. Ασφάλεια ακτινοβολίας προϊόντων λέιζερ. Μέρος 1: Ταξινόμηση εξοπλισμού και απαιτήσεις

IEC TR 60825-14: 2004. Ασφάλεια ακτινοβολίας προϊόντων λέιζερ. Μέρος 14: Οδηγίες για τον χρήστη

EN 62471: 2008. Φωτοβιολογική ασφάλεια λαμπτήρων και συστήματα λαμπτήρων

EN 12198-1: 2000. Ασφάλεια μηχανών — Εκτίμηση και μείωση των προκυπτόντων κινδύνων από ακτινοβολία εκπεμπόμενη από τις μηχανές. Μέρος 1: Γενικές αρχές

EN 12198-2: 2002. Ασφάλεια μηχανών — Εκτίμηση και μείωση των προκυπτόντων κινδύνων από ακτινοβολία εκπεμπόμενη από τις μηχανές. Μέρος 2: Διαδικασία μέτρησης εκπεμπομένης ακτινοβολίας

EN 12198-3: 2000. Ασφάλεια μηχανών — Εκτίμηση και μείωση των προκυπτόντων κινδύνων από ακτινοβολία εκπεμπομένη από τις μηχανές. Μέρος 3: Μείωση της ακτινοβολίας μέσω εξασθένησης ή παρεμβολής πετάσματος

# 9. Μέτρα ελέγχου

Η ιεράρχηση των μέτρων ελέγχου βασίζεται στην αρχή ότι, αν εντοπιστεί οποιοσδήποτε κίνδυνος, τότε ο κίνδυνος αυτός πρέπει να ελέγχεται με τεχνική μελέτη. Μόνο όταν αυτό δεν είναι δυνατό, θα λαμβάνονται εναλλακτικά μέτρα προστασίας. Είναι πολύ λίγες οι περιπτώσεις στις οποίες είναι απαραίτητο οι χρήστες να βασίζονται σε μέσα ατομικής προστασίας και διοικητικές διαδικασίες.

Η επιλογή των κατάλληλων μέτρων σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση πρέπει να βασίζεται στο αποτέλεσμα της αξιολόγησης κινδύνων. Πρέπει να συλλέγονται όλες οι διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με τις πηγές οπτικής ακτινοβολίας και την πιθανή ατομική έκθεση. Σε γενικές γραμμές, η σύγκριση είτε της έκθεσης σε ακτινοβολία που προκύπτει από τις προδιαγραφές είτε τα μετρούμενα δεδομένα σε συνδυασμό με την/τις ισχύουσα/-ες οριακή/-ές τιμή/-ές έκθεσης επιτρέπει την εκτίμηση της ατομικής έκθεσης στην οπτική ακτινοβολία στον χώρο εργασίας. Στόχος είναι να προκύψει ένα σαφές αποτέλεσμα που θα δηλώνει κατά πόσο υπάρχει πιθανότητα υπέρβασης της/των ισχύουσας/-ών οριακής/-ών τιμής/-ών έκθεσης ή όχι.

Αν μπορεί να δηλωθεί σαφώς ότι η έκθεση στην οπτική ακτινοβολία είναι ασήμαντη και ότι δεν θα υπάρξει υπέρβαση των οριακών τιμών έκθεσης, δεν χρειάζεται η ανάληψη περαιτέρω δράσης.

Εάν οι εκπομπές είναι σημαντικές ή/και η παραμονή είναι υψηλή, μπορεί να υπάρξει υπέρβαση των ορίων και να χρειάζεται η λήψη κάποιων προστατευτικών μέτρων. Η διαδικασία εκτίμησης θα πρέπει να επαναληφθεί μετά την εφαρμογή των προστατευτικών μέτρων.

Επανάληψη της μέτρησης και της εκτίμησης μπορεί να χρειαστεί εάν:

- αλλάξει η πηγή της ακτινοβολίας (π.χ. εάν εγκατασταθεί μια άλλη πηγή ή εάν η πηγή λειτουργεί υπό διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας)
- αλλάξει η φύση της εργασίας
- αλλάξει η διάρκεια έκθεσης
- εφαρμοστούν, διακοπούν ή αλλάξουν τα προστατευτικά μέτρα
- παρέλθει μεγάλο χρονικό διάστημα από την τελευταία μέτρηση και εκτίμηση, οπότε τα αποτελέσματα μπορεί να μην είναι πλέον έγκυρα
- πρόκειται να εφαρμοστεί ένα διαφορετικό σύνολο οριακών τιμών έκθεσης.

Τα μέτρα ελέγχου που εφαρμόζονται στο στάδιο σχεδιασμού και εγκατάστασης μπορούν να προσφέρουν σημαντικά πλεονεκτήματα όσον αφορά την ασφάλεια και τη λειτουργία. Η μετέπειτα προσθήκη τέτοιων μέτρων ελέγχου μπορεί να στοιχίσει πολύ.

## 9.1. Ιεράρχηση των μέτρων ελέγχου

Όταν υπάρχει πιθανότητα έκθεσης πάνω από την ΟΤΕ, ο κίνδυνος πρέπει να ελέγχεται εφαρμόζοντας συνδυαστικά τα κατάλληλα μέτρα ελέγχου. Οι προτεραιότητες ελέγχου είναι κοινές στη διαχείριση των κινδύνων:

Εξάλειψη του κινδύνου
Αντικατάσταση από λιγότερο επικίνδυνη διαδικασία ή εξοπλισμό
Μηχανικά μέτρα
Διοικητικοί έλεγχοι
Μέσα ατομικής προστασίας

## 9.2. Εξάλειψη του κινδύνου

Είναι πραγματικά απαραίτητη η πηγή της επικίνδυνης οπτικής ακτινοβολίας;

Χρειάζεστε πραγματικά τα φώτα αυτά ANAMMENA;



## 9.3. Αντικατάσταση από λιγότερο επικίνδυνη διαδικασία ή εξοπλισμό

Είναι απαραίτητο το επικίνδυνο επίπεδο οπτικής ακτινοβολίας;



Χρειάζεται πραγματικά να είναι τόσο έντονη;



## 9.4. Μηχανικά μέσα ελέγχου

Θα μπορούσε ο εξοπλισμός να σχεδιαστεί εκ νέου ή η επικίνδυνη οπτική ακτινοβολία να ελεγχθεί ή να μειωθεί στην πηγή;

Αν δεν είναι δυνατό να ληφθούν τα μέτρα ελέγχου ύψιστης προτεραιότητας (εξάλειψη ή υποκατάσταση), θα

πρέπει να δοθεί προτίμηση σε μηχανικά μέσα μείωσης της έκθεσης. Οι διοικητικοί έλεγχοι μπορούν να χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με υψηλότερα μέτρα ελέγχου. Αν η μείωση της ατομικής έκθεσης είναι αδύνατη, ανέφικτη ή ελλιπής, ως έσχατη λύση πρέπει να χρησιμοποιούνται μέσα ατομικής προστασίας (ΜΑΠ).

Προστατευτικό περιβλήμα Περιφράγματα Διακόπτες μανδάλωσης Διακόπτες με καθυστέρηση λειτουργίας	Προειδοποιητικές λυχνίες Ακουστικά σήματα  Τηλεχειριστήρια Βοηθήματα ευθυγράμμισης	Εξασθενητές φωτοφράχτες Παράθυρα παρατήρησης και φίλτρα Εξάλειψη αντανακλάσεων
--	---	--

### 9.4.1. Πρόληψη της πρόσβασης

Εξασφαλίζεται είτε με σταθερά είτε με κινητά περιβλήματα προστασίας με συστήματα μανδάλωσης. Τα σταθερά περιβλήματα προστασίας συνήθως χρησιμοποιούνται σε μέρη του εξοπλισμού που δεν απαιτούν τακτική πρόσβαση και είναι μόνιμα τοποθετημένα.

Σε περίπτωση που η πρόσβαση είναι απαραίτητη, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα κινητό περιβλήμα ανοίγματος με σύστημα μανδάλωσης.

#### Σημαντικό

Τα περιβλήματα προστασίας πρέπει να είναι επαρκή και αξιόπιστα

Δεν πρέπει να δημιουργούν πρόσθετους κινδύνους και πρέπει να δημιουργούν τα ελάχιστα δυνατά εμπόδια

Δεν πρέπει να είναι εύκολο να παρακαμφθούν ή να απομονωθούν, αν πρόκειται για σταθερά περιβλήματα προστασίας

Πρέπει να βρίσκονται σε επαρκή απόσταση από την επικίνδυνη ζώνη, αν πρόκειται για σταθερά περιβλήματα προστασίας

### 9.4.2. Προστασία περιορίζοντας τη λειτουργία

Όταν απαιτείται συχνή πρόσβαση μέσω των φυσικών περιβλημάτων προστασίας, τότε αυτά συχνά μπορεί να θεωρηθούν υπερβολικά περιοριστικά, ιδίως εάν ο χειριστής υποχρεούται να πραγματοποιήσει εργασίες φόρτωσης/εκφόρτωσης ή ενέργειες προσαρμογής. Σε αυτή την περίπτωση, χρησιμοποιούνται συνήθως αισθητήρες για να εντοπιστεί εάν υπάρχει ή όχι χειριστής και να

ενεργοποιηθεί η κατάλληλη εντολή διακοπής. Μπορούν να χαρακτηριστούν ως συσκευές απεμπλοκής: δεν περιορίζουν την πρόσβαση, αλλά την ανιχνεύουν. Ο χρόνος που χρειάζεται το μηχάνημα για να φτάσει σε ασφαλή κατάσταση καθορίζει τη θέση ή την εγγύτητα κάθε αισθητήρα.

### 9.4.3. Διακόπτες έκτακτης ανάγκης

Όταν το προσωπικό εισέλθει σε κάποιο επικίνδυνο περιβάλλον, είναι απαραίτητο να προβλέπονται διακόπτες έκτακτης ανάγκης, εάν κάποιος αντιμετωπίσει πρόβλημα ενώ βρίσκεται στη ζώνη κινδύνου. Ο διακόπτης έκτακτης ανάγκης πρέπει να έχει γρήγορη ανταπόκριση και να διακόπτει όλες τις διεργασίες στη ζώνη κινδύνου. Οι περισσότεροι άνθρωποι είναι εξοικειωμένοι με τα κόκκινα κομβία έκτακτης ανάγκης: πρέπει να είναι σωστά τοποθετημένα σε όλο τον χώρο, σε ποσότητα αρκετή ώστε να εξασφαλιστεί ότι υπάρχει πάντα ένα σε απόσταση στην οποία μπορεί κάποιος να το φτάσει με το χέρι. Μια εναλλακτική λύση είναι ένα καλώδιο τύπου «grab wire» συνδεδεμένο σε ένα κομβίο διακοπής έκτακτης ανάγκης που αποτελεί συνήθως ένα βολικό μέσο προστασίας σε μια ζώνη κινδύνου. Άλλες μορφές διακόπτη απεμπλοκής μπορεί να βρίσκονται γύρω από οποιαδήποτε κινούμενα μέρη τα οποία εντοπίζουν οποιαδήποτε μη αναμενόμενη κίνηση, όπως ένας διακόπτης μοχλού, μια μπάρα ή μια ράβδος ασφαλείας.

### 9.4.4. Διακόπτες μανδάλωσης (interlocks)

Υπάρχουν πολλές παραλλαγές των διακοπών μανδάλωσης και κάθε σχέδιο έχει τα δικά του χαρακτηριστικά. Είναι σημαντικό να επιλέγεται η σωστή διάταξη για κάθε εφαρμογή.

#### Σημαντικό

Ο διακόπτης μανδάλωσης πρέπει να είναι καλά κατασκευασμένος και αξιόπιστος υπό προβλέψιμες ακραίες συνθήκες

Πρέπει να είναι ασφαλής σε περίπτωση βλάβης και απαραβίαστος



Η κατάσταση του διακόπτη μανδάλωσης πρέπει να υποδεικνύεται ευκρινώς, π.χ. με μεγάλους δείκτες πάνω στα πλήκτρα και προειδοποιητικές λυχνίες ένδειξης κατάστασης στους πίνακες των χειριστών

Ο διακόπτης μανδάλωσης πρέπει να περιορίζει τη λειτουργία, ενώ η θύρα προστασίας δεν έχει κλείσει τελείως

Περαιτέρω χρήσιμες πληροφορίες

- EN 953: 1997. Ασφάλεια μηχανημάτων — Προφυλακτήρες — Γενικές απαιτήσεις για τον σχεδιασμό και κατασκευή σταθερών και κινητών προφυλακτών
- EN 13857: 2008. Ασφάλεια μηχανών — Αποστάσεις ασφαλείας για την παρεμπόδιση της προσέγγισης των άνω και κάτω άκρων στις ζώνες κινδύνου
- EN 349: 1993. Ασφάλεια μηχανών — Ελάχιστα διακείνα προς αποφυγή σύνθλιψης μερών του ανθρώπινου σώματος
- EN 1088: 1995. Ασφάλεια μηχανών — Διατάξεις μανδάλωσης συνδεδεμένες με τους προφυλακτήρες
- EN 60825-4: 2006. Προφυλακτήρες λέιζερ

### 9.4.5. Φίλτρα και παράθυρα παρατήρησης

Πολλές βιομηχανικές διεργασίες μπορεί να διενεργούνται πλήρως ή εν μέρει σε κλειστό χώρο. Η διεργασία μπορεί τότε να παρακολουθείται από απόσταση, μέσω κατάλληλου παραθύρου παρακολούθησης, οπτικών μέσων ή τηλεοπτικής κάμερας. Η ασφάλεια εξασφαλίζεται με τη χρήση κατάλληλων φίλτρων που εμποδίζουν τη μετάδοση επικίνδυνων επιπέδων οπτικής ακτινοβολίας. Αυτά καταργούν κάθε ανάγκη χρήσης γυαλιών ασφαλείας και βελτιώνουν την ασφάλεια των χειριστών και τις συνθήκες εργασίας.

Παραδείγματα περιλαμβάνουν από μεγάλης κλίμακας σταθμούς ελέγχου μέχρι παράθυρα παρακολούθησης με μικρό τοπικό περίβλημα γύρω από την περιοχή αλληλεπίδρασης.

#### Σημαντικό

Το φίλτρο πρέπει να είναι από ανθεκτικό και κατάλληλο υλικό

Πρέπει να είναι ανθεκτικό στα χτυπήματα

Δεν πρέπει να θέτει σε κίνδυνο την ασφαλή λειτουργία





Υαλόφρακτο άνοιγμα παρατήρησης σε προστατευόμενη περιοχή

Η μετάδοση της οπτικής ακτινοβολίας από παράθυρα και άλλα οπτικά διαφανή υαλόφρακτα ανοίγματα πρέπει να αξιολογείται ως ένας δυνητικός κίνδυνος. Αν και η οπτική ακτίνα μπορεί να μην προκαλεί άμεσο κίνδυνο για τον αμφιβληστροειδή, προσωρινά ζητήματα που αφορούν τα φλας μπορεί να προκαλέσουν δευτερογενή προβλήματα ασφαλείας σε άλλες διαδικασίες που πραγματοποιούνται στην περιοχή.

#### 9.4.6. Βοηθήματα ευθυγράμμισης

Όταν η τακτική συντήρηση απαιτεί την ευθυγράμμιση των στοιχείων διαδρομής της δέσμης, πρέπει να προβλέπονται ορισμένα ασφαλή μέσα για την επίτευξή της. Ορισμένα παραδείγματα μπορεί να περιλαμβάνουν τα εξής:

- χρήση λέιζερ σκόπευσης χαμηλότερης ισχύος που ακολουθεί τον άξονα της δέσμης υψηλότερης ισχύος
- μάσκες ή στόχοι.

##### Σημαντικό



Το ανθρώπινο μάτι ή δέρμα δεν πρέπει ποτέ να χρησιμοποιείται ως βοήθημα ευθυγράμμισης

### 9.5. Διοικητικά μέτρα

Τα διοικητικά μέτρα ελέγχου είναι το δεύτερο στάδιο στην ιεραρχία ελέγχου. Επειδή η ενημέρωση γίνεται από άτομα, η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται από τις ενέργειες των ατόμων αυτών. Ωστόσο, ο ρόλος τους είναι σημαντικός και μπορεί να αποτελούν το βασικό μέτρο ελέγχου σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως κατά τη θέση σε λειτουργία και την επισκευή.

Τα κατάλληλα διοικητικά μέτρα ελέγχου εξαρτώνται από τον κίνδυνο και περιλαμβάνουν τον διορισμό ατόμων στο πλαίσιο της δομής διαχείρισης της ασφάλειας, τον περιορισμό της πρόσβασης, σήματα και ενδείξεις, καθώς και διαδικασίες.

Μια καλή πρακτική αποτελεί η παροχή επίσημων ρυθμίσεων για μια ολοκληρωμένη προσέγγιση της διοίκησης για την ασφάλεια σε θέματα οπτικής ακτινοβολίας. Οι ρυθμίσεις αυτές θα πρέπει να τεκμηριώνονται, ώστε να είναι καταγεγραμμένα τα μέτρα που έχουν ληφθεί και γιατί. Αυτή η τεκμηρίωση μπορεί επίσης να αποδειχθεί χρήσιμη σε περίπτωση που πραγματοποιηθεί έρευνα σχετικά με ένα περιστατικό. Μπορεί να περιλαμβάνει:

- δήλωση της πολιτικής ασφαλείας όσον αφορά την οπτική ακτινοβολία·
- περίληψη των βασικών οργανωτικών ρυθμίσεων (διορισμοί και τι αναμένεται από τα άτομα που έχουν διοριστεί σε κάθε θέση)·
- τεκμηριωμένο αντίγραφο της εκτίμησης κινδύνων·
- σχέδιο δράσης που αναφέρει λεπτομερώς οποιουδήποτε πρόσθετους ελέγχους οι οποίοι έχουν προσδιοριστεί από την αξιολόγηση κινδύνων καθώς και χρονοδιάγραμμα υλοποίησής τους·
- περίληψη των μέτρων ελέγχου που εφαρμόζονται και σύντομη αιτιολόγηση καθενός από αυτά·
- αντίγραφο οποιασδήποτε γραπτής ειδικής ρύθμισης ή τοπικών κανόνων που ισχύουν για την εργασία σε ελεγχόμενο χώρο με οπτική ακτινοβολία·
- το αρχείο των εξουσιοδοτημένων χρηστών·
- σχέδιο διατήρησης των μέτρων ελέγχου. Μπορεί να περιλαμβάνει τα χρονοδιαγράμματα των θετικών ενεργειών που απαιτούνται για τη διατήρηση ή τη δοκιμή των μέτρων ελέγχου·
- λεπτομέρειες των επίσημων ρυθμίσεων για τη διαχείριση των επαφών με εξωτερικούς φορείς, όπως επιδιορθωτές·
- λεπτομέρειες των σχεδίων έκτακτης ανάγκης·
- σχέδιο ελέγχου·
- αντίγραφα των εκθέσεων ελέγχου·
- αντίγραφα της σχετικής αλληλογραφίας.

Θα πρέπει να αποτελεί συνήθη πρακτική η αναθεώρηση της αποτελεσματικότητας του προγράμματος σε τακτά χρονικά διαστήματα (για παράδειγμα, σε ετήσια βάση), βάσει των εκθέσεων ελέγχου και των αλλαγών στη νομοθεσία και τα πρότυπα.

### 9.5.1. Τοπικοί κανόνες

Εάν από την εκτίμηση κινδύνων προκύψει πιθανότητα έκθεσης σε επικίνδυνα επίπεδα οπτικής ακτινοβολίας, είναι σκόπιμο να τεθεί σε εφαρμογή ένα σύστημα γραπτών οδηγιών ασφάλειας (ή τοπικών κανόνων) που θα προβλέπει πώς πρέπει να εκτελούνται εργασίες όταν υπάρχει οπτική ακτινοβολία. Οι κανόνες αυτοί πρέπει να περιλαμβάνουν μια περιγραφή της περιοχής, στοιχεία επικοινωνίας ενός συμβούλου σε θέματα οπτικής ακτινοβολίας (βλ. 9.5.4), λεπτομέρειες για τα άτομα που είναι εξουσιοδοτημένα να χρησιμοποιούν τον εξοπλισμό, λεπτομέρειες για οποιοσδήποτε απαιτούμενες δοκιμές πριν από τη χρήση, οδηγίες λειτουργίας, περιγραφή των κινδύνων και λεπτομέρειες για τις ρυθμίσεις για απρόοπτα.

Οι τοπικοί κανόνες πρέπει κανονικά να είναι διαθέσιμοι στις περιοχές στις οποίες αναφέρονται και θα πρέπει να χορηγούνται σε όλους όσοι επηρεάζονται από αυτούς.

### 9.5.2. Ελεγχόμενη ζώνη

Μπορεί να χρειαστεί να προσδιοριστεί μια ελεγχόμενη ζώνη, όταν είναι πιθανή η πρόσβαση στην οπτική ακτινοβολία πέραν της ΟΤΕ. Ελεγχόμενη ζώνη είναι η ζώνη στην οποία η πρόσβαση επιτρέπεται μόνο σε εξουσιοδοτημένα άτομα. Αυτό θα πρέπει κατά προτίμηση να γίνεται με φυσικά μέσα, για παράδειγμα, χρησιμοποιώντας τοίχους και πόρτες σε ολόκληρο τον χώρο. Η ζώνη αυτή μπορεί να περιορίζεται με κλειδαριές, πληκτρολόγια ή μπάρες.

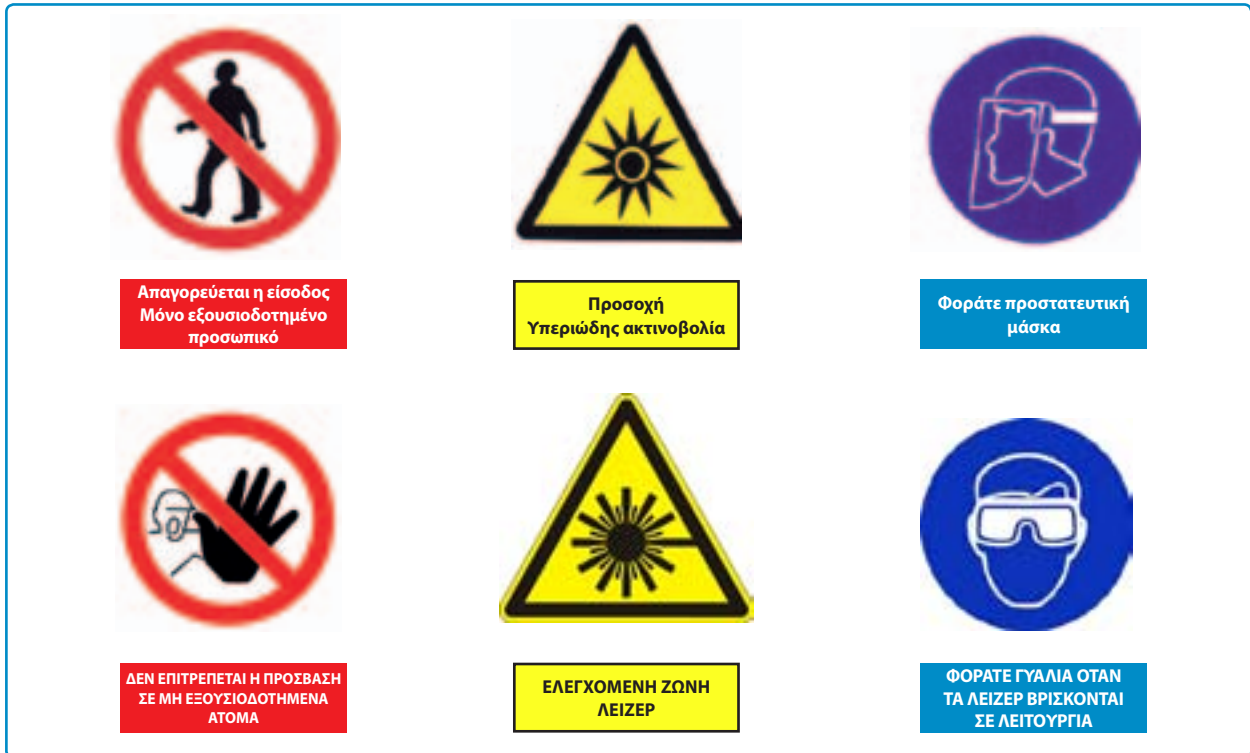
Θα πρέπει να εφαρμόζονται ρυθμίσεις για την επίσημη εξουσιοδότηση των χρηστών από τη διοίκηση. Θα πρέπει να υπάρχει επίσημη διαδικασία για την αξιολόγηση της καταλληλότητας του προσωπικού πριν από την εξουσιοδότηση, η οποία θα πρέπει να περιλαμβάνει αξιολόγηση της κατάρτισης, της ικανότητας και της εξοικείωσής τους με τους τοπικούς κανόνες. Τα αποτελέσματα αυτής της αξιολόγησης θα πρέπει να καταγράφονται και όλα τα ονόματα των εξουσιοδοτημένων χρηστών θα πρέπει να καταγράφονται σε επίσημο αρχείο.

### 9.5.3. Σήματα και οδηγίες ασφαλείας

Αποτελούν σημαντικό μέρος κάθε συστήματος διοικητικών ελέγχων. Τα σήματα ασφαλείας είναι αποτελεσματικά μόνο εάν είναι σαφή και ξεκάθαρα και εφόσον αναρτώνται μόνον όταν είναι απαραίτητο, διαφορετικά συνήθως οι χρήστες τα αγνοούν.

Τα προειδοποιητικά σήματα μπορεί να περιλαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με το είδος του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται. Εάν το προσωπικό υποχρεούται να χρησιμοποιεί μέσα ατομικής προστασίας, τότε αυτό θα πρέπει επίσης να αναφέρεται.

Τα προειδοποιητικά σήματα είναι πιο αποτελεσματικά εάν αναρτώνται μόνον όταν χρησιμοποιείται ο εξοπλισμός. Για να είναι πιο εμφανή, όλα τα σήματα ασφαλείας θα πρέπει να τοποθετούνται στο ύψος των ματιών.



Τα τυπικά σήματα που χρησιμοποιούνται στον χώρο εργασίας για την ενημέρωση σχετικά με τους κινδύνους και την παροχή συμβουλών σχετικά με τη χρήση των μέσων ατομικής προστασίας

Όλα τα σήματα ασφαλείας θα πρέπει να συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις της οδηγίας για τη σήμανση ασφαλείας (92/58/ΕΟΚ).

#### 9.5.4. Διορισμοί

Η διαχείριση της ασφάλειας σε θέματα οπτικής ακτινοβολίας πρέπει να πραγματοποιείται με την ίδια δομή διαχείρισης υγείας και ασφάλειας που εφαρμόζεται και σε άλλες ενδεχομένως επικίνδυνες δραστηριότητες. Οι λεπτομέρειες των οργανωτικών ρυθμίσεων μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με το μέγεθος και τη δομή της οργάνωσης.

Σε πολλές εφαρμογές, δεν αιτιολογείται η κατάρτιση ενός ειδικού στη διαχείριση ασφαλείας σε θέματα οπτικής ακτινοβολίας. Μπορεί επίσης να είναι δύσκολο να διατηρείται ενήμερο το προσωπικό σε θέματα ασφαλείας της οπτικής ακτινοβολίας, εφόσον πρέπει να χρησιμοποιεί τις δεξιότητές του λιγότερο συχνά. Ως εκ τούτου, ορισμένες εταιρείες χρησιμοποιούν τις συμβουλές εξωτερικών συμβούλων σε θέματα ασφαλείας της οπτικής ακτινοβολίας. Οι σύμβουλοι αυτοί παρέχουν συστάσεις για τα εξής:

- μηχανικές λύσεις ελέγχου·
- γραπτές διαδικασίες για την ασφαλή χρήση του εξοπλισμού, καθώς και για μέτρα λειτουργικής και επαγγελματικής ασφάλειας·
- επιλογή μέσων ατομικής προστασίας·
- εκπαίδευση και κατάρτιση του προσωπικού.

Μπορεί να χρειαστεί να διοριστεί κάποιο επαρκώς καταρτισμένο μέλος του προσωπικού που να είναι υπεύθυνο για τα καθημερινά ζητήματα που αφορούν την ασφάλεια της οπτικής ακτινοβολίας σε έναν χώρο εργασίας.

#### 9.5.5. Κατάρτιση και διαβούλευση

##### 9.5.5.1. Κατάρτιση

Η οδηγία (άρθρο 6) απαιτεί την ενημέρωση και την κατάρτιση των εργαζομένων οι οποίοι εκτίθενται σε κινδύνους από τεχνητή οπτική ακτινοβολία (ή/και των εκπροσώπων τους). Η απαίτηση αυτή καλύπτει ειδικότερα τα εξής:

Μέτρα που λαμβάνονται για την εφαρμογή της εν λόγω οδηγίας
Τις οριακές τιμές έκθεσης και τους συναφείς δυνητικούς κινδύνους
Τα αποτελέσματα της εκτίμησης, της μέτρησης ή/και των υπολογισμών των επιπέδων έκθεσης σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία που διενεργούνται σύμφωνα με το άρθρο 4 της οδηγίας, καθώς και την επεξήγηση της σημασίας και των δυνητικών κινδύνων τους
Πώς ανιχνεύονται οι αρνητικές επιπτώσεις της έκθεσης για την υγεία και πώς πρέπει να αναφέρονται
Τις συνθήκες υπό τις οποίες οι εργαζόμενοι δικαιούνται επίβλεψης της υγείας τους
Ασφαλείς εργασιακές πρακτικές για την ελαχιστοποίηση των κινδύνων από την έκθεση
Σωστή χρήση των κατάλληλων μέσων ατομικής προστασίας

Συνιστάται το επίπεδο κατάρτισης να είναι αντίστοιχο με τον κίνδυνο λόγω έκθεσης σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία. Σε περίπτωση που όλες οι πηγές θεωρούνται «ασήμαντες», τότε αρκεί να ενημερωθούν σχετικά οι εργαζόμενοι ή/και οι εκπρόσωποί τους. Ωστόσο, οι εργαζόμενοι ή οι εκπρόσωποί τους θα πρέπει να γνωρίζουν ότι μπορεί να υπάρχουν ιδιαίτερα ευαίσθητες ομάδες κινδύνου και τη διαδικασία διαχείρισής τους.

Σε περίπτωση που στον χώρο εργασίας υπάρχει προσιτή τεχνητή οπτική ακτινοβολία που μπορεί να υπερβεί την οριακή τιμή έκθεσης, θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για την επίσημη κατάρτιση και ενδεχομένως για τον διορισμό εργαζομένων σε συγκεκριμένους ρόλους. Κατά τον καθορισμό του απαιτούμενου επιπέδου κατάρτισης, ο εργοδότης πρέπει να λάβει υπόψη τα ακόλουθα:

Εμπειρία του προσωπικού και ενημέρωσή του σχετικά με τους κινδύνους από την τεχνητή οπτική ακτινοβολία
Υφιστάμενες εκτιμήσεις κινδύνων και τα πορίσματά τους
Εάν οι εργαζόμενοι υποχρεούνται να συμμετέχουν στις εκτιμήσεις κινδύνων ή την αναθεώρησή τους
Εάν ο χώρος εργασίας είναι στατικός και οι κίνδυνοι έχουν εκτιμηθεί επίσημα ως αποδεκτοί ή εάν το περιβάλλον αλλάζει συχνά
Εάν ο εργοδότης έχει πρόσβαση σε εξωτερικούς συμβούλους για να τον βοηθήσουν στη διαχείριση των κινδύνων
Εργαζόμενους που είναι νέοι στον χώρο εργασίας ή σε εργασίες με τεχνητή οπτική ακτινοβολία

Είναι σημαντικό οι κίνδυνοι να εξετάζονται συνδυαστικά. Για παράδειγμα, δεν χρειάζεται να προβλέπεται επίσημη κατάρτιση για τη χρήση δεικτών λέιζερ κατηγορίας 2. Η κατάρτιση εργαζομένων που χρησιμοποιούν λέιζερ κατηγορίας 3B και κατηγορίας 4 και ασύμφωνες πηγές ομάδας κινδύνου 3 είναι σχεδόν πάντα απαραίτητη. Δεν είναι όμως δυνατόν να καθοριστεί συγκεκριμένη διάρκεια ενός προγράμματος κατάρτισης ή ακόμη και πώς πρέπει να παραδοθεί. Για τον λόγο αυτό, η αξιολόγηση κινδύνων είναι σημαντική.

Στην ιδανική περίπτωση, η απαίτηση κατάρτισης και πώς θα πρέπει να πραγματοποιείται θα προσδιορίζεται πριν αρχίσει να χρησιμοποιείται η πηγή της τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας.

#### 9.5.5.2. Διαβούλευση

Το άρθρο 7 της οδηγίας αναφέρεται στις γενικές απαιτήσεις του άρθρου 11 της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ:

**Άρθρο 11****Διαβουλεύσεις και συμμετοχή των εργαζομένων**

1. Οι εργοδότες ζητούν τη γνώμη των εργαζομένων ή/και εκπροσώπων τους και επιτρέπουν τη συμμετοχή τους στα πλαίσια όλων των ζητημάτων που άπτονται της ασφάλειας και της υγείας κατά την εργασία.

Αυτό συνεπάγεται:

- διαβούλευση με τους εργαζομένους,
- δικαίωμα των εργαζομένων ή/και των εκπροσώπων τους να υποβάλλουν προτάσεις,
- ισόρροπη συμμετοχή σύμφωνα με τις εθνικές νομοθεσίες ή/και πρακτικές.

2. Οι εργαζόμενοι ή οι εκπρόσωποί τους, οι οποίοι εκτελούν ειδικά καθήκοντα για την προστασία της ασφάλειας και της υγείας των εργαζομένων, συμμετέχουν κατά τρόπο ισόρροπο και σύμφωνα με τις εθνικές νομοθεσίες ή/και πρακτικές, ή ζητείται η γνώμη τους από τον εργοδότη εκ των προτέρων και εγκαίρως όσον αφορά:

- α) κάθε ενέργεια η οποία μπορεί να έχει ουσιαστικές επιπτώσεις στην ασφάλεια και την υγεία·
- β) τον καθορισμό των εργαζομένων που προβλέπονται στο άρθρο 7 παράγραφος 1 και στο άρθρο 8 παράγραφος 2, καθώς και τις δραστηριότητες που προβλέπονται στο άρθρο 7 παράγραφος 1·
- γ) τις πληροφορίες που προβλέπονται στο άρθρο 9 παράγραφος 1 και στο άρθρο 10·
- δ) την προβλεπόμενη στο άρθρο 7 παράγραφος 3 ενδεχόμενη προσφυγή σε εξωτερικές ως προς την επιχείρηση ή/και την εγκατάσταση αρμόδιες υπηρεσίες ή άτομα·
- ε) τον σχεδιασμό και την οργάνωση της κατάρτισης που προβλέπονται στο άρθρο 12.

3. Οι εκπρόσωποι των εργαζομένων, οι οποίοι εκτελούν ειδικά καθήκοντα για την προστασία της ασφάλειας και της υγείας των εργαζομένων, έχουν το δικαίωμα να ζητούν από τον εργοδότη να λάβει τα ενδεδειγμένα μέτρα και να του υποβάλλουν σχετικές προτάσεις κατά τρόπον ώστε να αντιμετωπίζεται οιοσδήποτε κίνδυνος για τους εργαζομένους ή/και να εξαλειφθούν οι πηγές του κινδύνου.

4. Οι εργαζόμενοι που αναφέρονται στην παράγραφο 2 και οι εκπρόσωποί τους που αναφέρονται στις παραγράφους 2 και 3 δεν πρέπει να υφίστανται δυσμενείς επιπτώσεις εξαιτίας των δραστηριοτήτων τους που αναφέρονται στις παραγράφους 2 και 3.

5. Ο εργοδότης οφείλει να θέτει στη διάθεση των εκπροσώπων των εργαζομένων που εκτελούν ειδικά καθήκοντα στον τομέα της προστασίας της ασφάλειας και της υγείας των εργαζομένων επαρκή απαλλαγή από την εργασία χωρίς μισθολογική απώλεια, καθώς και τα αναγκαία μέσα προκειμένου να μπορούν να εκπληρώσουν τις υποχρεώσεις που απορρέουν από την παρούσα οδηγία.

6. Οι εργαζόμενοι ή/και οι εκπρόσωποί τους έχουν το δικαίωμα σύμφωνα με τις εθνικές νομοθεσίες και πρακτικές να απευθυνθούν στην αρμόδια στο θέμα της ασφάλειας και της υγείας κατά την εργασία αρχή, εάν κρίνουν ότι τα ληφθέντα μέτρα και τα διατιθέμενα από τον εργοδότη μέσα δεν αρκούν για να εξασφαλιστεί η ασφάλεια και η υγεία κατά την εργασία.

*Οι εκπρόσωποι των εργαζομένων οφείλουν να είναι σε θέση να διατυπώνουν τις παρατηρήσεις τους κατά τις επισκέψεις και τους ελέγχους που διεξάγει η αρμόδια αρχή.*

*Το πρότυπο IEC TR 60825-14: 2004 συνιστά μια ελάχιστη απαίτηση κατάρτισης για τους χρήστες λέιζερ.*

*Το πρότυπο EN 60825-2: 2004 προσδιορίζει συμπληρωματικές απαιτήσεις για τους χρήστες που εργάζονται σε συστήματα επικοινωνίας οπτικών ινών.*

*Το πρότυπο EN 60825-12: 2004 προσδιορίζει συμπληρωματικές απαιτήσεις για τους χρήστες που εργάζονται σε συστήματα επικοινωνίας ελεύθερου χώρου.*

*Το πρότυπο CLC/TR 50448: 2005 παρέχει κατευθύνσεις για τα επίπεδα ικανότητας που απαιτούνται σε θέματα ασφάλειας των λέιζερ.*

## 9.6. Μέσα ατομικής προστασίας

Η μείωση της ακούσιας έκθεσης στην οπτική ακτινοβολία θα πρέπει να περιλαμβάνεται στις προδιαγραφές σχεδιασμού του εξοπλισμού. Η έκθεση στην οπτική ακτινοβολία πρέπει να περιορίζεται, όσο το δυνατόν περισσότερο, με φυσικά μέσα προστασίας, όπως μηχανικά μέσα ελέγχου. Τα μέσα ατομικής προστασίας πρέπει να

χρησιμοποιούνται μόνο όταν είναι ανέφικτα ή ελλιπή τα μηχανικά και διοικητικά μέσα ελέγχου.

Ο σκοπός των ΜΑΠ είναι να μειώσουν την οπτική ακτινοβολία σε επίπεδο που δεν προκαλεί δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία του εκτιθέμενου ατόμου. Οι τραυματισμοί από οπτική ακτινοβολία μπορεί να μην είναι εμφανείς κατά τη στιγμή της έκθεσης. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα όρια

έκθεσης εξαρτώνται από το μήκος κύματος. Επομένως, από το μήκος κύματος μπορεί να εξαρτάται και ο βαθμός προστασίας που προσφέρουν τα ΜΑΠ.

Παρά το γεγονός ότι ένας οξύς τραυματισμός του δέρματος λόγω έκθεσης σε οπτική ακτινοβολία είναι απίθανο να επηρεάσει την ποιότητα ζωής ενός ατόμου, είναι γεγονός ότι υπάρχει μεγάλη πιθανότητα τραυματισμού του δέρματος, ιδίως στα χέρια και το πρόσωπο. Η έκθεση του δέρματος σε οπτική ακτινοβολία κάτω από 400 nm, η οποία αυξάνει τον κίνδυνο καρκίνου του δέρματος, είναι ιδιαίτερα ανησυχητική.

#### Σημαντικό

Τα ΜΑΠ πρέπει να είναι κατάλληλα για τους κινδύνους που ενυπάρχουν, χωρίς να αυξάνουν αυτά καθαυτά την πιθανότητα οποιουδήποτε κινδύνου

Τα ΜΑΠ πρέπει να είναι κατάλληλα για τις συνθήκες στον χώρο εργασίας

Τα ΜΑΠ πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις εργονομικές απαιτήσεις και την κατάσταση υγείας των εργαζομένων

### 9.6.1. Μέτρα προστασίας από άλλους κινδύνους

Οι ακόλουθοι μη οπτικοί κίνδυνοι πρέπει επίσης να λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή των κατάλληλων ΜΑΠ για την προστασία από την έκθεση στην οπτική ακτινοβολία:

- Πρόσκρουσης
- Ψύξης/Θέρμανσης
- Διείδυσης
- Επιβλαβούς σκόνης
- Συμπίεσης
- Βιολογικοί
- Χημικοί
- Ηλεκτρικοί

Παραδείγματα παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Μέσα ατομικής προστασίας	Λειτουργία
Προστατευτικά γυαλιά: προστατευτικά γυαλιά, προστατευτικές μάσκες, προσωπίδες	Τα γυαλιά θα πρέπει να επιτρέπουν στον εργαζόμενο να βλέπει τα πάντα στον χώρο εργασίας, αλλά να αποδεκτά επίπεδα. Η επιλογή των κατάλληλων γυαλιών εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως: το μήκος κύματος, την ισχύ/ενέργεια, την οπτική πυκνότητα, την ανάγκη για φακούς οράσεως, την άνεση κ.λπ.

Μέσα ατομικής προστασίας	Λειτουργία
Προστατευτικός ρουχισμός και γάντια	Οι πηγές οπτικής ακτινοβολίας μπορεί να παρουσιάζουν κίνδυνο πυρκαγιάς και μπορεί να είναι απαραίτητη η χρήση προστατευτικού ρουχισμού. Ο εξοπλισμός που παράγει υπεριώδη ακτινοβολία μπορεί να παρουσιάσει κίνδυνο για το δέρμα. Γι' αυτό πρέπει να το καλύπτουμε με κατάλληλο προστατευτικό ρουχισμό και γάντια. Πρέπει να φοράμε γάντια όταν εργαζόμαστε με χημικές ή βιολογικές ουσίες. Η χρήση προστατευτικού ρουχισμού ή γαντιών μπορεί να προβλέπεται από τις προδιαγραφές εφαρμογής.
Αναπνευστικός εξοπλισμός	Κατά την επεξεργασία, μπορεί να παράγονται τοξικές και επιβλαβείς αναθυμιάσεις. Απαιτείται η ύπαρξη αναπνευστικού εξοπλισμού για χρήση σε έκτακτες περιπτώσεις.
Ωτοασπίδες	Ο θόρυβος από ορισμένες βιομηχανικές εφαρμογές μπορεί να αποτελέσει κίνδυνο.

### 9.6.2. Προστασία των ματιών

Τα μάτια κινδυνεύουν να τραυματιστούν από την οπτική ακτινοβολία, εάν η έκθεση υπερβαίνει τις οριακές τιμές έκθεσης (ΟΤΕ). Σε περίπτωση που τα άλλα μέτρα δεν αρκούν για να ελέγξουν τον κίνδυνο έκθεσης των ματιών πέρα από οποιαδήποτε ισχύουσα ΟΤΕ, πρέπει να χρησιμοποιούνται τα μέσα προστασίας των ματιών που συνιστώνται από τον κατασκευαστή του εξοπλισμού ή τον σύμβουλο ασφάλειας σε θέματα οπτικής ακτινοβολίας και είναι ειδικά σχεδιασμένα για τα μήκη κύματος και την ισχύ εξόδου.

Τα προστατευτικά γυαλιά πρέπει να αναφέρουν ευκρινώς την περιοχή μήκους κύματος και το αντίστοιχο επίπεδο προστασίας που παρέχουν. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό εάν υπάρχουν πολλές πηγές που απαιτούν διάφορα είδη προστατευτικών γυαλιών, όπως λέιζερ διαφορετικού μήκους κύματος που απαιτούν τα δικά τους μοναδικά γυαλιά. Επιπλέον, συνιστάται η χρήση μιας σαφούς και τεκμηριωμένης μεθόδου σήμανσης των γυαλιών ασφαλείας, προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι υπάρχει σαφής σχέση με το συγκεκριμένο υλικό για το οποίο προβλέπονται ΜΑΠ.

Το επίπεδο εξασθένησης της οπτικής ακτινοβολίας που παρέχεται από τα προστατευτικά γυαλιά στη φασματική περιοχή κινδύνου θα πρέπει να είναι τουλάχιστον τόσο ώστε να μειωθεί το επίπεδο έκθεσης κάτω από την ισχύουσα ΟΤΕ.

Η διαπερατότητα του φωτός και το χρώμα του περιβάλλοντος, όπως φαίνεται μέσα από τα προστατευτικά φίλτρα, είναι σημαντικά χαρακτηριστικά των γυαλιών που μπορεί να επηρεάσουν την ικανότητα του ατόμου που τα φορά να εκτελέσει τις απαιτούμενες εργασίες χωρίς να κινδυνεύει από τη μη οπτική ακτινοβολία.

Τα προστατευτικά γυαλιά πρέπει να φυλάσσονται σωστά, να καθαρίζονται τακτικά και να υποβάλλονται σε ένα πρόγραμμα καθορισμένων επιθεωρήσεων.

### Παράμετροι για την επιλογή προστατευτικών γυαλιών

Ε: Επίπεδο προστασίας	→	Επιλέξτε γυαλιά με εξασθένιση > $\frac{\text{αναμενόμενο επίπεδο}}{\text{ΟΤΕ}}$
Ε: Διαπερατότητα φωτός; Ποιότητα όρασης;	→	Επιλέξτε γυαλιά με διαπερατότητα φωτός > 20% Εάν δεν υπάρχουν, αυξήστε το επίπεδο φωτισμού Ελέγξτε τα φίλτρα για γρατζουνιές και σκεδαζόμενη ακτινοβολία
Ε: Αντίληψη χρωμάτων του περιβάλλοντος εργασίας;	→	Βεβαιωθείτε ότι τα χειριστήρια και τα σήματα κινδύνου των μηχανημάτων φαίνονται καθαρά μέσα από τα προστατευτικά γυαλιά
Ε: Πάρα πολλές αντανακλάσεις;	→	Αποφύγετε φίλτρα και πλαίσια με γυαλιστερή όψη ή με όψη στίλβωσης
Ε: Αν τα γυαλιά τροφοδοτούνται με ρεύμα ή μπαταρία και διακοπεί η τροφοδοσία τους, υπάρχει κίνδυνος για την ασφάλεια;	→	Επιλέξτε φίλτρο που παρέχει μέγιστη εξασθένιση όταν δεν τροφοδοτείται

### 9.6.3. Προστασία του δέρματος

Σε περίπτωση έκθεσης σε οπτική ακτινοβολία στον χώρο εργασίας, οι περιοχές του δέρματος που συνήθως κινδυνεύουν είναι τα χέρια, το πρόσωπο, το κεφάλι και ο λαιμός, επειδή οι άλλες περιοχές κατά κανόνα καλύπτονται από τα ρούχα εργασίας. Τα χέρια προστατεύονται φορώντας γάντια με χαμηλό ποσοστό μετάδοσης στην επικίνδυνη οπτική ακτινοβολία. Το πρόσωπο μπορεί να προστατευθεί με απορροφητική μάσκα ή με κάλυμμα προσώπου, το οποίο μπορεί επίσης να προστατεύει τα μάτια. Η χρήση κατάλληλων προστατευτικών κεφαλής εξασφαλίζει την προστασία της κεφαλής και του λαιμού.

## 9.7. Περαιτέρω χρήσιμες πληροφορίες

Οδηγία 89/656/ΕΟΚ του Συμβουλίου σχετικά με τις ελάχιστες προδιαγραφές ασφάλειας και υγείας για τη χρήση από τους εργαζόμενους εξοπλισμών ατομικής προστασίας κατά την εργασία

### 9.7.1. Βασικά πρότυπα

- EN 165: 2005 — Μέσα ατομικής προστασίας ματιών — Λεξιλόγιο
- EN 166: 2002 — Μέσα ατομικής προστασίας ματιών — Προδιαγραφές
- EN 167: 2002 — Μέσα ατομικής προστασίας ματιών — Μέθοδοι οπτικών δοκιμών
- EN 168: 2002 — Μέσα ατομικής προστασίας ματιών — Μέθοδοι μη οπτικών δοκιμών

### 9.7.2. Πρότυπα ανά τύπο προϊόντος

- EN 169: 2002 — Μέσα ατομικής προστασίας ματιών — Φίλτρα για συγκόλληση και σχετικές εργασίες — Απαιτήσεις απορρόφησης και συνιστώμενη χρήση
- EN 170: 2002 — Μέσα ατομικής προστασίας ματιών — Φίλτρα υπεριώδους ακτινοβολίας — Απαιτήσεις απορρόφησης και συνιστώμενη χρήση
- EN 171: 2002 — Μέσα ατομικής προστασίας ματιών — Φίλτρα υπέρυθρης ακτινοβολίας — Απαιτήσεις διαπερατότητας και συνιστώμενη χρήση

### 9.7.3. Συγκόλληση

- EN 175: 1997 — Ατομική προστασία — Εξοπλισμός προστασίας ματιών και προσώπου κατά τη διάρκεια συγκολλήσεων και σχετικών διεργασιών
- EN 379: 2003 — Ατομική προστασία ματιών — Αυτόματα φίλτρα συγκόλλησης
- EN 1598: 1997 — Υγιεινή και ασφάλεια στις συγκολλήσεις και σε συναφείς διεργασίες — Διαφανή πετάσματα συγκόλλησης, ταινίες και προπετάσματα για διεργασίες συγκόλλησης τόξου

### 9.7.4. Λείζερ

- EN 207: 1998 — Φίλτρα και μέσα προστασίας ματιών από ακτινοβολία λέιζερ
- EN 208: 1998 — Μέσα προστασίας ματιών για ρυθμιστικές εργασίες σε λέιζερ και συστήματα λέιζερ

### **9.7.5.** Έντονες πηγές φωτός

BS 8497-1: 2008 — Γυαλιά προστασίας από έντονες πηγές φωτός που χρησιμοποιούνται στον άνθρωπο και τα ζώα για καλλυντικά και ιατρικές εφαρμογές. Μέρος 1: Προδιαγραφή για τα προϊόντα

BS 8497-2: 2008 — Γυαλιά προστασίας από έντονες πηγές φωτός που χρησιμοποιούνται στον άνθρωπο και τα ζώα για καλλυντικά και ιατρικές εφαρμογές. Μέρος 2: Οδηγίες χρήσης



# 10. Διαχείριση δυσμενών συμβάντων

Στο πλαίσιο του παρόντος οδηγού, τα δυσμενή συμβάντα περιλαμβάνουν καταστάσεις κατά τις οποίες κάποιος έχει τραυματιστεί ή αρρωστήσει («ατυχήματα») ή παρ' ολίγον ατυχήματα ή ανεπιθύμητες καταστάσεις («συμβάντα»).

Όταν χρησιμοποιούνται παράλληλες ακτίνες λέιζερ, ο κίνδυνος έκθεσης στην ακτίνα λέιζερ είναι γενικά μικρός αλλά οι συνέπειες μπορεί να είναι μεγάλες. Αντίθετα, ο κίνδυνος έκθεσης σε ασύμφωνες πηγές τεχνητής ακτινοβολίας είναι μεγάλος αλλά οι συνέπειες μπορεί να είναι λίγες.

Συνιστάται η κατάρτιση σχεδίων έκτακτης ανάγκης για την αντιμετώπιση των ευλόγως αναμενόμενων ανεπιθύμητων ενεργειών της τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας. Ο βαθμός λεπτομέρειας και πολυπλοκότητας εξαρτάται από τον κίνδυνο. Είναι πιθανό ο εργοδότης να έχει

γενικές ρυθμίσεις για περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, οπότε υπάρχει πλεονέκτημα στη χρήση παρόμοιων προσεγγίσεων στην οπτική ακτινοβολία.

Συνιστάται η κατάρτιση λεπτομερών σχεδίων έκτακτης ανάγκης για τις πρακτικές εργασίες με πιθανότητα πρόσβασης στα ακόλουθα είδη οπτικής ακτινοβολίας:

Λέιζερ κατηγορίας 3B

Λέιζερ κατηγορίας 4

Ασύμφωνες πηγές ομάδας κινδύνου 3

Τα σχέδια έκτακτης ανάγκης πρέπει να προβλέπουν τις ενέργειες και τις ευθύνες σε περίπτωση:

Έκθεσης ενός εργαζόμενου πέρα από την ΟΤΕ

Υποψίας έκθεσης ενός εργαζόμενου πέρα από την ΟΤΕ

# 11. Επίβλεψη της υγείας

Το άρθρο 8 της οδηγίας περιγράφει τις απαιτήσεις για την επίβλεψη της υγείας, παραπέμποντας στις γενικές απαιτήσεις της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ. Οι λεπτομέρειες σε θέματα επίβλεψης της υγείας πιθανόν καλύπτονται από τις εθνικές απαιτήσεις. Ως εκ τούτου, η πρόταση που διατυπώνεται στο παρόν κεφάλαιο είναι πολύ γενική.

Οι απαιτήσεις του παρόντος άρθρου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σε περιπτώσεις έκθεσης των εργαζομένων σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία για διάστημα μεγαλύτερο των 100 ετών. Ο αριθμός των αναφερόμενων δυσμενών επιπτώσεων στην υγεία είναι μικρός και περιορίζεται σε μικρό αριθμό κλάδων, όπου γενικά εφαρμόζονται μέτρα ελέγχου για την περαιτέρω μείωση του αριθμού των περιστατικών.

Μετά την επινόηση του λέιζερ, δημοσιεύθηκαν συστάσεις για την υποβολή των εργαζομένων που έρχονται σε επαφή με λέιζερ σε τακτικές οφθαλμολογικές εξετάσεις. Αποδείχθηκε όμως, έπειτα από σχεδόν 50 χρόνια εμπειρίας, ότι οι εξετάσεις δεν έχουν καμία αξία στο πρόγραμμα επίβλεψης της υγείας και ενδεχομένως να προκαλούν έναν ακόμα κίνδυνο για τον εργαζόμενο.

Ένας εργαζόμενος που εκτίθεται σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία κατά την εργασία του δεν πρέπει να υποβάλλεται σε οφθαλμολογικές εξετάσεις πριν από την έναρξη της απασχόλησής του, σε τακτά χρονικά διαστήματα στη διάρκεια της απασχόλησής του και μετά τη διακοπή της απασχόλησής του, μόνο και μόνο επειδή διεξάγει τέτοιου είδους εργασία. Ομοίως, οι δερματολογικές εξετάσεις μπορεί να ωφελήσουν τους εργαζόμενους, αλλά συνήθως δεν είναι απαραίτητες μόνο για λόγους συνεχούς έκθεσης σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία.

## 11.1. Ποιος πρέπει να πραγματοποιεί την επίβλεψη της υγείας;

Η επίβλεψη της υγείας πρέπει να πραγματοποιείται από:

- γιατρό·
- ειδικό στον τομέα της επαγγελματικής υγείας ή
- αρμόδια αρχή υπεύθυνη για την επίβλεψη της υγείας βάσει της εθνικής νομοθεσίας και πρακτικής.

## 11.2. Φάκελοι

Τα κράτη μέλη θεσπίζουν ρυθμίσεις προκειμένου να διασφαλίζεται ότι για κάθε εργαζόμενο τηρείται και επικαιροποιείται ατομικός φάκελος. Οι φάκελοι περιλαμβάνουν περίληψη των αποτελεσμάτων της διενεργούμενης επίβλεψης της υγείας.

Τηρούνται υπό κατάλληλη μορφή έτσι ώστε να είναι δυνατό να τους συμβουλευτεί κανείς αργότερα, χωρίς να θίγεται το ιατρικό απόρρητο. Κάθε εργαζόμενος έχει πρόσβαση, εφόσον το ζητήσει, στον προσωπικό του φάκελο.

## 11.3. Ιατρικές εξετάσεις

Αν υπάρχει υποψία ή διαπιστωθεί έκθεση σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία πάνω από τις οριακές τιμές, προσφέρεται στον οικείο εργαζόμενο ιατρική εξέταση.

Η εν λόγω εξέταση γίνεται όταν διαπιστώνεται ότι ένας εργαζόμενος πάσχει από διαγνωσίμη ασθένεια ή έχει υποστεί δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία του οι οποίες θεωρούνται ότι είναι αποτέλεσμα της έκθεσης σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία.

Μια πρόκληση για την εφαρμογή της απαίτησης αυτής είναι ότι πολλές αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία μπορεί να οφείλονται στην έκθεση σε πηγές φυσικής οπτικής ακτινοβολίας. Επομένως, είναι σημαντικό το άτομο που εκτελεί την ιατρική εξέταση να γνωρίζει τις πιθανές δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία από τις συγκεκριμένες πηγές έκθεσης σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία κατά την εργασία.

## 11.4. Ενέργειες σε περίπτωση υπέρβασης του ορίου έκθεσης

Αν θεωρηθεί ότι υπάρχει υπέρβαση των ορίων έκθεσης ή αν οι δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία ή η διαγνωσίμη ασθένεια θεωρηθούν ότι προκλήθηκαν από τεχνητή οπτική ακτινοβολία στον χώρο εργασίας, τότε θα πρέπει να γίνονται τα εξής:

- ο εργαζόμενος ενημερώνεται για τα αποτελέσματα
- ο εργαζόμενος λαμβάνει πληροφορίες και συμβουλές σχετικά με την όποια επαναληπτική επίβλεψη της υγείας του
- ο εργοδότης ενημερώνεται, χωρίς να θίγεται το ιατρικό απόρρητο
- ο εργοδότης επανεξετάζει την αξιολόγηση κινδύνων
- ο εργοδότης επανεξετάζει τα υφιστάμενα μέτρα ελέγχου (μπορεί να χρειαστεί να ζητήσει τη συμβουλή ειδικού)
- ο εργοδότης μεριμνά για την απαραίτητη συνεχή επίβλεψη της υγείας.



# Προσάρτημα Α — Φύση της οπτικής ακτινοβολίας

Το φως είναι ένα καθημερινό παράδειγμα οπτικής ακτινοβολίας, και ειδικότερα τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας, αν εκπέμπεται από έναν λαμπτήρα. Ο όρος «οπτική ακτινοβολία» χρησιμοποιείται επειδή το φως είναι μια μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και έχει επιπτώσεις στο μάτι, δηλ. εισέρχεται στο μάτι, εστιάζεται και στη συνέχεια εντοπίζεται από αυτό.

Το φως αποτελείται από ένα φάσμα χρωμάτων που κυμαίνεται από το μωβ και το μπλε, το πράσινο και το κίτρινο μέχρι το πορτοκαλί και το κόκκινο. Τα χρώματα που αντιλαμβανόμαστε στο φως καθορίζονται από τα μήκη κύματος που βρίσκονται στο φάσμα του φωτός. Τα μικρότερα μήκη κύματος θεωρούνται ότι βρίσκονται στο μπλε άκρο του φάσματος και τα μεγαλύτερα μήκη κύματος στο κόκκινο άκρο. Θεωρούμε ότι το φως αποτελείται από ένα ρεύμα άμαζων σωματιδίων που ονομάζονται φωτόνια, καθένα από τα οποία έχει ένα χαρακτηριστικό μήκος κύματος.

Το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ξεπερνά κατά πολύ τα μήκη κύματος που μπορούμε να δούμε. Η υπέρυθρη ακτινοβολία, η ακτινοβολία μικροκυμάτων και τα ραδιοκύματα είναι παραδείγματα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με όλο και πιο μεγάλα μήκη κύματος. Η υπεριώδης ακτινοβολία, οι ακτίνες Χ και οι ακτίνες γάμμα έχουν όλο και πιο μικρό μήκος κύματος.

Το μήκος κύματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας προσφέρει και άλλες χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με αυτό.

Όταν η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία αλληλεπιδρά με ένα υλικό, μπορεί να απελευθερώσει κάποια ενέργεια στο σημείο της αλληλεπίδρασης. Αυτό μπορεί να προκαλέσει κάποια επίδραση στο υλικό. Για παράδειγμα, το ορατό φως που έρχεται σε επαφή με τον αμφιβληστροειδή απελευθερώνει αρκετή ενέργεια ώστε να προκαλέσει βιοχημικές αντιδράσεις οι οποίες παράγουν ένα σήμα που αποστέλλεται μέσω του οπτικού νεύρου στον εγκέφαλο. Το μέγεθος της ενέργειας που απελευθερώνεται σε τέτοιου είδους αλληλεπιδράσεις εξαρτάται τόσο από την ποσότητα της ακτινοβολίας όσο και από το πόσο ενεργητική

είναι αυτή. Η ποσότητα ενέργειας που απελευθερώνει η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μπορεί να συνδέεται με το μήκος κύματος. Όσο πιο μικρό είναι το μήκος κύματος τόσο πιο ενεργητική είναι η ακτινοβολία. Έτσι, το μπλε φως είναι πιο ενεργητικό από το πράσινο φως, το οποίο, με τη σειρά του, είναι πιο ενεργητικό από το κόκκινο φως. Η υπεριώδης ακτινοβολία είναι πιο ενεργητική από οποιοδήποτε ορατό μήκος κύματος.

Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας καθορίζει και τον βαθμό στον οποίο διεισδύει και επενεργεί στο σώμα. Για παράδειγμα, η ακτινοβολία UVA δρα λιγότερο αποτελεσματικά στον αμφιβληστροειδή από ό,τι το πράσινο φως.

Ο όρος «οπτική ακτινοβολία» περιλαμβάνει ορισμένα από τα αόρατα μέρη του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Αυτά είναι οι υπεριώδεις και υπέρυθρες φασματικές περιοχές. Παρόλο που δεν είναι ορατές (ο αμφιβληστροειδής δεν ανιχνεύει αυτά τα μήκη κύματος), μέρη αυτών των φασματικών περιοχών διαπερνούν το μάτι σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό. Για λόγους ευκολίας, το φάσμα της οπτικής ακτινοβολίας χωρίζεται, ανά μήκος κύματος, ως εξής:

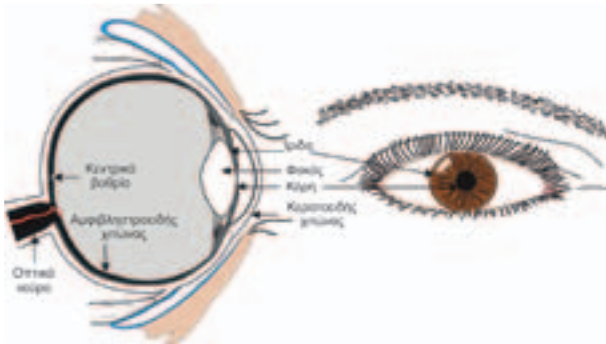
Υπεριώδης «C» (UVC):	100–280 nm
UVB	280–315 nm
UVA	315–400 nm
Ορατή	380–780 nm
Υπέρυθρη «A» (IRA)	780–1 400 nm
IRB	1 400–3 000 nm
IRC	3 000–1 000 000 nm (3 μm–1 mm)

Η οδηγία περιλαμβάνει τα όρια έκθεσης για τη φασματική περιοχή 180–3 000 nm όσον αφορά την ασύμφωνη οπτική ακτινοβολία και από 180 nm έως 1 mm για την ακτινοβολία λείζερ.

# Προσάρτημα Β — Βιολογικές επιδράσεις της οπτικής ακτινοβολίας στα μάτια και το δέρμα

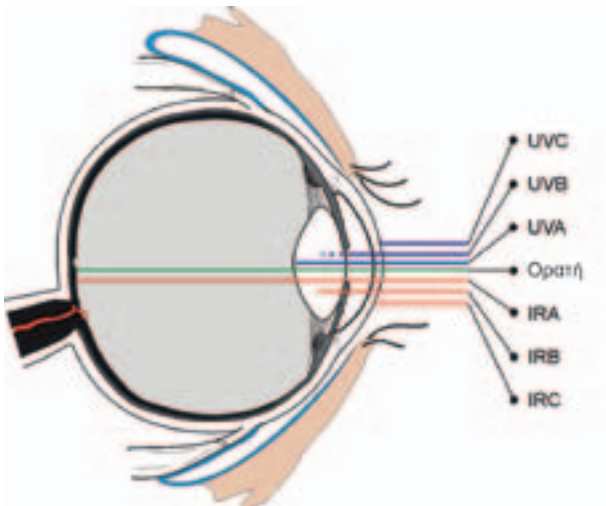
## Β.1. Το μάτι

Σχήμα Β.1.1. Δομή του ματιού



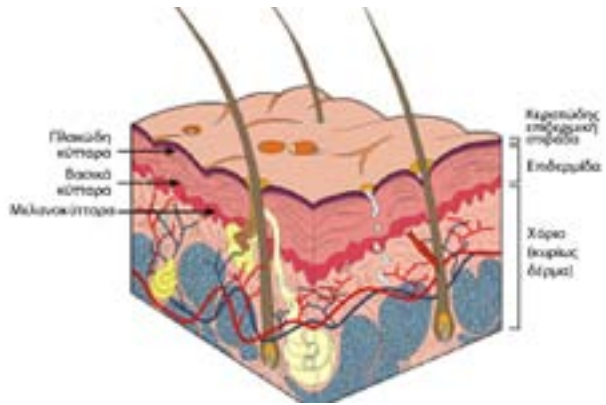
Το φως που εισέρχεται στο μάτι, μετά από τον κερατοειδή, περνά μέσα στο υδατοειδές υγρό, έπειτα σε ένα μεταβλητό άνοιγμα (κórη) και μέσα στον φακό και το υαλώδες σώμα και εστιάζεται στον αμφιβληστροειδή. Το οπτικό νεύρο μεταφέρει σήματα από τους φωτοϋποδοχείς του αμφιβληστροειδούς στον εγκέφαλο.

Σχήμα Β.1.2. Διείσδυση διαφορετικών μηκών κύματος μέσα στο μάτι



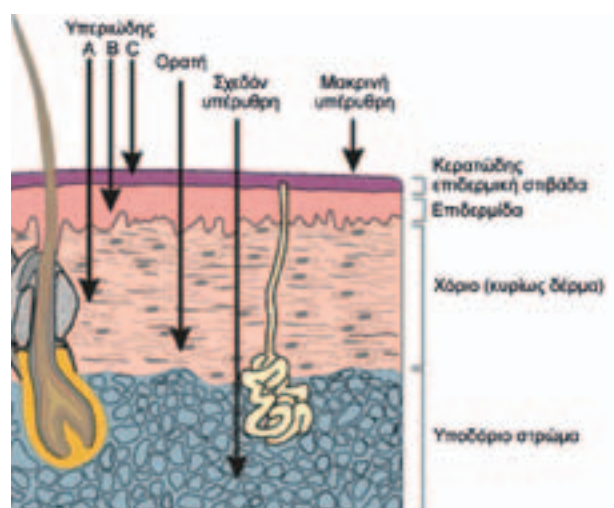
## Β.2. Το δέρμα

Σχήμα Β.2.1. Η δομή του δέρματος



Η εξωτερική στιβάδα του δέρματος, η επιδερμίδα, περιλαμβάνει κυρίως τα κερατινοκύτταρα (πλακώδη κύτταρα), τα οποία παράγονται στη βασική στιβάδα και ανεβαίνουν προς την επιφάνεια μέχρι να απομακρυνθούν. Το χόριο αποτελείται κυρίως από ίνες κολλαγόνου και περιέχει νευρικές απολήξεις, ιδρωτοποιούς αδένες, θύλακες τριχών και αιμοφόρα αγγεία.

Σχήμα Β.2.2. Διείσδυση διαφορετικών μηκών κύματος μέσα στο δέρμα



### B.3. Βιολογικές επιδράσεις διαφορετικών μηκών κύματος στα μάτια και το δέρμα

#### B.3.1. Υπεριώδης ακτινοβολία: UVC (100–280 nm)· UVB (280–315 nm)· UVA (315–400 nm)

##### Επιδράσεις στο δέρμα

Μεγάλο μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας (UVR) που εισχωρεί στο δέρμα απορροφάται στην επιδερμίδα, αν και η διείσδυση αυξάνεται σημαντικά στο μεγαλύτερο μήκος κύματος της UVA.

Η υπερβολική μακρόχρονη έκθεση στην ακτινοβολία UV προκαλεί ερύθημα, δηλ. κοκκίνισμα του δέρματος και πρήξιμο. Τα συμπτώματα μπορεί να είναι έντονα και κορυφώνονται 8–24 ώρες μετά την έκθεση, διαρκούν 3–4 ημέρες, ενώ στη συνέχεια εμφανίζεται ξηρότητα και ξεφλούδισμα του δέρματος. Μπορεί επίσης να ακολουθήσει αύξηση στον χρωματισμό του δέρματος (καθυστερημένο μαύρισμα). Η έκθεση σε ακτινοβολία UVA μπορεί επίσης να προκαλέσει άμεση αλλά προσωρινή αλλαγή στον χρωματισμό του δέρματος (άμεση μελάχρωση).

Το δέρμα ορισμένων ανθρώπων έχει αφύσικη συμπεριφορά κατά την έκθεση στην ακτινοβολία UVR (φωτοευαισθησία), λόγω γενετικών, μεταβολικών ή άλλων ανωμαλιών ή λόγω πρόσληψης ή επαφής με ορισμένα φάρμακα ή χημικές ουσίες.

Η πιο σοβαρή μακροπρόθεσμη επίδραση της ακτινοβολίας UV είναι ο καρκίνος του δέρματος. Οι καρκίνοι του δέρματος πλην του μελανώματος (NMSC) είναι τα καρκινώματα των βασικών κυττάρων και τα πλακώδη καρκινώματα. Εμφανίζονται σχετικά συχνά στους λευκούς ανθρώπους, αν και σπάνια είναι θανατηφόροι. Εμφανίζονται επίσης πιο συχνά στις περιοχές του σώματος που είναι εκτεθειμένες στον ήλιο, όπως το πρόσωπο και τα χέρια, και η συχνότητά τους αυξάνεται όσο αυξάνεται η ηλικία. Τα ευρήματα επιδημιολογικών μελετών καταδεικνύουν ότι ο κίνδυνος των δύο αυτών καρκίνων του δέρματος μπορεί να σχετίζεται με τη σωρευτική έκθεση στην ακτινοβολία UV, αν και οι αποδείξεις είναι πιο ισχυρές στην περίπτωση των πλακωδών καρκινωμάτων. Το κακόηθες μελάνωμα είναι η κύρια αιτία θανάτου από καρκίνο του δέρματος, αν και η συχνότητά του είναι μικρότερη από

τον NMSC. Μεγαλύτερη συχνότητα εμφανίζεται σε άτομα με μεγάλο αριθμό naevi (ελιές), στα άτομα με ανοιχτόχρωμο δέρμα, κόκκινα ή ξανθά μαλλιά και στα άτομα που έχουν τάση για φακίδες, παθαίνουν ηλιακά εγκαύματα και δεν μαυρίζουν στον ήλιο. Τόσο τα οξέα εγκαύματα από την έκθεση στον ήλιο όσο και η χρόνια έκθεση για εργασιακούς ή ψυχαγωγικούς λόγους μπορεί να συμβάλλουν στον κίνδυνο κακοήθους μελανώματος.

Η χρόνια έκθεση στην ακτινοβολία UVR μπορεί επίσης να προκαλέσει φωτογήρανση του δέρματος, η οποία χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση ρυτίδων και την απώλεια της ελαστικότητας. Τα μήκη κύματος της UVA είναι τα πιο ισχυρά, δεδομένου ότι μπορεί να εισχωρήσουν στους ιστούς κολλαγόνου και ελαστίνης του χορίου. Υπάρχουν επίσης στοιχεία που δείχνουν ότι η έκθεση στην UVR μπορεί να επηρεάσει τις ανοσολογικές αντιδράσεις.

Η κύρια γνωστή ευεργετική επίδραση της έκθεσης στην UVR είναι η σύνθεση βιταμίνης D· η περιορισμένη έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία καθημερινά παράγει επαρκή βιταμίνη D, εάν η πρόσληψη μέσω της τροφής είναι ανεπαρκής.

##### Επιδράσεις στα μάτια

Όταν η UVR πέφτει στο μάτι, απορροφάται από τον κερατοειδή χιτώνα και τον φακό. Ο κερατοειδής και ο επιπεφυκικός απορροφούν μεγάλο μέρος της σε μήκη κύματος μικρότερα από 300 nm. Η UVC απορροφάται στις επιφανειακές στιβάδες του κερατοειδούς και η UVB απορροφάται από τον κερατοειδή χιτώνα και τον φακό. Η UVA περνά στον κερατοειδή και απορροφάται από τον φακό.

Οι αντιδράσεις του ανθρώπινου ματιού στην οξεία υπερβολική έκθεση στην ακτινοβολία UVR περιλαμβάνουν τη φωτοκερατίτιδα και τη φωτοεπιπεφυκίτιδα (φλεγμονή του κερατοειδούς και του επιπεφυκότα, αντίστοιχα), ευρύτερα γνωστή ως τύφλωση χιονιού ή επίδραση τόξου στα μάτια. Τα συμπτώματα, τα οποία κυμαίνονται από ήπιο ερεθισμό, ευαισθησία στο φως και δακρύρροια έως και δυνατό πόνο, εμφανίζονται μέσα σε 30 λεπτά έως μία ημέρα, ανάλογα με τον βαθμό έκθεσης, και είναι συνήθως αναστρέψιμα μέσα σε λίγες ημέρες.

Η χρόνια έκθεση στην ακτινοβολία UVA και UVB μπορεί να προκαλέσει καταρράκτη λόγω των αλλαγών των πρωτεϊνών στον φακό του ματιού. Πολύ λίγη ακτινοβολία UV (λιγότερο από 1 % UVA) διεισδύει συνήθως στον

αμφιβληστροειδή λόγω απορρόφησής της από τους πρόσθιους ιστούς του ματιού. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένοι άνθρωποι που δεν έχουν φυσικό φακό λόγω χειρουργικής επέμβασης καταρράκτη και αν δεν υπάρχει εμφυτευμένος τεχνητός φακός να την απορροφήσει, η ακτινοβολία UVR που διεισδύει στο μάτι μπορεί να βλάψει τον αμφιβληστροειδή (σε μήκη κύματος 300 nm). Αυτή η βλάβη οφείλεται σε φωτοχημικά παραγόμενες ελεύθερες ρίζες που επιτίθενται στις δομές των αμφιβληστροειδικών κυτάρων. Ο αμφιβληστροειδής συνήθως προστατεύεται από οξείες βλάβες μέσω ακούσιων αντιδράσεων αποστροφής στο ορατό φως, αλλά η ακτινοβολία UVR δεν προκαλεί τέτοιου είδους αντιδράσεις: τα άτομα που δεν διαθέτουν φακό απορρόφησης της ακτινοβολίας UVR διατρέχουν άρα υψηλότερο κίνδυνο να υποστούν βλάβες του αμφιβληστροειδούς, εάν εργάζονται με πηγές ακτινοβολίας UVR.

Η χρόνια έκθεση στην ακτινοβολία UVR αποτελεί σημαντικό παράγοντα ανάπτυξης διαταραχών του κερατοειδούς και του επιπεφυκότα, όπως η φυσαλιδώδης κερατοπάθεια (συσσώρευση κίτρινων/καφέ επικαθίσεων στον επιπεφυκότα και τον κερατοειδή), πterygium (υπερανάπτυξη ιστού που μπορεί να εξαπλωθεί στον κερατοειδή) και πιθανόν pinguecula (πολλαπλασιαστικό κίτρινο τραύμα του επιπεφυκότα).

### B.3.2. Ορατή ακτινοβολία

#### Επιδράσεις στο δέρμα

Η ορατή ακτινοβολία (φως) διεισδύει στο δέρμα και μπορεί να αυξήσει την τοπική θερμοκρασία αρκετά ώστε να προκαλέσει έγκαυμα. Το σώμα προσαρμόζεται στη σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας με την αύξηση της ροής του αίματος (το οποίο απομακρύνει τη θερμότητα) και την εφίδρωση. Σε περίπτωση που η ακτινοβολία δεν είναι αρκετή για να προκαλέσει οξύ έγκαυμα (σε 10 δευτερόλεπτα ή λιγότερο), το εκτεθειμένο άτομο προστατεύεται από τη θερμότητα μέσω φυσικών αντιδράσεων αποστροφής.

Σε περίπτωση μακρόχρονης έκθεσης, η βασική ανεπιθύμητη ενέργεια είναι η επιβάρυνση λόγω θερμικής τάσης (αύξηση θερμοκρασίας στο εσωτερικό του σώματος). Θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η θερμοκρασία περιβάλλοντος και ο φόρτος εργασίας, χωρίς ωστόσο τα ζητήματα αυτά να καλύπτονται ρητά από την οδηγία.

#### Επιδράσεις στα μάτια

Καθώς τα μάτια συλλέγουν και εστιάζουν την ορατή ακτινοβολία, ο αμφιβληστροειδής διατρέχει μεγαλύτερο κίνδυνο από το δέρμα. Όταν κάποιος κοιτάζει μια έντονη πηγή φωτός, μπορεί να προκληθεί βλάβη στον αμφιβληστροειδή. Αν η βλάβη εντοπίζεται στο κεντρικό βοθρίο, π.χ. αν κοιτάζει κατευθείαν μέσα σε μια ακτίνα λέιζερ, μπορεί να προκληθεί σοβαρή οπτική αναπηρία. Φυσικά προστατευτικά μέτρα είναι η αποστροφή στο έντονο φως (η αντίδραση αποστροφής λειτουργεί σε περίπου 0,25 δευτερόλεπτα· η κόρη συστέλλεται και μπορεί να μειώσει την ένταση του ακτινοβολισμού του αμφιβληστροειδούς κατά συντελεστή μεγέθους περίπου 30· επίσης, το κεφάλι μπορεί να στραφεί ακούσια μακριά).

Η αύξηση της θερμοκρασίας του αμφιβληστροειδή κατά 10–20 °C μπορεί να προκαλέσει ανεπανόρθωτη βλάβη λόγω αλλοίωσης των πρωτεϊνών. Εάν η πηγή της ακτινοβολίας καλύπτει μεγάλο μέρος του οπτικού πεδίου, έτσι ώστε η εικόνα στον αμφιβληστροειδή να είναι μεγάλη, είναι δύσκολο τα κύτταρα του αμφιβληστροειδή στην κεντρική περιοχή της εικόνας να μειώσουν γρήγορα τη θερμότητα.

Η ορατή ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει το ίδιο είδος φωτοχημικά προκαλούμενης βλάβης με την UVR (αν και, στα ορατά μήκη κύματος, η αποστροφή στο έντονο φως μπορεί να λειτουργήσει ως προστατευτικός μηχανισμός). Η επίδραση αυτή είναι εντονότερη σε μήκη κύματος περίπου 435–440 nm, και γι' αυτό μερικές φορές ονομάζεται «κίνδυνος από το μπλε φως». Η χρόνια έκθεση σε υψηλά επίπεδα ορατού φωτός στο περιβάλλον μπορεί να προκαλέσει φωτοχημική βλάβη στα κύτταρα του αμφιβληστροειδή, με αποτέλεσμα μειωμένη χρωματική αντίληψη και νυχτερινή όραση.

Όταν η ακτινοβολία εισέρχεται στο μάτι μέσω μιας ουσιαστικά παράλληλης ακτίνας (δηλ. πολύ μικρή απόκλιση από μια μακρινή πηγή ή ένα λέιζερ), μπορεί να δημιουργηθεί είδωλο πάνω στον αμφιβληστροειδή σε μια πολύ μικρή περιοχή, συγκεντρώνοντας την ισχύ σε μεγάλο βαθμό και προκαλώντας σοβαρή βλάβη. Αυτή η διαδικασία εστίασης μπορεί θεωρητικά να αυξήσει τον ακτινοβολισμό του αμφιβληστροειδή σε σύγκριση με τον ακτινοβολισμό του ματιού έως και 500 000 φορές. Στις περιπτώσεις αυτές, η φωτεινότητα μπορεί να υπερβεί όλες τις γνωστές φυσικές και τεχνητές πηγές φωτός. Οι περισσότεροι τραυματισμοί από λέιζερ είναι εγκαύματα:



τα παλμικά λέιζερ υψηλής ισχύος αιχμής μπορεί να προκαλέσουν τόσο γρήγορη αύξηση της θερμοκρασίας, ώστε τα κύτταρα κυριολεκτικά να εκραγούν.

### **B.3.3. IRA**

#### **Επιδράσεις στο δέρμα**

Η ακτινοβολία IRA διεισδύει σε βάθος πολλών χιλιοστών στον ιστό, δηλ. βαθιά μέσα στο χόριο. Μπορεί να έχει την ίδια θερμική επίδραση με την ορατή ακτινοβολία.

#### **Επιδράσεις στα μάτια**

Όπως και η ορατή ακτινοβολία, η ακτινοβολία IRA εστιάζεται επίσης από τον κερατοειδή χιτώνα και τον φακό και μεταφέρεται στον αμφιβληστροειδή. Εκεί, μπορεί να προκαλέσει την ίδια θερμική βλάβη με την ορατή ακτινοβολία. Ο αμφιβληστροειδής όμως δεν εντοπίζει την ακτινοβολία IRA και έτσι δεν υπάρχει προστασία μέσω των φυσικών αντιδράσεων αποστροφής. Η φασματική περιοχή 380 έως 1 400 nm (ορατή και IRA) κάποιες φορές αποκαλείται «περιοχή κινδύνου του αμφιβληστροειδή».

Η χρόνια έκθεση στην ακτινοβολία IRA μπορεί επίσης να προκαλέσει καταρράκτη.

Η ακτινοβολία IRA δεν έχει αρκετά ενεργητικά φωτόνια για να υπάρχει κίνδυνος πρόκλησης φωτοχημικά προκαλούμενης βλάβης.

### **B.3.4. IRB**

#### **Επιδράσεις στο δέρμα**

Η ακτινοβολία IRB διεισδύει σε βάθος μικρότερο του 1 mm στον ιστό. Μπορεί να έχει την ίδια θερμική επίδραση με την ορατή ακτινοβολία και την ακτινοβολία IRA.

#### **Επιδράσεις στα μάτια**

Σε μήκος κύματος περίπου 1 400 nm, το υδατοειδές υγρό είναι πολύ απορροφητικό, ενώ το υαλοειδές υγρό προκαλεί εξασθένιση στα μεγαλύτερα μήκη κύματος, προστατεύοντας τον αμφιβληστροειδή. Η θέρμανση του υδατοειδούς υγρού και της ίριδας μπορεί να αυξήσει τη θερμοκρασία των παρακείμενων ιστών, καθώς και του φακού που δεν τροφοδοτείται από αγγεία και έτσι δεν μπορεί να ελέγξει τη θερμοκρασία του. Αυτό, σε συνδυασμό με την άμεση απορρόφηση της IRB από τον φακό προκαλεί καταρράκτη, ο οποίος αποτελεί μια σοβαρή επαγγελματική ασθένεια για ορισμένες ομάδες, κυρίως τους φουσητές γυαλιού και τους κατασκευαστές αλυσίδων.

### **B.3.5. IRC**

#### **Επιδράσεις στο δέρμα**

Η ακτινοβολία IRC διεισδύει μόνο στην ανώτερη στιβάδα των νεκρών κυττάρων του δέρματος (κερατίνη στιβάδα). Τα ισχυρά λέιζερ, τα οποία μπορεί να καταστρέψουν την κερατίνη στιβάδα και να βλάψουν τους υποκείμενους ιστούς, αποτελούν τον πιο σοβαρό οξύ κίνδυνο στην περιοχή της IRC. Η προκαλούμενη βλάβη είναι κυρίως θερμική, αλλά τα λέιζερ υψηλής ισχύος αιχμής μπορεί να προκαλέσουν και μηχανική/ακουστική βλάβη.

Όσον αφορά τα μήκη κύματος της IRA, IRB και της ορατής ακτινοβολίας, μπορεί να προκληθεί θερμική επιβάρυνση και ενόχληση λόγω θερμικής τάσης.

#### **Επιδράσεις στα μάτια**

Η ακτινοβολία IRC απορροφάται από τον κερατοειδή, οπότε ο βασικός κίνδυνος είναι η πρόκληση εγκαυμάτων του κερατοειδούς. Η θερμοκρασία σε παρακείμενες δομές του ματιού μπορεί να αυξηθεί λόγω της θερμικής αγωγιμότητας, ενώ η απώλεια θερμότητας (με την εξάτμιση και τον βλεφαρισμό) και η αύξησή της (λόγω της θερμοκρασίας του σώματος) επηρεάζουν αυτή τη διαδικασία.

# Προσάρτημα Γ — Μεγέθη και μονάδες της τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας

Όπως επισημαίνεται στην ενότητα με τίτλο «Η φύση της οπτικής ακτινοβολίας», οι επιδράσεις της οπτικής ακτινοβολίας εξαρτώνται από την ενέργεια της ακτινοβολίας και την ποσότητα της ακτινοβολίας. Υπάρχουν πολλοί τρόποι υπολογισμού της ποσότητας της οπτικής ακτινοβολίας: παρακάτω περιγράφονται συνοπτικά αυτοί που χρησιμοποιούνται στην οδηγία.

## Γ.1. Θεμελιώδη μεγέθη

### Γ.1.1. Μήκος κύματος

Αναφέρεται στο χαρακτηριστικό μήκος κύματος της οπτικής ακτινοβολίας. Μετράται σε μικρές υποδιαίρεσεις του μέτρου —συνήθως το νανόμετρο (nm), το οποίο ισούται με το ένα εκατομμυριοστό του ενός χιλιοστού. Στα μεγαλύτερα μήκη κύματος, μερικές φορές εξυπηρετεί περισσότερο η χρήση του μικρομέτρου (μm). Ένα μικρόμετρο ισούται με 1 000 νανόμετρα.

Σε πολλές περιπτώσεις, η υπό εξέταση πηγή οπτικής ακτινοβολίας εκπέμπει φωτόνια σε πολλά διαφορετικά μήκη κύματος.

Στους τύπους, το μήκος κύματος εκφράζεται με το σύμβολο  $\lambda$  (λάμδα).

### Γ.1.2. Ενέργεια

Μετράται σε τζάουλ (J). Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δηλώσει την ενέργεια κάθε φωτονίου (η οποία συνδέεται με το μήκος κύματος του φωτονίου). Μπορεί επίσης να δηλώνει την ενέργεια που περιέχεται σε μια δεδομένη ποσότητα φωτονίων, για παράδειγμα, έναν παλμό λέιζερ.

Η ενέργεια εκφράζεται με το σύμβολο Q.

### Γ.1.3. Άλλα χρήσιμα μεγέθη

#### Γωνιακή υποτέμνουσα

Είναι το φαινόμενο πλάτος ενός αντικειμένου (συνήθως μιας πηγής οπτικής ακτινοβολίας), όπως φαίνεται από κάποια θέση (συνήθως το σημείο στο οποίο γίνονται οι μετρήσεις). Υπολογίζεται διαιρώντας το πραγματικό πλάτος του αντικειμένου με την απόσταση από το αντικείμενο. Είναι σημαντικό και οι δύο αυτές τιμές να εκφράζονται στις ίδιες μονάδες. Σε όποια μονάδα και αν εκφράζονται αυτές οι τιμές, η προκύπτουσα γωνιακή υποτέμνουσα εκφράζεται σε ακτίνια (r).

Αν ο θεατής βλέπει το αντικείμενο υπό γωνία, η γωνιακή υποτέμνουσα πρέπει να πολλαπλασιαστεί με το συνημίτονο της γωνίας.

Η γωνιακή υποτέμνουσα εκφράζεται στην οδηγία με το σύμβολο  $\alpha$  (άλφα).

#### Στερεή γωνιακή υποτέμνουσα

Είναι το τρισδιάστατο ισοδύναμο της γωνιακής υποτέμνουσας. Το εμβαδόν του αντικειμένου διαιρείται με το τετράγωνο της απόστασης. Και σε αυτή την περίπτωση, το συνημίτονο της γωνίας θέασης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διορθωθεί η εκτός άξονα θέαση. Η μονάδα μέτρησης που χρησιμοποιείται είναι το στερακτίνο (sr) και το σύμβολο με το οποίο εκφράζεται είναι το  $\omega$  (ωμέγα).

#### Απόκλιση δέσμης

Είναι η γωνία κατά την οποία αποκλίνει μια ακτίνα οπτικής ακτινοβολίας καθώς απομακρύνεται από την πηγή. Μπορεί να υπολογιστεί λαμβάνοντας το πλάτος της δέσμης σε δύο σημεία και διαιρώντας τη διαφορά στο πλάτος με την απόσταση μεταξύ των σημείων. Μετράται σε ακτίνια.

#### Γ.1.4. Ποσότητες που χρησιμοποιούνται στα όρια έκθεσης

##### Ισχύς ακτινοβολίας

Η ισχύς εν προκειμένω ορίζεται ως ο ρυθμός με τον οποίο η ενέργεια διέρχεται σε ένα ορισμένο σημείο στον χώρο. Μετράται σε βατ (W): 1 βατ ισούται με 1 τζάουλ ανά δευτερόλεπτο. Εκφράζεται με το σύμβολο Φ (φ).

Ο όρος «ισχύς» μπορεί να αναφέρεται στην ισχύ σε μια καθορισμένη δέσμη οπτικής ακτινοβολίας, οπότε συχνά αναφέρεται ως ισχύς CW. Για παράδειγμα, ένα λέιζερ CW με ισχύ δέσμης 1 mW εκπέμπει φωτόνια με συνολική ενέργεια 1 mJ ανά δευτερόλεπτο.

Η ισχύς μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει έναν παλμό οπτικής ακτινοβολίας. Για παράδειγμα, εάν ένα λέιζερ εκπέμπει έναν διακριτό παλμό με ενέργεια 1 mJ σε 1 ms, η ισχύς του παλμού θα είναι 1 W. Αν ο παλμός είχε εκπεμφθεί σε μικρότερο χρονικό διάστημα, δηλ. 1 μs, η ισχύς θα ήταν 1 000 W.

##### Ακτινοβολισμός

Ο ακτινοβολισμός μπορεί να θεωρηθεί ως ο ρυθμός με τον οποίο η ενέργεια προσπίπτει, ανά μονάδα επιφανείας, σε ένα δεδομένο σημείο. Γι' αυτό, εξαρτάται από την ισχύ της οπτικής ακτινοβολίας και το εμβαδόν της δέσμης πάνω στην επιφάνεια. Υπολογίζεται διαιρώντας την ισχύ με την επιφάνεια και εκφράζεται σε μονάδες που είναι πολλαπλάσια του βατ ανά τετραγωνικό μέτρο ( $W \cdot m^{-2}$ ). Εκφράζεται με το σύμβολο E.

##### Έκθεση σε ακτινοβολία

Η έκθεση σε ακτινοβολία είναι η ποσότητα της ενέργειας που έχει προσπέσει, ανά μονάδα επιφανείας, σε ένα δεδομένο σημείο. Υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας τον ακτινοβολισμό, σε  $W \cdot m^{-2}$ , με τη διάρκεια της έκθεσης, σε δευτερόλεπτα. Οι μονάδες της στη συνέχεια εκφράζονται σε τζάουλ ανά τετραγωνικό μέτρο ( $J \cdot m^{-2}$ ). Εκφράζεται με το σύμβολο H.

##### Ακτινοβόληση

Η ακτινοβόληση είναι μια ποσότητα που χρησιμοποιείται για να περιγράψει πώς συγκεντρώνεται μια δέσμη οπτικής ακτινοβολίας. Υπολογίζεται διαιρώντας τον

ακτινοβολισμό σε ένα δεδομένο σημείο της στερεάς γωνίας της πηγής, όπως φαίνεται από το σημείο αυτό. Η μονάδα του είναι το βατ ανά τετραγωνικό μέτρο και ανά στερακτίνο ( $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$ ). Εκφράζεται με το σύμβολο L.

#### Γ.1.5. Φασματικά μεγέθη και ευρυζωνικά μεγέθη

Όταν μια πηγή οπτικής ακτινοβολίας, όπως ένα λέιζερ, εκπέμπει μόνο σε ένα μήκος κύματος (π.χ. 633 nm), τότε όλα τα αναφερόμενα μεγέθη είναι περιγραφές των εκπομπών μόνο σε αυτό το μήκος κύματος. Για παράδειγμα,  $\Phi = 5 \text{ mW}$ .

Όταν υπάρχουν περισσότερα από ένα μήκη κύματος, κάθε επιμέρους μήκος κύματος έχει το δικό του μέγεθος. Για παράδειγμα, ένα λέιζερ μπορεί να εκπέμπει 3 MW στα 633 nm και 1 mW στα 1 523 nm. Αυτή είναι μια περιγραφή της φασματικής κατανομής ισχύος, η οποία συχνά αναφέρεται ως  $\Phi_\lambda$  της πηγής. Ισχύει επίσης ότι, για αυτό το λέιζερ,  $\Phi = 4 \text{ mW}$ , το οποίο είναι η συνολική ισχύς ακτινοβολίας, η τιμή αυτή είναι ευρυζωνική τιμή.

Τα ευρυζωνικά δεδομένα προκύπτουν από την άθροιση όλων των φασματικών δεδομένων εντός της υπό εξέταση περιοχής μήκους κύματος.

#### Γ.1.6. Ραδιομετρικά μεγέθη και ενεργά μεγέθη

Όλα τα μεγέθη που αναφέρθηκαν μέχρι στιγμής είναι ραδιομετρικά μεγέθη. Τα ραδιομετρικά δεδομένα ποσοτικοποιούν και περιγράφουν ορισμένες παραμέτρους ενός πεδίου της ακτινοβολίας. Δεν δηλώνουν απαραίτητως τις επιπτώσεις της ακτινοβολίας σε έναν βιολογικό στόχο. Για παράδειγμα, ένας ακτινοβολισμός  $1 \text{ W} \cdot m^{-2}$  στα 270 nm είναι πιο επικίνδυνος για τον κερατοειδή από έναν ακτινοβολισμό  $1 \text{ W} \cdot m^{-2}$  στα 400 nm. Όταν απαιτούνται δεδομένα που αφορούν τις βιολογικές επιδράσεις, πρέπει να χρησιμοποιούνται ενεργά μεγέθη. Πολλά από τα όρια έκθεσης εκφράζονται σε ενεργά μεγέθη, επειδή αποσκοπούν στην αποφυγή βιολογικών επιδράσεων.

Ενεργά μεγέθη υπάρχουν μόνο όταν οι επιστήμονες γνωρίζουν πώς η δυναμικότητα μιας συγκεκριμένης επίδρασης διαφοροποιείται ανάλογα με το μήκος κύματος. Για παράδειγμα, η αποτελεσματικότητα της ακτινοβολίας στην πρόκληση φωτοκερατίτιδας αυξάνεται από τα 250 nm στην τιμή κορυφής των 270 nm, και έπειτα πέφτει

γρήγορα στα 400 nm. Όταν είναι γνωστή η σχετική φασματική αποτελεσματικότητα, συχνά αναφέρεται ένα σύμβολο, όπως  $S_\lambda$ ,  $B_\lambda$ ,  $R_\lambda$ . Τα σύμβολα αυτά εκφράζουν, αντίστοιχα, τη σχετική φασματική απόδοση όσον αφορά την πρόκληση φωτοκερατίτιδας/ερυθήματος, φωτοχημικής βλάβης του αμφιβληστροειδή και θερμικής βλάβης του αμφιβληστροειδή.

Οι τιμές της σχετικής φασματικής απόδοσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον πολλαπλασιασμό ενός συνόλου φασματικών ραδιομετρικών δεδομένων και παράγουν φασματικά ενεργά δεδομένα. Τα ενεργά αυτά δεδομένα μπορούν στη συνέχεια να αθροιστούν, ώστε να προκύψει ένα ευρυζωνικό ενεργό μέγεθος, το οποίο συχνά δηλώνεται με έναν δείκτη που παραπέμπει στις τιμές φασματικής απόδοσης που χρησιμοποιούνται. Για παράδειγμα,  $L_b$  είναι το σύμβολο που δηλώνει μια ευρυζωνική τιμή ακτινοβολήσης ( $L$ ), η οποία έχει σταθμιστεί φασματικά με τις φασματικές τιμές στάθμισης  $B_\lambda$ .

### Γ.1.7. Φωτεινότητα

Ένα παράδειγμα βιολογικά ενεργού μεγέθους το οποίο μέχρι στιγμής δεν αναφέρθηκε είναι η φωτεινότητα. Αν και δεν χρησιμοποιείται για κανένα όριο έκθεσης, είναι πολύ χρήσιμο για την προκαταρκτική εκτίμηση της δυνατότητας οι ευρυζωνικές πηγές λευκού φωτός να προκαλέσουν βλάβη στον αμφιβληστροειδή.

Η φωτεινότητα έχει το σύμβολο  $L_v$  και μετριέται σε candela ανά τετραγωνικό μέτρο ( $\text{cd m}^{-2}$ ). Η βιολογική επίδραση που περιγράφει είναι ο φωτισμός, όπως φαίνεται με μάτια που έχουν προσαρμοστεί στο φως της ημέρας, και συνδέεται με την ποσότητα του φωτισμού ( $E_v$ , μετράται σε lux) που είναι γνωστή σε πολλούς μηχανικούς φωτισμού.

Η σχέση μπορεί να περιγραφεί ως  $L_v = E_v/\omega$ . Λαμβάνοντας υπόψη την ποσότητα φωτισμού από μια πηγή σε μια επιφάνεια, την απόσταση από την πηγή και τις διαστάσεις της πηγής, η φωτεινότητα μπορεί να υπολογιστεί εύκολα.

# Προσάρτημα Δ — Ενδεικτικά παραδείγματα

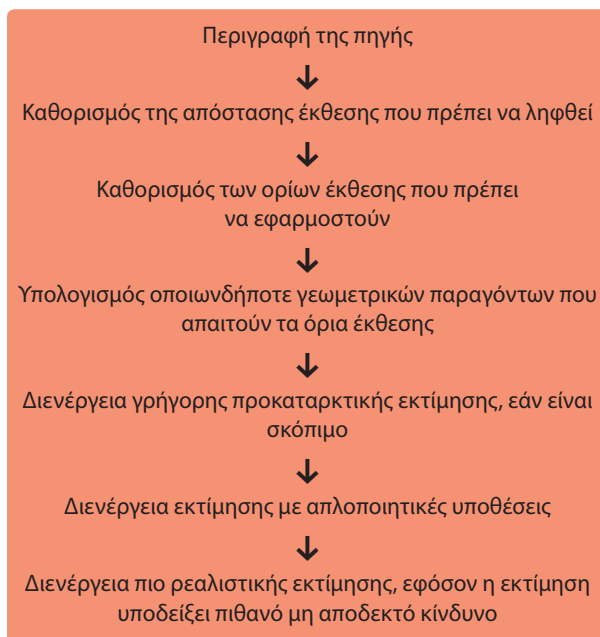
## Δ.1. Γραφείο

Τα παρακάτω παραδείγματα καλύπτουν διάφορες κοινές πηγές οπτικής ακτινοβολίας που μπορεί να υπάρχουν στα περισσότερα ή σε πολλά εργασιακά περιβάλλοντα.

Έχει χρησιμοποιηθεί μία κοινή προσέγγιση για την αξιολόγηση κινδύνων από αυτές τις απλές πηγές. Η προσέγγιση αυτή περιγράφεται λεπτομερώς παρακάτω και ακολουθείται υπό σχηματική μορφή σε καθένα από τα ακόλουθα παραδείγματα.

### Δ.1.1. Εξήγηση γενικής μεθόδου

Η γενική αυτή μέθοδος βασίζεται στο πρότυπο EN 62471 (2008), αλλά στο μέτρο του δυνατού κάνει απλοποιητικές υποθέσεις από πλευράς προσοχής σε ό,τι αφορά τους κινδύνους του αμφιβληστροειδούς. Η εξήγηση που δίνεται στη συνέχεια είναι αρκετά πλήρης, διότι αποσκοπεί στο να καλύψει όλα τα παραδείγματα που ακολουθούν. Η εκτίμηση κινδύνου πραγματοποιείται σε ορισμένα βήματα:



Πρώτον, περιγράφεται η πηγή και καταγράφονται οι διαστάσεις της. Αυτές θα χρειαστούν, εάν η πηγή εκπέμπει στις φασματικές περιοχές της ορατής και της IRA ακτινοβολίας.

Θα πρέπει να καθοριστεί σε ποια απόσταση θα διενεργηθεί η εκτίμηση κινδύνων: η απόσταση μέτρησης συνήθως επιλέγεται να είναι η πιο ρεαλιστική, αν όχι ελαφρώς απαισιόδοξη, κοντινή απόσταση που μπορούν οι άνθρωποι να φθάσουν μέχρι την πηγή —δεν επιλέγεται να είναι η όσο το δυνατόν πλησιέστερη απόσταση.

### Επιλογή των ορίων έκθεσης

Ποια όρια έκθεσης είναι κατάλληλα; Με βάση τη χειρότερη δυνατή έκθεση, η οποία είναι όταν κάποιος κοιτάζει επίμονα στην πηγή για 8 ώρες και με βάση τον πίνακα 1.1 της οδηγίας:

Δείκτης	Μήκος κύματος (nm)	Μονάδα	Μέρος του σώματος	Κίνδυνος	Καταλληλότητα
α	180–400 (UVA, UVB, UVC)	J·m <sup>-2</sup>	Κερατοειδής Επιπεφυκότας Φακός Δέρμα	Φωτοκερατίτιδα Φωτοεπιπεφυκίτιδα Καταρρακτογένεση Ερύθημα Ελάστωση Καρκίνος του δέρματος	Ναι, εάν η πηγή εκπέμπει ακτινοβολία UVR
β	315–400 (UVA)	J·m <sup>-2</sup>	Φακός του ματιού	Καταρρακτογένεση	Ναι, εάν η πηγή εκπέμπει ακτινοβολία UVR
γ	300–700 (κυανό φως) (όπου α ≥ 11 mrad και t ≤ 10 000 s)	W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup>	Αμφιβληστροειδής	Φωτοαμφιβληστροειδίτιδα	Όχι, ο μεγαλύτερος κίνδυνος εμφανίζεται λόγω μακροχρόνιας έκθεσης
δ	300–700 (κυανό φως) (όπου α ≥ 11 mrad και t > 10 000 s)	W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup>			Ναι, εάν η πηγή εκπέμπει στην ορατή περιοχή. Το όριο καλύπτει τη χειρότερη περίπτωση θωρηξ έκθεσης
ε	300–700 (κυανό φως) (όπου α < 11 mrad και t ≤ 10 000 s)	W·m <sup>-2</sup>			Όχι συχνά, επειδή οι συνήθεις πηγές τις περισσότερες φορές είναι μεγάλες
στ	300–700 (κυανό φως) (όπου α < 11 mrad και t > 10 000 s)	W·m <sup>-2</sup>			
ζ	380–1 400 (ορατό και IRA) (για t > 10 s)	W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup>	Αμφιβληστροειδής	Έγκαυμα αμφιβληστροειδούς	Ναι, εάν η πηγή εκπέμπει στην ορατή περιοχή. Το όριο καλύπτει τη χειρότερη περίπτωση θωρηξ έκθεσης
η	380–1 400 (ορατό και IRA) (για t 10 μs έως 10 s)	W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup>			Όχι, ο μεγαλύτερος κίνδυνος αφορά τη μακροχρόνια έκθεση
θ	380–1 400 (ορατό και IRA) (για t < 10 μs)	W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup>			
ι	780–1 400 (IRA) (για t > 10 s)	W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup>	Αμφιβληστροειδής	Έγκαυμα αμφιβληστροειδούς	Όχι συχνά, επειδή οι συνήθεις πηγές τις περισσότερες φορές εκπέμπουν ορατή ακτινοβολία που καθιστά πιο κατάλληλα τα όρια ζ, η και ια
ια	780–1 400 (IRA) (για t 10 μs έως 10 s)	W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup>			
ιβ	780–1 400 (IRA) (για t < 10 μs)	W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup>			
ιγ	780–1 400 (IRA, IRB) (για t ≤ 1 000 s)	W·m <sup>-2</sup>	Κερατοειδής φακός	Έγκαυμα κερατοειδούς	
ιδ	780–3 000 (IRA, IRB) (για t > 1 000 s)	W·m <sup>-2</sup>			
ιε	380–3 000 (ορατή, IRA, IRB)	J·m <sup>-2</sup>	Δέρμα	Έγκαυμα	Όχι συχνά, επειδή αποτελεί λόγο ανησυχίας στις βιομηχανικές πηγές που παράγουν υψηλή θερμότητα

Ως εκ τούτου, συνήθως προσέχουμε να εφαρμόζουμε τα όρια έκθεσης α και β (αν η πηγή εκπέμπει UVR) ή/και τα όρια δ και ζ (αν η πηγή εκπέμπει ορατή και IRA).

Σε εξαιρετικές περιστάσεις, μπορεί να είναι σκόπιμο να χρησιμοποιηθούν άλλα όρια έκθεσης, για παράδειγμα το όριο έκθεσης γ χρησιμοποιείται εάν το όριο έκθεσης δ μπορεί να ξεπεραστεί· το όριο έκθεσης η χρησιμοποιείται εάν το όριο έκθεσης ζ μπορεί να ξεπεραστεί. Οι περιπτώσεις αυτές προκύπτουν κατά τη διενέργεια της αξιολόγησης κινδύνων.

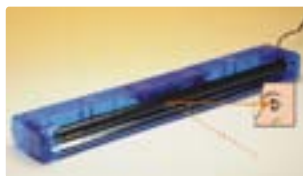
Τα εν λόγω όρια έκθεσης προϋποθέτουν τη χρήση των φασματικών καμπυλών στάθμισης  $S(\lambda)$ ,  $B(\lambda)$  και  $R(\lambda)$ . Οι παράγοντες αυτοί επεξηγούνται στην ενότητα 5.2. Για να χρησιμοποιηθούν, χρειάζονται φασματικά δεδομένα.

## Γεωμετρικοί παράγοντες

Εάν η πηγή εκπέμπει ορατή ακτινοβολία ή/και ακτινοβολία IRR, τα κατάλληλα όρια έκθεσης και τα ραδιομετρικά μεγέθη εξαρτώνται από γεωμετρικούς παράγοντες που πρέπει να υπολογιστούν. Ορισμένοι από αυτούς τους παράγοντες ορίζονται στην οδηγία, ενώ άλλοι επεξηγούνται στο πρότυπο EN 62471 (2008). Εάν η πηγή εκπέμπει μόνο UVR, δεν υπάρχει λόγος χρήσης των παραγόντων αυτών.

Οι γεωμετρικοί παράγοντες είναι οι ακόλουθοι:

- θ (γωνία μεταξύ της κατεύθυνσης προς την επιφάνεια της πηγής και της οπτικής γραμμής που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση) (βλ. διάγραμμα, δεξιά)
- Z (μέση διάσταση της πηγής)
- α (γωνία που τέμνεται από την πηγή)
- $C_a$  (παράγοντας που εξαρτάται από το α)
- ω (στερεά γωνία που τέμνεται από την πηγή).



Πριν από τον υπολογισμό οποιουδήποτε από αυτούς τους παράγοντες, είναι σημαντικό να σημειωθεί εάν η πηγή εκπέμπει σχετικά ομοιογενές ως προς το χώρο πεδίο ή όχι. Εάν η πηγή είναι ομοιογενής, οποιοσδήποτε διαστάσεις (μήκος, πλάτος κ.λπ.) θα νοείται ότι αναφέρονται σε ολόκληρη την περιοχή της πηγής. Εάν η πηγή δεν είναι προφανώς ομοιογενής (όπως μια φωτεινή λάμπα μπροστά από έναν ανίσχυρο ανακλαστήρα), οι διαστάσεις αυτές θα νοείται ότι αφορούν τη φωτεινότερη

περιοχή και μόνο. Όταν μια πηγή αποτελείται από δύο ή περισσότερες όμοιες πηγές εκπομπής, καθεμία μπορεί να αντιμετωπίζεται ως ξεχωριστή πηγή, η οποία συμβάλλει αναλογικά στην ποσότητα των μετρούμενων εκπομπών.

Για τον υπολογισμό του Z:

φαινόμενο μήκος  $l$  της πηγής = πραγματικό μήκος  $\times \cos\theta$

φαινόμενο πλάτος  $w$  της πηγής = πραγματικό πλάτος  $\times \cos\theta$

Z είναι ο μέσος όρος του  $l$  και του  $w$

Σημείωση:

- αν η πηγή παρατηρείται κάθετα προς την επιφάνειά της,  $\cos\theta = 1$
- εάν η πηγή είναι κυκλική και παρατηρείται από γωνία  $90^\circ$ , το Z ισούται με τη διάμετρο

Η φαινόμενη περιοχή A της πηγής ισούται με:

Την πραγματική περιοχή  $\times \cos\theta$  (για μια κυκλική πηγή) ή

$l \times w$  για άλλες πηγές

Αν η απόσταση από την πηγή =  $r$  και αν έχουν μετρηθεί όλες οι διαστάσεις με τις ίδιες μονάδες, τότε:

$\alpha = Z/r$ , σε ακτίνια (rad)

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

Το  $C_a$  βασίζεται στο α και χρησιμοποιείται αποκλειστικά για να υπολογιστεί η τιμή των ορίων έκθεσης σε θερμικό κίνδυνο για τον αμφιβληστροειδή. Το  $C_a$  δεν υπολογίζεται, καθώς όλες οι αξιολογήσεις εδώ βασίζονται σε απλοποιητικές υποθέσεις που επεξηγούνται παρακάτω.

## Προκαταρκτική εκτίμηση

Σύμφωνα με τον οργανισμό, ο οποίος ανέπτυξε τα όρια έκθεσης, την ICNIRP, δεν είναι αναγκαίο να πραγματοποιηθεί πλήρης φασματική αξιολόγηση κινδύνων του αμφιβληστροειδή από μια γενική πηγή φωτισμού με «λευκό φως» που έχει φωτεινότητα  $< 10^4 \text{ cd m}^{-2}$ . Αυτό αναφέρεται για να συμπεριλάβει τους μη φιλτραρισμένους λαμπτήρες πυρακτώσεως, φθορισμού και τόξου.

Αυτό το όριο καθοδήγησης δεν χρησιμεύει στην αξιολόγηση κινδύνων από τις εκπομπές της υπεριώδους ακτινοβολίας. Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί για να καθοριστεί κατά πόσον είναι αναγκαίο να εκτιμηθούν πλήρως οι κίνδυνοι από τις εκπομπές της ορατής και της IRR ακτινοβολίας ή όχι.

Για να εφαρμοστεί αυτό το όριο καθοδήγησης, ο φασματικός ακτινοβολισμός 380–760 nm μπορεί να σταθμιστεί από την καμπύλη φωτοπικής φασματικής απόδοσης CIE,  $V(\lambda)$ , και στη συνέχεια να αθροιστεί για τον υπολογισμό του φωτοπικού ενεργού ακτινοβολισμού,  $E_v$ . Εκφράζεται σε  $W \cdot m^{-2}$  και στη συνέχεια πολλαπλασιάζεται με έναν τυπικό συντελεστή φωτεινής απόδοσης  $683 \text{ lm} \cdot W^{-1}$ , ο οποίος εκφράζει τον φωτισμό σε lux. Η φωτεινότητα είναι ίση προς την ένταση φωτισμού διά  $\omega$ .

Θα πρέπει ωστόσο να σημειωθεί ότι δεν είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθούν φασματικές μετρήσεις προκειμένου να διαπιστωθεί η ένταση φωτισμού ενός φωτιστικού σώματος, καθώς οποιοσδήποτε καλά σχεδιασμένος και βαθμονομημένος «μετρητής lux» θα πρέπει να μπορεί να προσδιορίσει την τιμή αυτή. Το γεγονός αυτό καθιστά την προκαταρκτική εκτίμηση γρήγορη και εύκολη να εφαρμοστεί.

## Απαιτούμενα δεδομένα

Σε γενικές γραμμές, είναι αναγκαίο να βρεθούν δεδομένα που να καλύπτουν ολόκληρη τη φασματική περιοχή του συνόλου των ορίων έκθεσης που πρέπει να εφαρμόζονται. Στη χειρότερη περίπτωση, μπορεί να χρειαστεί να χρησιμοποιηθούν δεδομένα από τα 180 nm έως τα 1 400 nm.

Η φασματική περιοχή στην οποία απαιτούνται δεδομένα μπορεί να μειωθεί. Αυτό είναι προφανές όταν ένα συγκεκριμένο όριο έκθεσης δεν ισχύει: αν μια πηγή δεν εκπέμπει UVR, τότε χρειάζονται μόνο τα δεδομένα από τα 400 nm έως τα 1 400 nm.

Είναι επίσης πιθανό μια πηγή να είναι γνωστό ότι έχει μηδενικές εκπομπές σε μια συγκεκριμένη φασματική περιοχή. Για παράδειγμα:

- τα LED συχνά εκπέμπουν σε μια αρκετά στενή περιοχή μήκους κύματος. Εάν έπρεπε να εκτιμηθεί ένα πράσινο LED, θα αρκούσε να μετρηθεί μόνο περίπου από τα 400 έως περίπου τα 600 nm, θεωρώντας ότι τα δεδομένα εκτός αυτής της περιοχής είναι μηδενικά·
- οι πηγές που εκπέμπουν κάτω από τα 254 nm είναι πολύ σπάνιες και μάλλον απίθανο να βρίσκονται στους περισσότερους εργασιακούς χώρους·
- πολλά φωτιστικά σώματα έχουν γυάλινο κάλυμμα το οποίο εμποδίζει τις εκπομπές κάτω περίπου από τα 350 nm·
- εκτός από τις πηγές πυρακτώσεως, οι συνηθέστερες πηγές έχουν αμελητέες εκπομπές IRR.

Σε κάθε περίπτωση, αφού καθοριστεί η φασματική περιοχή των δεδομένων, πρέπει να συγκεντρωθούν τα δεδομένα (με μέτρηση ή άλλα μέσα). Το πιο χρήσιμο δεδομένο είναι ο φασματικός ακτινοβολισμός. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να σταθμιστούν με τους παράγοντες [ $S(\lambda)$ ,  $B(\lambda)$ ,  $R(\lambda)$  και, ενδεχομένως,  $V(\lambda)$ ] ανάλογα με τα όρια έκθεσης που πρέπει να χρησιμοποιούνται. Τα σταθμισμένα δεδομένα θα πρέπει στη συνέχεια να αθροιστούν.

## Απλοποιητικές υποθέσεις

Οι παραδοχές αυτές έχουν χρησιμοποιηθεί για να απλοποιηθεί η διαδικασία μέτρησης και αξιολόγησης στην ορατή φασματική περιοχή. Δεν είναι απαραίτητες, αν ο μοναδικός υπό εξέταση κίνδυνος είναι από τις εκπομπές UVR.

Οποιοσδήποτε μετρήσεις του φασματικού ακτινοβολισμού πρέπει να γίνονται με το κατάλληλο όργανο: για τα όρια έκθεσης που αφορούν τον αμφιβληστροειδή, το όργανο πρέπει να έχει οπτικό πεδίο το οποίο περιορίζεται σε συγκεκριμένες τιμές  $g$ , ανάλογα με την αναμενόμενη διάρκεια της έκθεσης. Για το όριο έκθεσης  $\delta$ , η αναμενόμενη διάρκεια θα είναι 8 ώρες. Για το όριο έκθεσης  $\zeta$ , η μέγιστη διάρκεια έκθεσης που πρέπει να υπολογίζεται είναι τα 10 δευτερόλεπτα, καθώς το όριο είναι σταθερό πάνω από αυτή τη διάρκεια.

Ο πίνακας 2.5 της οδηγίας παρέχει τις κατάλληλες τιμές του  $\gamma$ :

- $\gamma = 110 \text{ mrad}$  για τα όρια έκθεσης του αμφιβληστροειδή σε φωτοχημικό κίνδυνο (ήτοι όριο  $\delta$  για εκθέσεις 10 000 s).
- $\gamma = 11 \text{ mrad}$  για τα όρια έκθεσης του αμφιβληστροειδή σε θερμικό κίνδυνο (ήτοι όριο  $\zeta$  για εκθέσεις 10 s).

Αυτές οι απαιτήσεις όσον αφορά το οπτικό πεδίο μπορεί να προϋποθέτουν πολλαπλές μετρήσεις. Ωστόσο, εάν η πραγματική πηγή υποτείνει γωνίας μεγαλύτερης από  $g$ , μετρώντας με απεριόριστο οπτικό πεδίο, θα συγκεντρώσει περισσότερη ακτινοβολία και επομένως θα σφάλει από πλευράς προσοχής για τους σκοπούς της αξιολόγησης κινδύνων. Αυτό εξασφαλίζει ότι όλοι οι υπολογισμοί πρέπει να διενεργούνται με βάση ένα ενιαίο σύνολο δεδομένων μέτρησης και σε απεριόριστο οπτικό πεδίο.

Για να υπολογιστεί η ακτινοβολία από τα δεδομένα ακτινοβολισμού, ο ακτινοβολισμός πρέπει να διαιρεθεί με μια στερεά γωνία. Αυτή η στερεά γωνία θα πρέπει είτε να είναι η ενεργή τιμή του  $\omega$  είτε μια τιμή με βάση το  $g$ , αναλόγως ποια είναι μεγαλύτερη.



- Για το όριο έκθεσης δ, το οπτικό πεδίο πρέπει να είναι  $g = 110 \text{ mrad}$ , το οποίο αντιστοιχεί σε στερεά γωνία  $= 0,01 \text{ sr}$ .
- Για το όριο έκθεσης ζ, το οπτικό πεδίο πρέπει να είναι  $g = 11 \text{ mrad}$ , το οποίο αντιστοιχεί σε στερεά γωνία  $= 0,0001 \text{ sr}$ .

Αυτές οι απλοποιητικές υποθέσεις μπορεί να οδηγήσουν σε τεχνητά υψηλά αποτελέσματα για τις μη ομοιογενείς πηγές που είναι μεγαλύτερες από  $g$ . Αν πρόκειται να εκτιμηθεί μια τέτοια πηγή και φαίνεται να υπάρχει υπέρβαση του ορίου έκθεσης, μπορεί να χρειαστεί να επαναληφθούν οι μετρήσεις περιορίζοντας το οπτικό πεδίο σε μια κατάλληλη τιμή  $g$ .

Στα παρακάτω παραδείγματα, οι τιμές αυτές αναφέρονται ως εξής:

$\omega = \eta$  πραγματική στερεά γωνία που τέμνεται από την πηγή

$\omega_b = 0,01 \text{ sr}$  ή  $\omega$ , ανάλογα με το ποια τιμή είναι μεγαλύτερη

$\omega_a = 0,0001 \text{ sr}$  ή  $\omega$ , ανάλογα με το ποια τιμή είναι μεγαλύτερη

## Σύγκριση με τα όρια έκθεσης

Όριο α
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$ .
Εάν ο ενεργός ακτινοβολισμός, $E_{\text{eff}}$ , εκφράζεται σε $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ , τότε ο χρόνος της μέγιστης επιτρεπόμενης έκθεσης (MPE), σε δευτερόλεπτα, $= 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}/E_{\text{eff}}$ .
Εάν ο χρόνος αυτός είναι $> 8$ ώρες, δεν υπάρχει κίνδυνος υπέρβασης του ορίου έκθεσης σε απόσταση $r$ .
Όριο β
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$ .
Εάν ο ενεργός ακτινοβολισμός, $E_{\text{UVA}}$ , εκφράζεται σε $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ , τότε ο χρόνος της μέγιστης επιτρεπόμενης έκθεσης (MPE), σε δευτερόλεπτα, $= 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}/E_{\text{UVA}}$ .
Εάν ο χρόνος αυτός είναι $> 8$ ώρες, δεν υπάρχει κίνδυνος υπέρβασης του ορίου έκθεσης σε απόσταση $r$ .
Όριο δ
Το όριο έκθεσης είναι $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ .
Εάν η ενεργή ακτινοβολία, $L_b$ , είναι μικρότερη από το όριο έκθεσης, δεν υπάρχει κίνδυνος υπέρβασης του ορίου έκθεσης. Αυτό ισχύει για όλες τις αποστάσεις, εφόσον το $\theta$ παραμένει ως έχει.
Όριο ζ
Το όριο έκθεσης είναι $2,8 \times 10^7/C_a$ . Σε αυτή την περίπτωση, το $C_a$ εξαρτάται από το $\alpha$ . Το πιο περιοριστικό όριο έκθεσης ισχύει όταν $\alpha \geq 100 \text{ mrad}$ . Σε αυτή την περίπτωση, το $C_a = 100 \text{ mrad}$ και το όριο έκθεσης είναι $280,000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ .
Εάν η ενεργή ακτινοβολία, $L_R$ , είναι μικρότερη από το όριο έκθεσης, δεν υπάρχει κίνδυνος υπέρβασης του ορίου έκθεσης. Αυτό ισχύει για όλες τις αποστάσεις, εφόσον το $\theta$ παραμένει ως έχει.

## Σε περίπτωση υπέρβασης των ορίων έκθεσης

Όριο φωτεινότητας ICNIRP
Εάν η πηγή φωτεινότητας υπερβαίνει τα $10^4 \text{ cd m}^{-2}$ , η εκτίμηση πρέπει να επαναληφθεί με επαρκή στοιχεία που να επιτρέπουν τη σύγκριση με τα όρια έκθεσης δ και ζ.
Όριο α
Σε περίπτωση που ο χρόνος ΜΡΕ είναι $< 8$ ώρες, θα πρέπει να αποδειχθεί ότι η πραγματική προσωπική παραμονή σε r είναι μικρότερη από τον μέγιστο χρόνο ΜΡΕ.
Όριο β
Σε περίπτωση που ο χρόνος ΜΡΕ είναι $< 8$ ώρες, θα πρέπει να αποδειχθεί ότι η πραγματική προσωπική παραμονή σε r είναι μικρότερη από τον μέγιστο χρόνο ΜΡΕ. Στην περίπτωση αυτή, η παραμονή μπορεί να αποκλείσει οποιονδήποτε χρόνο με το πρόσωπο στραμμένο μακριά από την πηγή.
Εάν η πηγή είναι πολύ φωτεινή, θεωρείται ότι η αντίδραση αποστροφής θα περιορίσει τα επεισόδια έκθεσης σε 0,25 δευτερόλεπτα.
Όριο δ
Εάν η τιμή $L_b$ είναι μεγαλύτερη από το όριο έκθεσης, πρέπει να υπολογιστεί χρόνος ΜΡΕ. Αυτό εξαρτάται από το όριο έκθεσης c.
Το όριο έκθεσης c είναι $L_b \leq 10^6/t$ . Επομένως, ο χρόνος ΜΡΕ (σε δευτερόλεπτα), $t_{\max} \leq 10^6/L_b$ . Έπειτα, θα πρέπει να αποδειχθεί η πραγματική προσωπική παραμονή για όσο διάστημα η οπτική γραμμή θ είναι μικρότερη από $t_{\max}$ . Στην περίπτωση αυτή, η παραμονή μπορεί να αποκλείσει οποιονδήποτε χρόνο με το πρόσωπο στραμμένο μακριά από την πηγή.
Εάν η πηγή είναι πολύ φωτεινή, θεωρείται ότι η αντίδραση αποστροφής θα περιορίσει τα επεισόδια έκθεσης σε 0,25 δευτερόλεπτα.
Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί το όριο έκθεσης ε: οι σχέσεις $\alpha = Z/r$ και $L_b = E_b/\omega$ πρέπει να χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό μιας απόστασης όπου $\alpha = 11 \text{ mrad}$ . Εάν, σε αυτή ή οποιαδήποτε μεγαλύτερη απόσταση, $E_b \leq 10 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ , τότε δεν υφίσταται υπέρβαση των ορίων έκθεσης πέρα από το σημείο αυτό.
Όριο ζ
Εάν η τιμή $L_r$ είναι μεγαλύτερη από το όριο έκθεσης, τότε το όριο έκθεσης μπορεί να ήταν υπερβολικά περιοριστικό: αν η πηγή που τέμνει τη γωνία $\alpha < 100 \text{ mrad}$ , θα πρέπει να υπολογιστεί εκ νέου το όριο έκθεσης.
Εάν η τιμή $L_r$ εξακολουθεί να είναι μεγαλύτερη από το νέο όριο έκθεσης, πρέπει να υπολογιστεί χρόνος ΜΡΕ. Αυτό εξαρτάται από το όριο έκθεσης η.
Το όριο έκθεσης η είναι $L_r \leq 5 \times 10^7/c_a t^{0.25}$ . Επομένως, ο χρόνος ΜΡΕ (σε δευτερόλεπτα), $t_{\max} \leq (5 \times 10^7/c_a L_r)^4$ . Θεωρείται ότι $c_a = \alpha$ . Έπειτα, θα πρέπει να αποδειχθεί η πραγματική προσωπική παραμονή για όσο διάστημα η οπτική γραμμή θ είναι μικρότερη από $t_{\max}$ . Στην περίπτωση αυτή, η παραμονή μπορεί να αποκλείσει οποιονδήποτε χρόνο με το πρόσωπο στραμμένο μακριά από την πηγή.
Εάν η πηγή είναι πολύ φωτεινή, θεωρείται ότι η αντίδραση αποστροφής θα περιορίσει τα επεισόδια έκθεσης σε 0,25 δευτερόλεπτα.

### Δ.1.2. Μορφή των παραδειγμάτων

Τα ενδεικτικά παραδείγματα που ακολουθούν παρουσιάζονται σε μια σειρά από βήματα παρόμοια με αυτά που αναφέρονται παραπάνω. Στις περιπτώσεις όπου γίνεται απλουστευμένη παραδοχή, το παράδειγμα έχει παρ' όλα αυτά ολοκληρωθεί, αλλά τα βήματα που δεν είναι απαραίτητα εάν οι παραδοχές είναι αποδεκτές επισημαίνονται με γκρι, επιτρέποντας έτσι να αποδειχθεί η δυνατότητα εφαρμογής των τυχόν αρχικών παραδοχών.

Στο τέλος του παρόντος προσαρτήματος παρέχεται σύνοψη των αποτελεσμάτων αυτών των παραδειγμάτων.

### Δ.1.3. Λαμπτήρες φθορισμού οροφής με σκεδαστήρα



Μια σειρά από λαμπτήρες φθορισμού γενικού φωτισμού 3 x 36 W είναι τοποθετημένη σε φωτιστικό οροφής διαστάσεων 57,5 cm x 117,5 cm. Το φωτιστικό διαθέτει πλαστικό σκεδαστήρα που καλύπτει πλήρως τους λαμπτήρες. Ο σκεδαστήρας εξασφαλίζει την ομοιογένεια της πηγής.

#### Επιλογή των ορίων έκθεσης

Αυτό το είδος λαμπτήρα δεν εκπέμπει μεγάλη ποσότητα υπέρυθρης ακτινοβολίας. Τυχόν κίνδυνος θα προκύψει από την έκθεση σε ορατά και υπεριώδη μήκη κύματος. Επίσης, ο πλαστικός σκεδαστήρας περιορίζει τα υπεριώδη μήκη κύματος. Ισχύει μόνο το όριο δ.

#### Γεωμετρικοί παράγοντες

Τα δεδομένα του φασματικού ακτινοβολισμού μετρώνται σε απόσταση 100 cm από τον λαμπτήρα, κοιτάζοντας απευθείας προς αυτόν.

#### Σύγκριση με τα όρια έκθεσης

Όριο α			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο β			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 17 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο δ			
Το όριο έκθεσης είναι $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_{\text{B}} = 0,5 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης
Όριο ζ			
Το όριο έκθεσης είναι $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_{\text{R}} = 8 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης

Η πηγή έχει μέση διάσταση 87,5 cm.

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

Η πηγή έχει εμβαδόν επιφάνειας  $6756 \text{ cm}^2$ .

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

Επομένως  $\omega_{\text{B}} = 0,68 \text{ sr}$  και  $\omega_{\text{R}} = 0,68 \text{ sr}$ .

#### Προκαταρκτική εκτίμηση

Μετρήθηκε ο φωτοπικός ενεργός ακτινοβολισμός και είναι  $1477 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ . Αυτό ισοδυναμεί με ένταση φωτισμού  $1009 \text{ lux}$ .

Η φωτεινότητα της πηγής αυτής είναι επομένως  $1009/0,68 = 1484 \text{ cd m}^{-2}$ .

**Δεν απαιτείται περαιτέρω εκτίμηση.**

#### Ραδιομετρικά δεδομένα

Οι μετρούμενες τιμές του ενεργού ακτινοβολισμού είναι:

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

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

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),  
 $E_{\text{B}} = 338 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),  
 $E_{\text{R}} = 5424 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

#### Απλοποιητικές υποθέσεις

Ενεργή ακτινοβολία (κυανό φως),  
 $L_{\text{B}} = 338 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,68 \text{ sr} = 0,5 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Ενεργή ακτινοβολία (θερμική βλάβη),  
 $L_{\text{R}} = 5424 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,68 \text{ sr} = 8 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

#### Δ.1.4. Μονός λαμπτήρας φθορισμού οροφής χωρίς σκεδαστήρα

Ένας λαμπτήρας φθορισμού για γενικό φωτισμό 153 cm x 2 cm 58 W είναι τοποθετημένος σε φωτιστικό οροφής 153 x 13 cm, το οποίο περιέχει ανακλαστήρες πίσω από το λαμπτήρα και είναι ανοιχτό από μπροστά. Η πηγή δεν είναι ομοιογενής και ο λαμπτήρας αποτελεί το πιο φωτεινό μέρος της.



Δείτε επίσης το παράδειγμα Δ.1.5.

#### Επιλογή των ορίων έκθεσης

Αυτό το είδος λαμπτήρα δεν εκπέμπει μεγάλη ποσότητα υπέρυθρης ακτινοβολίας. Τυχόν κίνδυνος θα προκύψει από την έκθεση σε ορατά και υπεριώδη μήκη κύματος. Ισχύουν τα όρια α, β και δ.

#### Γεωμετρικοί παράγοντες

Τα δεδομένα του φασματικού ακτινοβολισμού μετρώνται σε απόσταση 100 cm από τον λαμπτήρα, κοιτάζοντας απευθείας προς αυτόν.

Ο λαμπτήρας έχει μέση διάσταση 77,5 cm.

Επομένως  $\alpha = 0,775$  rad.

Ο λαμπτήρας έχει εμβαδόν επιφάνειας 306 cm<sup>2</sup>.

Επομένως  $\omega = 0,03$  sr.

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

#### Προκαταρκτική εκτίμηση

Μετρήθηκε ο φωτοπικός ενεργός ακτινοβολισμός και είναι 1 640 mW·m<sup>-2</sup>. Αυτό ισοδυναμεί με ένταση φωτισμού 1 120 lux.

Η φωτεινότητα της πηγής αυτής είναι επομένως 1 120/0,03 = 37 333 cd m<sup>-2</sup>.

Φαίνεται ότι απαιτείται περαιτέρω εκτίμηση του κινδύνου για τον αμφιβληστροειδή. Επίσης, πρέπει να εκτιμηθεί και η ακτινοβολία UVR.

#### Ραδιομετρικά δεδομένα

Οι μετρούμενες τιμές του ενεργού ακτινοβολισμού είναι:

Ενεργός ακτινοβολισμός,  $E_{\text{eff}} = 600$  μW·m<sup>-2</sup>

Ακτινοβολισμός UVA,  $E_{\text{UVA}} = 120$  mW·m<sup>-2</sup>

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),  $E_B = 561$  mW·m<sup>-2</sup>

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),  
 $E_R = 7 843$  mW·m<sup>-2</sup>

#### Απλοποιητικές υποθέσεις

Ενεργή ακτινοβολήση (κυανό φως),  
 $L_B = 561$  mW·m<sup>-2</sup>/0,03 sr = 19 W·m<sup>-2</sup>·sr<sup>-1</sup>

Ενεργή ακτινοβολήση (θερμική βλάβη),  
 $L_R = 7 843$  mW·m<sup>-2</sup>/0,03 sr = 261 W·m<sup>-2</sup>·sr<sup>-1</sup>

#### Σύγκριση με τα όρια έκθεσης

Όριο α		
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{eff}} = 30$ J·m <sup>-2</sup>	→	$E_{\text{eff}} = 600$ μW·m <sup>-2</sup> → Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο β		
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{UVA}} = 10^4$ J·m <sup>-2</sup>	→	$E_{\text{UVA}} = 120$ mW·m <sup>-2</sup> → Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο δ		
Το όριο έκθεσης είναι 100 W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup>	→	$L_B = 19$ W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup> → Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης
Όριο ζ		
Το όριο έκθεσης είναι 280 kW·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup>	→	$L_R = 261$ W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup> → Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης

### Δ.1.5. Σειρά λαμπτήρων φθορισμού οροφής χωρίς σκεδαστήρα



Τέσσερις λαμπτήρες φθορισμού για γενικό φωτισμό 57 cm x 2 cm 18 W είναι τοποθετημένοι σε φωτιστικό οροφής 57 x 57 cm, το

οποίο περιέχει ανακλαστές πίσω από κάθε λαμπτήρα και είναι ανοιχτό από μπροστά. Μοιάζει πολύ με το φωτιστικό που αναφέρεται στο παράδειγμα Δ.1.4, με εξαίρεση ότι οι λαμπτήρες είναι διαφορετικού κατασκευαστή. Η πηγή δεν είναι ομοιογενής και οι τέσσερις λαμπτήρες αποτελούν τις πιο φωτεινές πηγές εκπομπής.

#### Επιλογή των ορίων έκθεσης

Αυτό το είδος λαμπτήρα δεν εκπέμπει μεγάλη ποσότητα υπέρυθρης ακτινοβολίας. Τυχόν κίνδυνος θα προκύψει από την έκθεση σε ορατά και υπεριώδη μήκη κύματος. Ισχύουν τα όρια α, β και δ.

#### Γεωμετρικοί παράγοντες

Τα δεδομένα του φασματικού ακτινοβολισμού μετρώνται σε απόσταση 100 cm από τον λαμπτήρα, κοιτάζοντας απευθείας προς αυτόν.

Κάθε λαμπτήρας έχει μέση διάσταση 29,5 cm.

Επομένως  $\alpha = 0,295$  rad.

Κάθε λαμπτήρας έχει εμβαδόν επιφάνειας 114 cm<sup>2</sup>.

Επομένως  $\omega = 0,011$  sr.

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

#### Προκαταρκτική εκτίμηση

Μετρήθηκε ο φωτοπικός ενεργός ακτινοβολισμός και είναι 1 788 mW·m<sup>-2</sup>. Η τιμή αυτή αφορά τους τέσσερις λαμπτήρες: καθώς κάθε λαμπτήρας αποτελεί ξεχωριστή οπτική πηγή, καθένας συμβάλλει κατά 447 mW·m<sup>-2</sup> στο σύνολο. Η ένταση φωτισμού που προκύπτει είναι 305 lux ανά λαμπτήρα.

Η φωτεινότητα κάθε λαμπτήρα είναι επομένως 305/0,011 = 28 000 cd m<sup>-2</sup>.

Απαιτείται περαιτέρω εκτίμηση του κινδύνου για τον αμφιβληστροειδή. Επίσης, πρέπει να εκτιμηθεί και η ακτινοβολία UVR.

#### Ραδιομετρικά δεδομένα

Οι μετρούμενες τιμές του ενεργού ακτινοβολισμού είναι:

Ενεργός ακτινοβολισμός,  $E_{\text{eff}} = 1,04$  mW·m<sup>-2</sup>

Ακτινοβολισμός UVA,  $E_{\text{UVA}} = 115$  mW·m<sup>-2</sup>

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),  $E_b = 555$  mW·m<sup>-2</sup> = 139 mW·m<sup>-2</sup> ανά λαμπτήρα

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),  
 $E_R = 8\,035$  mW·m<sup>-2</sup> = 2 009 mW·m<sup>-2</sup> ανά λαμπτήρα

#### Απλοποιητικές παραδοχές

Ενεργή ακτινοβολήση (κυανό φως),

$L_b = 139$  mW·m<sup>-2</sup>/0,011 sr = 13 W·m<sup>-2</sup>·sr<sup>-1</sup>

Ενεργή ακτινοβολήση (θερμική βλάβη),  
 $L_R = 2\,009$  mW·m<sup>-2</sup>/0,011 sr = 183 W·m<sup>-2</sup>·sr<sup>-1</sup>

#### Σύγκριση με τα όρια έκθεσης

Όριο α		
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{eff}} = 30$ J·m <sup>-2</sup>	→	$E_{\text{eff}} = 1,04$ mW·m <sup>-2</sup> → Ο χρόνος MPE είναι 8 ώρες. Η τιμή αυτή είναι κοντά στο να υπερβεί το όριο έκθεσης
Στην πράξη, ωστόσο, είναι απίθανο να υπάρξει συνεχής έκθεση σε απόσταση 100 cm, οπότε η έκθεση αυτή πρέπει να λαμβάνεται υπόψη εάν υπάρχουν άλλες πηγές UVR στο περιβάλλον.		
Όριο β		
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{UVA}} = 10^4$ J·m <sup>-2</sup>	→	$E_{\text{UVA}} = 115$ mW·m <sup>-2</sup> → Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο δ		
Το όριο έκθεσης είναι 100 W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup>	→	$L_b = 13$ W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup> → Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης
Όριο ζ		
Το όριο έκθεσης είναι 280 kW·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup>	→	$L_R = 183$ W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup> → Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης

### Δ.1.6. Μονάδα οπτικής απεικόνισης καθοδικού σωλήνα



Ένας επιτραπέζιος υπολογιστής έχει μονάδα οπτικής απεικόνισης που περιέχει καθοδικό σωλήνα.

#### Επιλογή των ορίων έκθεσης

Οι καθοδικοί σωλήνες δεν εκπέμπουν μεγάλες ποσότητες υπεριώδους ή υπέρυθρης ακτινοβολίας. Τυχόν κίνδυνος θα προκύψει από την έκθεση σε ορατά μήκη κύματος. Ισχύει το όριο δ.

#### Γεωμετρικοί παράγοντες

Η μονάδα οπτικής απεικόνισης αναμειγνύει τα τρία βασικά χρώματα για την παραγωγή έγχρωμων εικόνων. Η χειρότερη περίπτωση είναι όταν υπάρχουν και τα τρία βασικά χρώματα, δηλ. μια λευκή εικόνα. Τα δεδομένα του φασματικού ακτινοβολισμού μετρώνται σε απόσταση 10 cm από ένα ομοιογενές λευκό παραλληλόγραμμο, κοιτάζοντας απευθείας προς αυτό.

#### Σύγκριση με τα όρια έκθεσης

Όριο α			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 130 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο β			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 8 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο δ			
Το όριο έκθεσης είναι $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_B = 24 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης
Όριο ζ			
Το όριο έκθεσης είναι $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 286 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης

Η πηγή έχει μέση διάσταση 17 cm.

Επομένως  $\alpha = 1,7 \text{ rad}$ .

Η πηγή έχει εμβαδόν επιφάνειας  $250 \text{ cm}^2$ .

Επομένως  $\omega = 2,5 \text{ sr}$ .

Επομένως  $\omega_B = 2,5 \text{ sr}$  και  $\omega_R = 2,5 \text{ sr}$ .

#### Προκαταρκτική εκτίμηση

Μετρήθηκε ο φωτοπικός ενεργός ακτινοβολισμός και είναι  $64 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ . Αυτό ισοδυναμεί με ένταση φωτισμού 43 lux.

Η φωτεινότητα της πηγής αυτής είναι επομένως  $43/2,5 = 17 \text{ cd m}^{-2}$ .

Δεν απαιτείται περαιτέρω εκτίμηση.

#### Ραδιομετρικά δεδομένα

Οι μετρούμενες τιμές του ενεργού ακτινοβολισμού είναι:

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

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

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),  $E_B = 61 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),  
 $E_R = 716 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

#### Απλοποιητικές υποθέσεις

Ενεργή ακτινοβόληση (κυανό φως),

$L_B = 61 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/2,5 \text{ sr} = 24 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Ενεργή ακτινοβόληση (θερμική βλάβη),

$L_R = 716 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/2,5 \text{ sr} = 286 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

### Δ.1.7. Οθόνη φορητού υπολογιστή



Ένας φορητός υπολογιστής διαθέτει οθόνη υγρών κρυστάλλων LCD.

#### Επιλογή των ορίων έκθεσης

Οι οθόνες LCD δεν εκπέμπουν μεγάλες ποσότητες υπεριώδους ή υπέρυθρης ακτινοβολίας. Τυχόν κίνδυνος θα προκύψει από την έκθεση σε ορατά μήκη κύματος. Ισχύει το όριο δ.

#### Γεωμετρικοί παράγοντες

Οι οθόνες LCD αναμειγνύουν τα τρία βασικά χρώματα για την παραγωγή έγχρωμων εικόνων. Η χειρότερη περίπτωση είναι όταν υπάρχουν και τα τρία βασικά χρώματα, δηλαδή μια λευκή εικόνα. Τα δεδομένα του φασματικού ακτινοβολισμού μετρώνται σε απόσταση 10 cm από ένα ομοιογενές λευκό παραλληλόγραμμο, κοιτάζοντας απευθείας προς αυτό.

Η πηγή έχει μέση διάσταση 13 cm.

Επομένως  $\alpha = 1,3 \text{ rad}$ .

Η πηγή έχει εμβαδόν επιφάνειας  $173 \text{ cm}^2$ .

Επομένως  $\omega = 1,7 \text{ sr}$ .

Επομένως  $\omega_b = 1,7 \text{ sr}$  και  $\omega_r = 1,7 \text{ sr}$ .

#### Προκαταρκτική εκτίμηση

Μετρήθηκε ο φωτοπικός ενεργός ακτινοβολισμός και είναι  $134 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ . Αυτό ισοδυναμεί με ένταση φωτισμού  $92 \text{ lux}$ .

Η φωτεινότητα της πηγής αυτής είναι επομένως  $92/1,7 = 54 \text{ cd m}^{-2}$ .

**Δεν απαιτείται περαιτέρω εκτίμηση.**

#### Ραδιομετρικά δεδομένα

Οι μετρούμενες τιμές του ενεργού ακτινοβολισμού είναι:

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

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

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),  $E_b = 62 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),  
 $E_r = 794 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

#### Απλοποιητικές υποθέσεις

Ενεργή ακτινοβόληση (κυανό φως),

$L_b = 62 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/1,7 \text{ sr} = 36 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Ενεργή ακτινοβόληση (θερμική βλάβη),

$L_r = 794 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/1,7 \text{ sr} = 467 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

#### Σύγκριση με τα όρια έκθεσης

Όριο α		
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 70 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → Ο χρόνος ΜΡΕ είναι > 8 ώρες
Όριο β		
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 4 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ → Ο χρόνος ΜΡΕ είναι > 8 ώρες
Όριο δ		
Το όριο έκθεσης είναι $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 36 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης
Όριο ζ		
Το όριο έκθεσης είναι $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_r = 467 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης

### Δ.1.8. Προβολέας εξωτερικού χώρου με ενσωματωμένο λαμπτήρα αλογονιδίων μετάλλων



Ένας λαμπτήρας αλογονιδίων μετάλλων 70 W είναι ενσωματωμένος σε φωτιστικό που διαθέτει επίσης οπίσθιο ανακλαστήρα διαστάσεων 18 x 18 cm και διαφανές κάλυμμα. Έχει σχεδιαστεί για χρήση σε στηθαία κτιρίων και για τον φωτισμό του κάτω χώρου. Η πηγή δεν είναι ομοιογενής —η φωτεινότερη περιοχή είναι το ίδιο το τόξο, το οποίο έχει εκτιμηθεί ότι είναι περίπου σφαιρικό και διαμέτρου περίπου 5 mm.

#### Επιλογή των ορίων έκθεσης

Τυχόν κίνδυνος θα προκύψει από την έκθεση σε ορατά και πιθανώς σε υπεριώδη μήκη κύματος. Οι λαμπτήρες αλογονιδίων μετάλλων παράγουν άφθονη υπεριώδη ακτινοβολία: το παράδειγμα αυτό έχει εξωτερικό περίβλημα που μπορεί να μειώνει τις εκπομπές και το φωτιστικό διαθέτει κάλυμμα το οποίο μειώνει τις εκπομπές, αλλά παρ' όλα αυτά μπορεί να εκπέμπει σε ανησυχητικό βαθμό ακτινοβολία UVA. Ισχύουν τα όρια β, δ και ζ.

#### Γεωμετρικοί παράγοντες

Τα δεδομένα του φασματικού ακτινοβολισμού μετρώνται σε απόσταση 100 cm από τον λαμπτήρα, κοιτάζοντας απευθείας προς αυτόν.

Το τόξο έχει μέση διάσταση 0,5 cm.

Επομένως  $\alpha = 0,005$  rad. Αυτό σημαίνει ότι είναι  $< 11$  mrad και επομένως το όριο δ μπορεί να αντικατασταθεί από το όριο στ σε περίπτωση συνεχούς παρατήρησης. Αυτό δεν

συμβαίνει στην προκειμένη περίπτωση, οπότε για την εκτίμηση θα χρησιμοποιηθεί το όριο δ. Βλ. σημείωση 2 στον πίνακα 1.1 της οδηγίας.

Η πηγή έχει εμβαδόν επιφάνειας  $0,2 \text{ cm}^2$ .

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

Επομένως  $\omega_B = 0,01 \text{ sr}$  και  $\omega_R = 0,0001 \text{ sr}$ .

#### Προκαταρκτική εκτίμηση

Μετρήθηκε ο φωτοπικός ενεργός ακτινοβολισμός και είναι  $4\,369 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ . Αυτό ισοδυναμεί με ένταση φωτισμού  $2\,984 \text{ lux}$ .

Η φωτεινότητα της πηγής αυτής είναι επομένως  $2\,984/0,00002 = 149\,000\,000 \text{ cd m}^{-2}$ .

Απαιτείται περαιτέρω εκτίμηση του κινδύνου για τον αμφιβληστροειδή και απομένει να εκτιμηθεί η πιθανότητα κινδύνου λόγω ακτινοβολίας UVR.

#### Ραδιομετρικά δεδομένα

Οι μετρούμενες τιμές του ενεργού ακτινοβολισμού είναι:

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

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

$$\text{Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως), } E_B = 2329 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$$

$$\text{Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη), } E_R = 30\,172 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$$

#### Απλοποιητικές υποθέσεις

$$\text{Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως), } L_B = 2\,329 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 233 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$$

$$\text{Ενεργή ακτινοβολία (θερμική βλάβη), } L_R = 30\,172 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,0001 \text{ sr} = 302 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$$



## Σύγκριση με τα όρια έκθεσης

Όριο α				
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 110 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→	Ο χρόνος ΜΡΕ είναι > 8 ώρες
Όριο β				
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 915 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→	Ο χρόνος ΜΡΕ είναι 3 ώρες
<i>Ωστόσο, η έντονη φωτεινότητα του λαμπτήρα μπορεί να περιορίσει κάθε επεισόδιο έκθεσης σε περίπου 0,25 δευτερόλεπτα.</i>				
Όριο δ				
Το όριο έκθεσης είναι $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_{\text{B}} = 233 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	Γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης
<i>Επομένως, πρέπει να χρησιμοποιείται το όριο γ για τον υπολογισμό του χρόνου ΜΡΕ.</i>				
Όριο γ				
Το όριο έκθεσης είναι $L_{\text{B}} < 10^6/t \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$t_{\text{max}} = 10^6/L_{\text{B}}$	→	Ο χρόνος ΜΡΕ για την πηγή αυτή είναι περίπου 70 λεπτά
<i>Ωστόσο, η έντονη φωτεινότητα του λαμπτήρα μπορεί να περιορίσει κάθε επεισόδιο έκθεσης σε περίπου 0,25 δευτερόλεπτα. Σημειώνεται ότι σε περίπτωση συνεχούς παρατήρησης, η τιμή <math>t_{\text{max}}</math> βασίζεται στο όριο <math>\epsilon = 100/E_{\text{B}}</math> ή περίπου 40 δευτερόλεπτα.</i>				
Όριο ζ				
Το όριο έκθεσης είναι $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_{\text{R}} = 302 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	Υπάρχει υπέρβαση του ορίου έκθεσης, με βάση την απλοποιητική υπόθεση ότι $\alpha > 0,1 \text{ rad}$
<i>Αν υπολογίσουμε εκ νέου το όριο έκθεσης με βάση την πραγματική τιμή <math>\alpha (= 5 \text{ mrad})</math>, ένα πιο ρεαλιστικό όριο έκθεσης θα είναι <math>5\,600 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}</math>. Σε αυτή την περίπτωση, δεν υπάρχει υπέρβαση του ορίου έκθεσης.</i>				

### Δ.1.9. Προβολέας εξωτερικού χώρου με ενσωματωμένο λαμπτήρα φθορισμού μικρών διαστάσεων



Ένας λαμπτήρας φθορισμού μικρών διαστάσεων 26 W 3 x 13 cm είναι ενσωματωμένος σε φωτιστικό που διαθέτει επίσης μη επεξεργασμένο οπίσθιο ανακλαστήρα και διαφανές κάλυμμα. Έχει σχεδιαστεί για χρήση σε στηθαία κτιρίων και για τον φωτισμό του κάτω χώρου. Ο λαμπτήρας είναι η ισχυρότερη πηγή εκπομπής σε αυτή τη μη ομοιογενή πηγή.

#### Επιλογή των ορίων έκθεσης

Αυτό το είδος λαμπτήρα δεν εκπέμπει μεγάλη ποσότητα υπέρυθρης ακτινοβολίας. Τυχόν κίνδυνος θα προκύψει από την έκθεση σε ορατά και υπεριώδη μήκη κύματος. Επίσης, ο πλαστικός σκεδαστήρας περιορίζει τα υπεριώδη μήκη κύματος. Ισχύει το όριο δ.

#### Γεωμετρικοί παράγοντες

Τα δεδομένα του φασματικού ακτινοβολισμού μετρώνται σε απόσταση 100 cm από τον λαμπτήρα, κοιτάζοντας απευθείας προς αυτόν.

#### Σύγκριση με τα όρια έκθεσης

Όριο α			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Ο χρόνος ΜΡΕ είναι > 8 ώρες
Όριο β			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 2 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Ο χρόνος ΜΡΕ είναι > 8 ώρες
Όριο δ			
Το όριο έκθεσης είναι $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_{\text{B}} = 15 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης
Όριο ζ			
Το όριο έκθεσης είναι $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_{\text{R}} = 503 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης

Η πηγή έχει μέση διάσταση 8 cm.

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

Η πηγή έχει εμβαδόν επιφάνειας 39 cm<sup>2</sup>.

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

Επομένως  $\omega_{\text{B}} = 0,01 \text{ sr}$  και  $\omega_{\text{R}} = 0,0039 \text{ sr}$ .

#### Προκαταρκτική εκτίμηση

Μετρήθηκε ο φωτοπικός ενεργός ακτινοβολισμός και είναι 366 mW·m<sup>-2</sup>. Αυτό ισοδυναμεί με ένταση φωτισμού 250 lux.

Η φωτεινότητα της πηγής αυτής είναι επομένως 250/0,0039 = 64 000 cd m<sup>-2</sup>.

Απαιτείται περαιτέρω εκτίμηση του κινδύνου για τον αμφιβληστροειδή.

#### Ραδιομετρικά δεδομένα

Οι μετρούμενες τιμές του ενεργού ακτινοβολισμού είναι:

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

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

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),  $E_{\text{B}} = 149 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),  
 $E_{\text{R}} = 1 \text{ 962 mW}\cdot\text{m}^{-2}$

#### Απλοποιητικές υποθέσεις

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),  
 $L_{\text{B}} = 149 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 15 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),  
 $L_{\text{R}} = 1 \text{ 962 mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,0039 \text{ sr} = 503 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

### Δ.1.10. Ηλεκτρονικό εντομοκτόνο



Τα ηλεκτρονικά εντομοκτόνα (Electronic Insect Killers — EIK) χρησιμοποιούν συχνά λαμπτήρες φθορισμού ατμών υδραργύρου χαμηλής πίεσης, οι οποίοι εκπέμπουν στην UVA και κυανή περιοχή του φάσματος για να προσελκύσουν τα ιπτάμενα έντομα σε ένα δίκτυο υψηλής τάσης. Το παράδειγμα αυτό καταναλώνει 25 W και διαθέτει δύο λαμπτήρες, διαστάσεων 26 x 1 cm καθένας, τοποθετημένοι σε απόσταση 10 cm στο οριζόντιο επίπεδο.

#### Επιλογή των ορίων έκθεσης

Τα ηλεκτρονικά εντομοκτόνα πρέπει να συμμορφώνονται με το πρότυπο για τα προϊόντα EN 60335-2-59, το οποίο προβλέπει ότι ο ακτινοβολισμός  $UVR_{eff}$  στο 1 m πρέπει να είναι  $\leq 1 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ . Ως εκ τούτου, δεν συντρέχει λόγος να εφαρμοστεί το όριο α. Εξακολουθεί να ισχύει το όριο β. Επειδή δεν είναι πηγή λευκού φωτός, δεν ενδείκνυται η χρήση της φωτεινότητας ως μέτρο ελέγχου. Ωστόσο, τα ηλεκτρονικά εντομοκτόνα παράγουν συνήθως μικρό οπτικό ερέθισμα και επομένως δεν υπάρχει κίνδυνος για τον αμφιβληστροειδή.

#### Γεωμετρικοί παράγοντες

Τα δεδομένα του φασματικού ακτινοβολισμού μετρώνται σε απόσταση 100 cm από το ηλεκτρονικό εντομοκτόνο. Καθώς τοποθετούνται στον τοίχο, μετρώνται περίπου από το ύψος της κεφαλής. Επομένως, ο ανιχνευτής κοιτάζει το ηλεκτρονικό εντομοκτόνο με γωνία περίπου 30° από το οριζόντιο επίπεδο. Οι λαμπτήρες που διαθέτει το ηλεκτρονικό εντομοκτόνο είναι κυκλικής διατομής, οπότε μπορούμε να υποθέσουμε ότι φαίνονται υπό γωνία 90° ως προς την επιφάνειά τους.

Κάθε λαμπτήρας έχει μέση διάσταση 13,5 cm.

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

Κάθε λαμπτήρας έχει εμφανές εμβαδόν επιφάνειας  $26 \text{ cm}^2$ .

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

Επομένως  $\omega_b = 0,01 \text{ sr}$  και  $\omega_r = 0,0026 \text{ sr}$ .

#### Ραδιομετρικά δεδομένα

Οι μετρούμενες τιμές του ενεργού ακτινοβολισμού είναι:

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

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

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),  
 $E_b = 17 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} = 8,5 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$  ανά λαμπτήρα

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),  
 $E_r = 172 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} = 86 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$  ανά λαμπτήρα

#### Απλοποιητικές υποθέσεις

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),  
 $L_b = 8,5 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 0,85 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),  
 $L_r = 86 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,0026 \text{ sr} = 33 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

#### Σύγκριση με τα όρια έκθεσης

Όριο α		
Το όριο έκθεσης είναι $H_{eff} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{eff} = 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο β		
Το όριο έκθεσης είναι $H_{UVA} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{UVA} = 34 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ → Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο δ		
Το όριο έκθεσης είναι $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 0,85 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης
Όριο ζ		
Το όριο έκθεσης είναι $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_r = 33 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης

### Δ.1.11. Προβολέας οροφής



Ένας προβολέας οροφής περιέχει λαμπτήρα αλογόνου βολφραμίου 50 W σε σφραγισμένο φωτιστικό με διχροϊκό ανακλαστήρα και εμπρόσθιο γυάλινο κάλυμμα. Το σφραγισμένο φωτιστικό έχει διάμετρο 4 cm. Όταν είναι αναμμένο, η πηγή φαίνεται ομοιογενής.

#### Επιλογή των ορίων έκθεσης

Οποιοσδήποτε κίνδυνος μπορεί να προκύψει οφείλεται στην έκθεση σε ορατά μήκη κύματος (οι λαμπτήρες βολφραμίου αλογόνου παράγουν κάποιο υπεριώδες φως, αλλά το παράδειγμα αυτό διαθέτει εμπρόσθιο κάλυμμα το οποίο μειώνει τις εκπομπές). Ισχύουν τα όρια δ και ζ.

#### Γεωμετρικοί παράγοντες

Τα δεδομένα του φασματικού ακτινοβολισμού μετρώνται σε απόσταση 100 cm από τον λαμπτήρα, κοιτάζοντας απευθείας προς αυτόν.

Η πηγή έχει μέση διάσταση 4 cm.

Επομένως  $\alpha = 0,04$  rad.

Η πηγή έχει εμβαδόν επιφάνειας 13 cm<sup>2</sup>.

Επομένως  $\omega = 0,001$  sr.

Επομένως  $\omega_b = 0,01$  sr και  $\omega_r = 0,001$  sr.

#### Προκαταρκτική εκτίμηση

Μετρήθηκε ο φωτοπικός ενεργός ακτινοβολισμός και είναι 484 mW·m<sup>-2</sup>. Αυτό ισοδυναμεί με ένταση φωτισμού 331 lux.

Η φωτεινότητα της πηγής αυτής είναι επομένως  $331/0,001 = 331\ 000$  cd m<sup>-2</sup>.

Απαιτείται περαιτέρω εκτίμηση του κινδύνου για τον αμφιβληστροειδή.

#### Ραδιομετρικά δεδομένα

Οι μετρούμενες τιμές του ενεργού ακτινοβολισμού είναι:

Ενεργός ακτινοβολισμός,  $E_{\text{eff}} = 30$  μW·m<sup>-2</sup>

Ακτινοβολισμός UVA,  $E_{\text{UVA}} = 12$  mW·m<sup>-2</sup>

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),  $E_b = 129$  mW·m<sup>-2</sup>

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),  
 $E_r = 2\ 998$  mW·m<sup>-2</sup>

#### Απλοποιητικές υποθέσεις

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),  
 $L_b = 129$  mW·m<sup>-2</sup>/0,01 sr = 12,9 W·m<sup>-2</sup>·sr<sup>-1</sup>

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),  
 $L_r = 2\ 998$  mW·m<sup>-2</sup>/0,001 sr = 2 998 W·m<sup>-2</sup>·sr<sup>-1</sup>

### Σύγκριση με τα όρια έκθεσης

Όριο α			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{eff}} = 30$ J·m <sup>-2</sup>	→	$E_{\text{eff}} = 30$ μW·m <sup>-2</sup>	→ Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο β			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{UVA}} = 10^4$ J·m <sup>-2</sup>	→	$E_{\text{UVA}} = 12$ mW·m <sup>-2</sup>	→ Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο δ			
Το όριο έκθεσης είναι 100 W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup>	→	$L_b = 12,9$ W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup>	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης
Όριο ζ			
Το όριο έκθεσης είναι 280 kW·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup>	→	$L_r = 2\ 998$ W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup>	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης

### Δ.1.12. Φωτιστικό γραφείου



Ένα φωτιστικό γραφείου περιέχει έναν τυπικό λαμπτήρα βολφραμίου μέσα σε σώμα με ανοιχτή πρόσοψη. Το σώμα έχει διάμετρο 17 cm. Ο λαμπτήρας 60 W, ο οποίος έχει διάχυτο φινίρισμα, έχει διάμετρο 5,5 cm. Η πηγή δεν είναι ομοιογενής και ο λαμπτήρας αποτελεί πιο ισχυρή πηγή εκπομπής από τον ανακλαστήρα.

#### Επιλογή των ορίων έκθεσης

Οποιοσδήποτε κίνδυνος μπορεί να προκύψει οφείλεται στην έκθεση σε ορατά μήκη κύματος (οι λαμπτήρες με νήμα βολφραμίου παράγουν κάποιο υπεριώδες φως, αλλά το γυάλινο περίβλημα λειτουργεί ως φίλτρο). Ισχύουν τα όρια δ και ζ.

#### Γεωμετρικοί παράγοντες

Τα δεδομένα του φασματικού ακτινοβολισμού μετρώνται σε απόσταση 50 cm από τον λαμπτήρα, κοιτάζοντας απευθείας προς αυτόν.

Η πηγή έχει μέση διάσταση 5,5 cm.

Επομένως  $\alpha = 0,11$  rad.

Η πηγή έχει εμβαδόν επιφάνειας 24 cm<sup>2</sup>.

Επομένως  $\omega = 0,0096$  sr.

Επομένως  $\omega_b = 0,01$  sr και  $\omega_r = 0,0096$  sr.

#### Προκαταρκτική εκτίμηση

Μετρήθηκε ο φωτοπικός ενεργός ακτινοβολισμός και είναι 522 mW·m<sup>-2</sup>. Αυτό ισοδυναμεί με ένταση φωτισμού 357 lux.

Η φωτεινότητα της πηγής αυτής είναι επομένως 357/0,006 = 37 188 cd m<sup>-2</sup>.

Απαιτείται περαιτέρω εκτίμηση του κινδύνου για τον αμφιβληστροειδή.

#### Ραδιομετρικά δεδομένα

Οι μετρούμενες τιμές του ενεργού ακτινοβολισμού είναι:

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

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

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),  $E_b = 92 \text{mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),  
 $E_R = 4\,815 \text{mW}\cdot\text{m}^{-2}$

#### Απλοποιητικές υποθέσεις

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),

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

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),

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

#### Σύγκριση με τα όρια έκθεσης

Όριο α			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{eff}} = 30 \text{J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 50 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο β			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 18 \text{mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο δ			
Το όριο έκθεσης είναι $100 \text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 0,92 \text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης
Όριο ζ			
Το όριο έκθεσης είναι $280 \text{kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 501 \text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης

### Δ.1.13. Φωτιστικό γραφείου «φάσματος φωτός ημέρας»



Ένα φωτιστικό γραφείου περιέχει έναν λαμπτήρα βολφραμίου 60 W μέσα σε σώμα με ανοιχτή πρόσοψη. Ο λαμπτήρας είναι χρωματισμένος για να προσομοιώσει τις χρωματικές ιδιότητες του φυσικού φωτισμού, αλλά δεν έχει εξωτερικό φινίρισμα για διάχυτο φωτισμό. Το φωτιστικό έχει διάμετρο 14 cm. Η πηγή δεν

είναι ομοιογενής. Όταν ο λαμπτήρας είναι αναμμένος, το νήμα του φαίνεται καθαρά. Είναι δύσκολο να περιγραφούν οι διαστάσεις του νήματος, αλλά έχει μήκος περίπου 3 cm και διάμετρο 0,5 mm.

#### Επιλογή των ορίων έκθεσης

Οποιοσδήποτε κίνδυνος μπορεί να προκύψει οφείλεται στην έκθεση σε ορατά μήκη κύματος (οι λαμπτήρες με νήμα βολφραμίου παράγουν κάποιο υπεριώδες φως, αλλά το γυάλινο περίβλημα λειτουργεί ως φίλτρο). Ισχύουν τα όρια δ και ζ.

#### Γεωμετρικοί παράγοντες

Τα δεδομένα του φασματικού ακτινοβολισμού μετρώνται σε απόσταση 50 cm από τον λαμπτήρα, κοιτάζοντας απευθείας προς αυτόν.

Το νήμα έχει μέση διάσταση 1,5 cm.

Επομένως  $\alpha = 0,03$  rad.

Το νήμα έχει εμβαδόν επιφάνειας 0,15 cm<sup>2</sup>.

Επομένως  $\omega = 0,00006$  sr.

Επομένως  $\omega_b = 0,01$  sr και  $\omega_r = 0,0001$  sr.

#### Προκαταρκτική εκτίμηση

Μετρήθηκε ο φωτοπικός ενεργός ακτινοβολισμός και είναι 559 mW·m<sup>-2</sup>. Αυτό ισοδυναμεί με ένταση φωτισμού 383 lux.

Η φωτεινότητα της πηγής αυτής είναι επομένως 382/0,00006 = 6 000 000 cd m<sup>-2</sup>.

Απαιτείται περαιτέρω εκτίμηση του κινδύνου για τον αμφιβληστροειδή.

#### Ραδιομετρικά δεδομένα

Οι μετρούμενες τιμές του ενεργού ακτινοβολισμού είναι:

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

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

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),  $E_b = 138 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),  
 $E_r = 5 172 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

#### Απλοποιητικές υποθέσεις

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),  
 $L_b = 138 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 14 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Ενεργή ακτινοβολήση (θερμική βλάβη),  
 $L_r = 5 172 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,0001 \text{ sr} = 52 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

#### Σύγκριση με τα όρια έκθεσης

Όριο α			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 110 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο β			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 26 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο δ			
Το όριο έκθεσης είναι $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 14 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης
Όριο ζ			
Το όριο έκθεσης είναι $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_r = 52 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης

### Δ.1.14. Φωτοτυπικό μηχάνημα



Ένα φωτοτυπικό μηχάνημα περιέχει μια πηγή φωτός σύρωσης, με τη μορφή δύο φωτεινών λωρίδων. Οι λωρίδες αυτές έχουν μήκος 21 cm και είναι τοποθετημένες σε απόσταση 1,5 cm η μία από την άλλη. Φαίνονται από το αριστερό μέρος του κρυστάλλου κάλυψης του φωτοτυπικού στο σχήμα δεξιά. Κάθε φωτεινή ταινία έχει διάμετρο περίπου 3 mm.

#### Επιλογή των ορίων έκθεσης

Τυχόν κίνδυνος θα προκύψει από την έκθεση σε ορατά μήκη κύματος (το κρύσταλλο μειώνει τυχόν υπεριώδεις εκπομπές). Ισχύουν τα όρια δ και ζ.

#### Γεωμετρικοί παράγοντες

Τα δεδομένα του φασματικού ακτινοβολισμού μετρώνται σε απόσταση 30 cm από το κρύσταλλο κάλυψης. Η απόσταση μεταξύ του κρυστάλλου και της πηγής οπτικής ακτινοβολίας είναι αμελητέα. Οι μετρήσεις πραγματοποιούνται κοιτάζοντας απευθείας στην πηγή: η περίπτωση αυτή είναι η χειρότερη δυνατή, καθώς η ανθρώπινη έκθεση πιθανώς να είναι υπό γωνία.

#### Σύγκριση με τα όρια έκθεσης

<b>Όριο α</b>			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
<b>Όριο β</b>			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 22 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
<b>Όριο δ</b>			
Το όριο έκθεσης είναι $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_B = 6,2 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης
<b>Όριο ζ</b>			
Το όριο έκθεσης είναι $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 115 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης

Κάθε πηγή έχει μέση διάσταση 10,7cm.

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

Κάθε πηγή έχει εμβαδόν  $6,3 \text{ cm}^2$ .

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

Επομένως  $\omega_b = 0,01 \text{ sr}$  και  $\omega_r = 0,007 \text{ sr}$ .

#### Προκαταρκτική εκτίμηση

Μετρήθηκε ο φωτοπικός ενεργός ακτινοβολισμός και είναι  $197 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ . Η τιμή αυτή αφορά τις δύο λωρίδες: καθώς κάθε λωρίδα αποτελεί ξεχωριστή οπτική πηγή, καθεμία συμβάλλει κατά  $98,5 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$  στο σύνολο. Η ένταση φωτισμού που προκύπτει είναι  $67 \text{ lux}$  ανά λαμπτήρα.

Η φωτεινότητα της πηγής αυτής είναι επομένως  $67/0,007 = 9\,643 \text{ cd m}^{-2}$ .

**Δεν απαιτείται περαιτέρω εκτίμηση.**

#### Ραδιομετρικά δεδομένα

Οι μετρούμενες τιμές του ενεργού ακτινοβολισμού είναι:

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

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

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),

$E_B = 124 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} = 62 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$  ανά λωρίδα

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),

$E_R = 1\,606 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} = 803 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$  ανά λωρίδα

#### Απλοποιητικές υποθέσεις

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),

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

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),

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

### Δ.1.15. Επιτραπέζιος ψηφιακός προβολέας δεδομένων



Ένας προβολέας δεδομένων 150 W έχει εμπρόσθιο φακό προβολής διαμέτρου 4,7 cm.

Δείτε επίσης το παράδειγμα Δ.1.16.

Ο προβολέας δημιουργεί εικόνες αναμειγνύοντας τα τρία χρώματα. Η χειρότερη περίπτωση είναι όταν υπάρχουν όλα τα χρώματα, δηλ. όταν προβάλλεται μια λευκή εικόνα. Ένα γραφιστικό πακέτο λογισμικού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργηθεί μια κενή λευκή εικόνα. Τα δεδομένα φασματικού ακτινοβολισμού μετρώνται σε απόσταση 200 cm από τον προβολέα, με τον προβολέα εστιασμένο ώστε να παράγει τη μικρότερη δυνατή ευκρινή εικόνα σε αυτή την απόσταση. Ο φακός του προβολέα έχει φαινόμενη διάμετρο 4,7 cm. Ωστόσο, όταν χρησιμοποιείται ο φακός δεν φαίνεται να φωτίζεται ομοιόμορφα. Η κύρια φωτιζόμενη περιοχή έχει διάμετρο περίπου 3 cm.

#### Επιλογή των ορίων έκθεσης

Αυτό το είδος πηγής δεν εκπέμπει μετρήσιμες ποσότητες υπεριώδους ή υπέρυθρης ακτινοβολίας, οπότε τυχόν κίνδυνος θα προκύψει από την έκθεση σε ορατά μήκη κύματος. Ισχύουν τα όρια έκθεσης δ και ζ.

#### Γεωμετρικοί παράγοντες

Τα τρία βασικά χρώματα αναμειγνύονται για την παραγωγή έγχρωμων εικόνων. Η χειρότερη περίπτωση είναι όταν υπάρχουν και τα τρία βασικά χρώματα, δηλ. μια λευκή εικόνα. Τα δεδομένα του φασματικού ακτινοβολισμού μετρώνται σε απόσταση 200 cm από τον λαμπτήρα, κοιτάζοντας απευθείας προς αυτόν.

Η πηγή έχει μέση διάσταση 3 cm.

Επομένως  $\alpha = 0,02$  rad.

Η πηγή έχει εμβαδόν επιφάνειας 7 cm<sup>2</sup>.

Επομένως  $\omega = 0,0001$  sr.

Επομένως  $\omega_b = 0,01$  sr και  $\omega_r = 0,0001$  sr.

#### Προκαταρκτική εκτίμηση

Μετρήθηκε ο φωτοπικός ενεργός ακτινοβολισμός και είναι 2 984 mW·m<sup>-2</sup>. Αυτό ισοδυναμεί με ένταση φωτισμού 2 038 lux.

Η φωτεινότητα της πηγής αυτής είναι επομένως 2 038/0,0001 = 20 000 000 cd m<sup>-2</sup>.

Απαιτείται περαιτέρω εκτίμηση του κινδύνου για τον αμφιβληστροειδή.

#### Ραδιομετρικά δεδομένα

Οι μετρούμενες τιμές του ενεργού ακτινοβολισμού είναι:

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

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

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),

$E_b = 2 237 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),

$E_r = 24 988 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

#### Απλοποιητικές υποθέσεις

Ενεργή ακτινοβολήση (κυανό φως),

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

Ενεργή ακτινοβολήση (θερμική βλάβη),

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



## Σύγκριση με τα όρια έκθεσης

Όριο α			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \text{ }\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Ο χρόνος ΜΡΕ είναι > 8 ώρες
Όριο β			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 1 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Ο χρόνος ΜΡΕ είναι > 8 ώρες
Όριο δ			
Το όριο έκθεσης είναι $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_B = 224 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης
<i>Επομένως, πρέπει να χρησιμοποιείται το όριο γ για τον υπολογισμό του χρόνου ΜΡΕ.</i>			
Όριο γ			
Το όριο έκθεσης είναι $L_B < 10^6/t \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$t_{\text{max}} = 10^6/L_B$	→ Ο χρόνος ΜΡΕ για την πηγή αυτή είναι περίπου 70 λεπτά
<i>Ωστόσο, η έντονη φωτεινότητα της πηγής αυτής μπορεί να περιορίσει κάθε επεισόδιο έκθεσης σε περίπου 0,25 δευτερόλεπτα.</i>			
Όριο ζ			
Το όριο έκθεσης είναι $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 250 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης

### Δ.1.16. Φορητός ψηφιακός προβολέας δεδομένων



Ένας προβολέας δεδομένων 180 W έχει εμπρόσθιο φακό προβολής διαμέτρου 3,5 cm. Δείτε επίσης το παράδειγμα Δ.1.15.

Ο προβολέας δημιουργεί εικόνες αναμειγνύοντας τα τρία χρώματα. Η χειρότερη περίπτωση είναι όταν υπάρχουν όλα τα χρώματα, δηλ. όταν προβάλλεται μια λευκή εικόνα. Ένα γραφιστικό πακέτο λογισμικού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργηθεί μια κενή λευκή εικόνα. Τα δεδομένα φασματικού ακτινοβολισμού μετρώνται σε απόσταση 200 cm από τον προβολέα, με τον προβολέα εστιασμένο ώστε να παράγει τη μικρότερη δυνατή ευκρινή εικόνα σε αυτή την απόσταση. Ο φακός του προβολέα έχει διάμετρο 3,5 cm και φαίνεται ομοιόμορφος όταν χρησιμοποιείται.

#### Επιλογή των ορίων έκθεσης

Αυτό το είδος πηγής δεν εκπέμπει μετρήσιμες ποσότητες υπεριώδους ή υπέρυθρης ακτινοβολίας, οπότε τυχόν κίνδυνος θα προκύψει από την έκθεση σε ορατά μήκη κύματος. Ισχύουν τα όρια έκθεσης δ και ζ.

#### Γεωμετρικοί παράγοντες

Τα τρία βασικά χρώματα αναμειγνύονται για την παραγωγή έγχρωμων εικόνων. Η χειρότερη περίπτωση είναι όταν

υπάρχουν και τα τρία βασικά χρώματα, δηλ. μια λευκή εικόνα. Τα δεδομένα του φασματικού ακτινοβολισμού μετρώνται σε απόσταση 200 cm από τον λαμπτήρα, κοιτάζοντας απευθείας προς αυτόν.

Η πηγή έχει μέση διάσταση 3,5 cm.

Επομένως  $\alpha = 0,02$  rad.

Η πηγή έχει εμβαδόν επιφάνειας 9,6 cm<sup>2</sup>.

Επομένως  $\omega = 0,0002$  sr.

Επομένως  $\omega_B = 0,01$  sr και  $\omega_R = 0,0002$  sr.

#### Προκαταρκτική εκτίμηση

Μετρήθηκε ο φωτοπικός ενεργός ακτινοβολισμός και είναι 681 mW·m<sup>-2</sup>. Αυτό ισοδυναμεί με ένταση φωτισμού 465 lux.

Η φωτεινότητα της πηγής αυτής είναι επομένως 465/0,0002 = 2 325 000 cd m<sup>-2</sup>.

Απαιτείται περαιτέρω εκτίμηση του κινδύνου για τον αμφιβληστροειδή.

#### Ραδιομετρικά δεδομένα

Οι μετρούμενες τιμές του ενεργού ακτινοβολισμού είναι:

Ενεργός ακτινοβολισμός,  $E_{\text{eff}} = >10$  μW·m<sup>-2</sup>

Ακτινοβολισμός UVA,  $E_{\text{UVA}} = 0,5$  mW·m<sup>-2</sup>

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),  $E_B = 440$  mW·m<sup>-2</sup>

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),

$E_R = 5\,333$  mW·m<sup>-2</sup>

#### Απλοποιητικές υποθέσεις

Ενεργή ακτινοβολία (κυανό φως),

$L_B = 440$  mW·m<sup>-2</sup>/0,01 sr = 44 W·m<sup>-2</sup>·sr<sup>-1</sup>

Ενεργή ακτινοβολία (θερμική βλάβη),

$L_R = 5\,333$  mW·m<sup>-2</sup>/0,0002 sr = 27 kW·m<sup>-2</sup>·sr<sup>-1</sup>

#### Σύγκριση με τα όρια έκθεσης

Όριο α			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{eff}} = 30$ J·m <sup>-2</sup>	→	$E_{\text{eff}} = 30$ μW·m <sup>-2</sup>	→ Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο β			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{UVA}} = 10^4$ J·m <sup>-2</sup>	→	$E_{\text{UVA}} = 1$ mW·m <sup>-2</sup>	→ Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο δ			
Το όριο έκθεσης είναι 100 W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup>	→	$L_B = 44$ W·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup>	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης
Όριο ζ			
Το όριο έκθεσης είναι 280 kW·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup>	→	$L_R = 27$ kW·m <sup>-2</sup> ·sr <sup>-1</sup>	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης

### Δ.1.17. Ψηφιακός διαδραστικός πίνακας



Ένας επιτοίχιος ψηφιακός διαδραστικός πίνακας έχει διαστάσεις 113 x 65 cm.

#### Επιλογή των ορίων έκθεσης

Αυτό το είδος πηγής δεν εκπέμπει μετρήσιμες ποσότητες υπεριώδους ή υπέρυθρης ακτινοβολίας, οπότε τυχόν κίνδυνος θα προκύψει από την έκθεση σε ορατά μήκη κύματος. Ισχύει το όριο έκθεσης δ.

#### Γεωμετρικοί παράγοντες

Ο διαδραστικός πίνακας αναμειγνύει τα τρία βασικά χρώματα για την παραγωγή έγχρωμων εικόνων. Η χειρότερη περίπτωση είναι όταν υπάρχουν και τα τρία βασικά χρώματα, δηλ. μια λευκή εικόνα. Τα δεδομένα του φασματικού ακτινοβολισμού μετρώνται σε απόσταση 200 cm από την πηγή, κοιτάζοντας απευθείας προς αυτήν.

Η πηγή έχει μέση διάσταση 89 cm.

Επομένως  $\alpha = 0,45 \text{ rad}$ .

Η πηγή έχει εμβαδόν επιφάνειας  $7\,345 \text{ cm}^2$ .

Επομένως  $\omega = 0,18 \text{ sr}$ .

Επομένως  $\omega_b = 0,18 \text{ sr}$  και  $\omega_r = 0,18 \text{ sr}$ .

#### Προκαταρκτική εκτίμηση

Μετρήθηκε ο φωτοπικός ενεργός ακτινοβολισμός και είναι  $11 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ . Αυτό ισοδυναμεί με ένταση φωτισμού 8 lux.

Η φωτεινότητα της πηγής αυτής είναι επομένως  $8/0,18 = 44 \text{ cd m}^{-2}$ .

**Δεν απαιτείται περαιτέρω εκτίμηση.**

#### Ραδιομετρικά δεδομένα

Οι μετρούμενες τιμές του ενεργού ακτινοβολισμού είναι:

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

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

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),  $E_b = 10 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),  
 $E_r = 112 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

#### Απλοποιητικές υποθέσεις

Ενεργή ακτινοβολία (κυανό φως),

$L_b = 10 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,18 \text{ sr} = 56 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),

$L_r = 112 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,18 \text{ sr} = 0,6 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

### Σύγκριση με τα όρια έκθεσης

Όριο α		
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → Ο χρόνος ΜΡΕ είναι > 8 ώρες
Όριο β		
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 250 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → Ο χρόνος ΜΡΕ είναι > 8 ώρες
Όριο δ		
Το όριο έκθεσης είναι $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 56 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης
Όριο ζ		
Το όριο έκθεσης είναι $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_r = 0,6 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης

### Δ.1.18. Χωνευτός λαμπτήρας φθορισμού οροφής μικρών διαστάσεων



Ένα ζεύγος λαμπτήρων φθορισμού μικρών διαστάσεων 2 cm x 13 cm των 26 W είναι τοποθετημένο σε χωνευτό στην οροφή φωτιστικό με ανοιχτή πρόσοψη. Το φωτιστικό περιέχει πίσω

ανακλαστήρα και έχει διάμετρο 17 cm. Ο ανακλαστήρας είναι υψηλής ποιότητας και η πηγή φαίνεται σχεδόν ομοιόμορφη. Για σιγουριά, θα εκτιμηθεί σαν να μην ήταν ομοιόμορφη.

#### Επιλογή των ορίων έκθεσης

Αυτό το είδος λαμπτήρα δεν εκπέμπει μεγάλη ποσότητα υπέρυθρης ακτινοβολίας. Τυχόν κίνδυνος θα προκύψει από την έκθεση σε ορατά και υπεριώδη μήκη κύματος. Ισχύουν τα όρια α, β και δ.

#### Γεωμετρικοί παράγοντες

Τα δεδομένα του φασματικού ακτινοβολισμού μετρώνται σε απόσταση 100 cm από τον λαμπτήρα, κοιτάζοντας απευθείας προς αυτόν.

Κάθε λαμπτήρας έχει μέση διάσταση 7,5 cm.

Επομένως  $\alpha = 0,075$  rad.

Κάθε λαμπτήρας έχει εμβαδόν επιφάνειας 26 cm<sup>2</sup>.

Επομένως  $\omega = 0,0026$  sr.

Επομένως  $\omega_B = 0,01$  sr και  $\omega_R = 0,0026$  sr.

#### Προκαταρκτική εκτίμηση

Μετρήθηκε ο φωτοπικός ενεργός ακτινοβολισμός και είναι 1 558 mW·m<sup>-2</sup>. Η τιμή αυτή αφορά τους δύο λαμπτήρες: καθώς κάθε λαμπτήρας αποτελεί ξεχωριστή οπτική πηγή, καθένας συμβάλλει κατά 779 mW·m<sup>-2</sup> στο σύνολο. Η ένταση φωτισμού που προκύπτει είναι 532 lux ανά λαμπτήρα.

Η λαμπρότητα κάθε λαμπτήρα είναι επομένως 532/0,0026 = 204 615 cd m<sup>-2</sup>.

Απαιτείται περαιτέρω εκτίμηση του κινδύνου για τον αμφιβληστροειδή. Πρέπει επίσης να εκτιμηθεί και η ακτινοβολία UVR.

#### Ραδιομετρικά δεδομένα

Οι μετρούμενες τιμές του ενεργού ακτινοβολισμού είναι:

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

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

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),  
 $E_B = 321 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} = 161 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$  ανά λαμπτήρα

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),  
 $E_R = 5 580 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2} = 2 790 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$  ανά λαμπτήρα

#### Απλοποιητικές υποθέσεις

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),  
 $L_B = 161 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,01 \text{ sr} = 16 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),  
 $L_R = 2 790 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/0,0026 \text{ sr} = 1 073 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

#### Σύγκριση με τα όρια έκθεσης

Όριο α			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 40 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο β			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 55 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο δ			
Το όριο έκθεσης είναι $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_B = 16 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης
Όριο ζ			
Το όριο έκθεσης είναι $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 1 073 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης

### Δ.1.19. Ενδεικτική λυχνία LED

Οι πράσινες δίοδοι εκπομπής φωτός (LED) χρησιμοποιούνται ως ενδεικτικές λυχνίες σε ένα πληκτρολόγιο ηλεκτρονικού υπολογιστή. Κάθε LED αποτελεί ξεχωριστή πηγή, διαστάσεων 1 x 4 mm.



#### Επιλογή των ορίων έκθεσης

Τα LED εκπέμπουν μόνο σε μια στενή περιοχή μήκους κύματος: καθώς στην περίπτωση αυτή είναι πράσινα, δεν υπάρχουν υπεριώδεις ή υπέρυθρες εκπομπές. Ισχύει μόνο το όριο δ.

#### Γεωμετρικοί παράγοντες

Τα δεδομένα του φασματικού ακτινοβολισμού μετρώνται σε απόσταση 5 mm από το LED, κοιτάζοντας απευθείας προς αυτό.

Το φωτιστικό έχει μέση διάσταση 2,5 mm.

Επομένως  $\alpha = 0,5$  rad.

Το φωτιστικό έχει εμβαδόν επιφάνειας 4 mm<sup>2</sup>.

Επομένως  $\omega = 0,16$  sr.

Επομένως  $\omega_b = 0,16$  sr και  $\omega_r = 0,16$  sr.

#### Προκαταρκτική εκτίμηση

Μετρήθηκε ο φωτοπικός ενεργός ακτινοβολισμός και είναι 30 mW·m<sup>-2</sup>. Αυτό ισοδυναμεί με ένταση φωτισμού 20 lux.

Η φωτεινότητα της πηγής αυτής είναι επομένως 20/0,16 = 125 cd m<sup>-2</sup>.

**Δεν απαιτείται περαιτέρω εκτίμηση.**

#### Απαιτούμενα δεδομένα

Οι μετρούμενες τιμές του ενεργού ακτινοβολισμού είναι:

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

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

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),  $E_b = 190 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),

$E_r = 35 \text{mW}\cdot\text{m}^{-2}$

#### Απλοποιητικές υποθέσεις

Ενεργή ακτινοβολία (κυανό φως),

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

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),

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

### Σύγκριση με τα όρια έκθεσης

Όριο α			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{eff}} = 30 \text{J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο β			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 40 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο δ			
Το όριο έκθεσης είναι $100 \text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_b = 1,2 \text{mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης
Όριο ζ			
Το όριο έκθεσης είναι $280 \text{kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_r = 0,22 \text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης

### Δ.1.20. Προσωπικός ψηφιακός βοηθός (PDA)

Ένα PDA έχει οθόνη διαστάσεων 5 cm x 3,5 cm.



#### Επιλογή των ορίων έκθεσης

Οι οθόνες των PDA δεν εκπέμπουν μεγάλες ποσότητες υπεριώδους ή υπέρυθρης ακτινοβολίας. Τυχόν κίνδυνος θα προκύψει από την έκθεση σε ορατά μήκη κύματος. Ισχύει το όριο δ.

#### Γεωμετρικοί παράγοντες

Η οθόνη αναμειγνύει τα τρία βασικά χρώματα για την παραγωγή έγχρωμων εικόνων. Η χειρότερη περίπτωση είναι όταν υπάρχουν και τα τρία βασικά χρώματα, δηλ. μια λευκή εικόνα. Τα δεδομένα του φασματικού ακτινοβολισμού μετρώνται σε απόσταση 2 cm από μια οθόνη που είναι όσο το δυνατόν πιο λευκή, κοιτάζοντας απευθείας προς αυτήν.

#### Σύγκριση με τα όρια έκθεσης

Όριο α			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} < 10 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο β			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο δ			
Το όριο έκθεσης είναι $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_{\text{b}} = 6 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης
Όριο ζ			
Το όριο έκθεσης είναι $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_{\text{R}} = 75 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης

Η πηγή έχει μέση διάσταση 4,25 cm.

Επομένως  $\alpha = 2,1 \text{ rad}$ .

Η πηγή έχει εμβαδόν επιφάνειας  $17,5 \text{ cm}^2$ .

Επομένως  $\omega = 4,4 \text{ sr}$ .

Επομένως  $\omega_{\text{b}} = 4,4 \text{ sr}$  και  $\omega_{\text{R}} = 4,4 \text{ sr}$ .

#### Προκαταρκτική εκτίμηση

Μετρήθηκε ο φωτοπικός ενεργός ακτινοβολισμός και είναι  $47 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ . Αυτό ισοδυναμεί με ένταση φωτισμού  $32 \text{ lux}$ .

Η φωτεινότητα της πηγής αυτής είναι επομένως  $32/4,4 = 7,3 \text{ cd m}^{-2}$ .

Δεν απαιτείται περαιτέρω εκτίμηση.

#### Απαιτούμενα δεδομένα

Οι μετρούμενες τιμές του ενεργού ακτινοβολισμού είναι:

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

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

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),  $E_{\text{b}} = 27 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),

$E_{\text{R}} = 330 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

#### Απλοποιητικές υποθέσεις

Ενεργή ακτινοβόληση (κυανό φως),

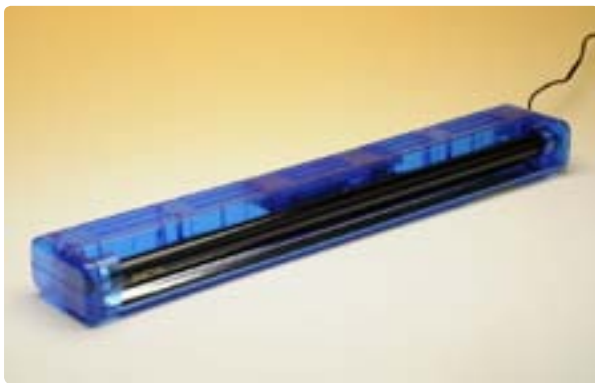
$L_{\text{b}} = 27 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}/4,4 \text{ sr} = 6 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

Ενεργή ακτινοβόληση (θερμική βλάβη),

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

### Δ.1.21. Λαμπτήρας blacklight UVA

Οι λαμπτήρες blacklight UVA είναι συνήθως λαμπτήρες φθορισμού ατμών υδραργύρου χαμηλής πίεσης, οι οποίοι εκπέμπουν στην περιοχή UVA με πολύ λίγες ορατές εκπομπές. Χρησιμοποιούνται για την πρόκληση φθορισμού για διάφορους λόγους (μη καταστρεπτικές δοκιμές, ψυχαγωγικά εφέ, εξιχνίαση εγκλημάτων, εντοπισμό πλαστογραφίας, σήμανση ιδιοκτησίας). Το παράδειγμα αυτό περιέχει έναν λαμπτήρα 20 W διαστάσεων 55 x 2,5 cm. Ο λαμπτήρας είναι τοποθετημένος σε ανοιχτή βάση (δηλ. χωρίς γυάλινο/πλαστικό κάλυμμα πάνω από τον λαμπτήρα).



#### Επιλογή των ορίων έκθεσης

Αυτή η πηγή είναι παρόμοια με έναν λαμπτήρα φθορισμού, με τη διαφορά ότι δεν εκπέμπει ορατή αλλά UVA ακτινοβολία. Ως εκ τούτου, δεν συντρέχει λόγος να εκτιμηθούν οι κίνδυνοι για τον αμφιβληστροειδή και ισχύουν τα όρια α και β. Επειδή δεν είναι πηγή λευκού φωτός, δεν ενδείκνυται η εκτίμηση της φωτεινότητας.

#### Σύγκριση με τα όρια έκθεσης

Όριο α		
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 30 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ → Ο χρόνος ΜΡΕ είναι > 8 ώρες
Όριο β		
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 176 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$ → Ο χρόνος ΜΡΕ είναι > 8 ώρες
Όριο δ		
Το όριο έκθεσης είναι $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_{\text{B}} = 55 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης
Όριο ζ		
Το όριο έκθεσης είναι $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_{\text{R}} = 255 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$ → Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης

#### Γεωμετρικοί παράγοντες

Τα δεδομένα του φασματικού ακτινοβολισμού μετρώνται σε απόσταση 50 cm από τον λαμπτήρα.

Ο λαμπτήρας έχει μέση διάσταση 29 cm.

Επομένως  $\alpha = 0,575 \text{ rad}$ .

Κάθε λαμπτήρας έχει εμφανές εμβαδόν επιφάνειας  $138 \text{ cm}^2$ .

Επομένως  $\omega = 0,055 \text{ sr}$ .

Επομένως  $\omega_{\text{B}} = 0,055 \text{ sr}$  και  $\omega_{\text{R}} = 0,055 \text{ sr}$ .

#### Ραδιομετρικά δεδομένα

Οι μετρούμενες τιμές του ενεργού ακτινοβολισμού είναι:

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

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

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),  $E_{\text{B}} = 3 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),  
 $E_{\text{R}} = 14 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

#### Απλοποιητικές υποθέσεις

Ενεργή ακτινοβολία (κυανό φως),

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

Ενεργή ακτινοβολία (θερμική βλάβη),

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

### Δ.1.22. Φωτιστικό δρόμου με λαμπτήρα αλογονιδίων μετάλλων



Ένα φωτιστικό δρόμου περιέχει λαμπτήρα αλογονιδίων μετάλλων 150 W τοποθετημένο σε περίβλημα που περιβάλλεται από επαγωγωμένες μεταλλικές περισίδες. Οι περισίδες έχουν στραμμένες προς τα κάτω και είναι τοποθετημένες σε απόσταση 2,5 cm η μία από την άλλη. Ο λαμπτήρας είναι περίπου 1 x 2 cm και είναι τοποθετημένος μέσα σε δεύτερο περίβλημα διαστάσεων 8 x 5 cm. Ολόκληρο το φωτιστικό είναι τοποθετημένο μέσα σε μια πλαστική κυλινδρική αδιάβροχη θήκη. Η πηγή δεν είναι ομοιογενής και η εσωτερική λυχνία του λαμπτήρα αποτελεί το πιο φωτεινό μέρος της. Ο λαμπτήρας φαίνεται κατευθείαν, κοιτάζοντας προς τα πάνω ανάμεσα στις περισίδες υπό κατάλληλη γωνία.

#### Επιλογή των ορίων έκθεσης

Τυχόν κίνδυνος θα προκύψει από την έκθεση σε ορατά και πιθανώς σε υπεριώδη μήκη κύματος. Οι λαμπτήρες αλογονιδίων μετάλλων παράγουν άφθονη υπεριώδη ακτινοβολία: το παράδειγμα αυτό έχει εξωτερικό περίβλημα που μπορεί να μειώνει τις εκπομπές και το φωτιστικό διαθέτει κάλυμμα το οποίο μειώνει τις εκπομπές, αλλά παρ' όλα αυτά μπορεί να εκπέμπει σε ανησυχητικό βαθμό ακτινοβολία UVA. Ισχύουν τα όρια β, δ και ζ.

#### Γεωμετρικοί παράγοντες

Καθώς το περίβλημα του λαμπτήρα προορίζεται για χρήση στην κορυφή ενός πυλώνα, η χειρότερη περίπτωση

έκθεσης (δηλ. εάν κοιτάξουμε κατευθείαν μέσα στις περισίδες) υφίσταται μόνο σε αποστάσεις της τάξης των 7 m. Ωστόσο, τα δεδομένα του φασματικού ακτινοβολισμού μετρώνται σε απόσταση 100 cm από τον λαμπτήρα, κοιτάζοντας προς τα πάνω μέσα στις περισίδες.

Το τόξο έχει μέση διάσταση 1,5 cm.

Επομένως  $\alpha = 0,015$  rad.

Η πηγή έχει εμβαδόν επιφάνειας 2 cm<sup>2</sup>.

Επομένως  $\omega = 0,0002$  sr.

Επομένως  $\omega_B = 0,01$  sr και  $\omega_R = 0,0002$  sr.

#### Προκαταρκτική εκτίμηση

Μετρήθηκε ο φωτοπικός ενεργός ακτινοβολισμός και είναι 327 mW·m<sup>-2</sup>. Αυτό ισοδυναμεί με ποσότητα φωτισμού 223 lux.

Η φωτεινότητα της πηγής αυτής είναι επομένως 223/0,0002 = 1 115 000 cd m<sup>-2</sup>.

Απαιτείται περαιτέρω εκτίμηση του κινδύνου για τον αμφιβληστροειδή και απομένει να εκτιμηθεί η πιθανότητα κινδύνου λόγω ακτινοβολίας UVR.

#### Ραδιομετρικά δεδομένα

Οι μετρούμενες τιμές του ενεργού ακτινοβολισμού είναι:

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

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

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),  $E_B = 86 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

Ενεργός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη),  
 $E_R = 1\,323 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$

#### Απλοποιητικές υποθέσεις

Ενεργός ακτινοβολισμός (κυανό φως),

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

Ενεργή ακτινοβολία (θερμική βλάβη),

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

#### Σύγκριση με τα όρια έκθεσης

Όριο α			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{eff}} = 7 \mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο β			
Το όριο έκθεσης είναι $H_{\text{UVA}} = 10^4 \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$	→	$E_{\text{UVA}} = 29 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}$	→ Ο χρόνος MPE είναι > 8 ώρες
Όριο δ			
Το όριο έκθεσης είναι $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_B = 8,6 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης
Όριο ζ			
Το όριο έκθεσης είναι $280 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→	$L_R = 6,7 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$	→ Δεν γίνεται υπέρβαση του ορίου έκθεσης



### Δ.1.23. Σύνοψη δεδομένων από τα παραδείγματα

Τα δεδομένα που παρουσιάζονται στα 18 παραδείγματα τα οποία αναφέρονται παραπάνω μπορούν να συγκριθούν με τα όρια έκθεσης διαιρώντας την ενεργή

ακτινοβολή ή την οκτάωρη έκθεση σε ακτινοβολία με το κατάλληλο όριο έκθεσης. Οι τιμές αυτές παρατίθενται ακολούθως: οι τιμές οι οποίες ήταν < 1% από τα όρια έκθεσης δεν εξετάζονται περαιτέρω. Οι τιμές οι οποίες ήταν > 1 αναγράφονται με κόκκινο χρώμα.

Πηγή	Απόσταση	Τιμή κινδύνου (λόγος εκπομπής προς όριο έκθεσης)				
		Φωτεινότητα	Ενεργή UVR (όριο α)	UVA (όριο β)	Κίνδυνος κυανού φωτός (όριο δ)	Θερμικός κίνδυνος για τον αμφιβληστροειδή (όριο ζ)
Λαμπτήρας φθορισμού (με σκεδαστήρα)	100 cm	0,15	<0,01	0,05	0,01	<0,01
Λαμπτήρας φθορισμού (χωρίς σκεδαστήρα)	100 cm	3,7	0,58	0,35	0,19	<0,01
Τέσσερις λαμπτήρες φθορισμού (χωρίς σκεδαστήρα)	100 cm	2,8	1,0	0,33	0,13	< 0,01
Οθόνη CRT	10 cm	< 0,01	0,12	0,02	< 0,01	< 0,1
Οθόνη φορητού υπολογιστή	10 cm	< 0,01	0,07	0,01	< 0,01	< 0,01
Προβολέας αλογονιδίων μετάλλων	100 cm	15 000	0,1	2,6	2,3	1,08
Προβολέας φθορισμού μικρών διαστάσεων	100 cm	6,4	0,01	< 0,01	0,15	< 0,01
Παγίδα εντόμων	100 cm	δ/υ	0,01	0,10	< 0,01	< 0,1
Σποτ βολφραμίου αλογόνων	100 cm	33,1	0,03	0,04	0,13	0,01
Φως εργασίας	50 cm	3,7	0,05	0,05	< 0,01	< 0,01
Φως εργασίας (φάσμα φωτός ημέρας)	50 cm	600	0,11	0,08	0,14	0,19
Φωτοτυπικό μηχάνημα	30 cm	0,96	0,01	0,06	0,06	< 0,01
Επιτραπέζιος προβολέας	200 cm	2 000	0,03	< 0,01	2,2	0,89
Φορητός προβολέας	200 cm	233	< 0,01	< 0,01	0,44	0,10
Διαδραστικός πίνακας	200 cm	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Λαμπτήρες φθορισμού μικρών διαστάσεων	100 cm	20	0,04	0,16	0,16	< 0,01
Ενδεικτικές λυχνίες 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
Λαμπτήρας blacklight UVA	50 cm	δ/υ	0,03	0,51	< 0,01	< 0,01
Φωτιστικό δρόμου	100 cm	112	< 0,01	0,08	0,09	0,02

Ο πίνακας δείχνει ότι, σε όλες τις περιπτώσεις όπου η φωτεινότητα της πηγής ήταν < 104 cd m<sup>-2</sup>, δεν γίνεται υπέρβαση κανενός ορίου έκθεσης του αμφιβληστροειδή (δ και ζ). Ακόμη και στις περιπτώσεις όπου η φωτεινότητα της

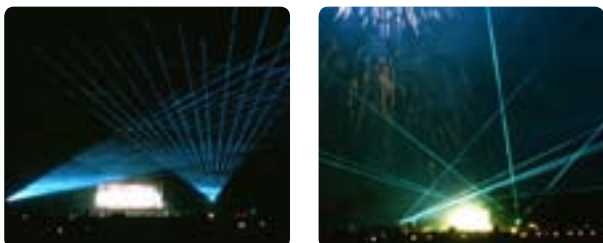
πηγής υπερέβη τα 104 cd m<sup>-2</sup>, οι περισσότερες από τις πηγές στη συνέχεια αποδείχθηκε ότι δεν παρουσιάζουν κίνδυνο για τον αμφιβληστροειδή.

Από τις πηγές αυτές που εξετάζονται εδώ, μόνο ο προβολέας αλογονιδίων μετάλλων και ο επιτραπέζιος προβολέας μπορεί να επιφέρουν υπέρβαση των ορίων έκθεσης. Στις περισσότερες περιπτώσεις, τα όρια αυτά αποσκοπούν στην προστασία του αμφιβληστροειδή: από μεταγενέστερους υπολογισμούς (βλ. τα επιμέρους παραδείγματα) προκύπτει ότι είναι απίθανο να υπάρξει υπέρβαση των ορίων έκθεσης λόγω των αντιδράσεων αποστροφής και των υπερβολικά συντηρητικών προϋποθέσεων της αρχικής εκτίμησης. Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν χρειάζεται οι πηγές αυτές να αντιμετωπίζονται με προσοχή, καθώς μπορεί να μην υπάρξουν αντιδράσεις αποστροφής. Εάν μια πηγή βρίσκεται στο περιφερικό οπτικό πεδίο, μπορεί να μην προκληθούν αντιδράσεις αποστροφής. Το γεγονός αυτό μπορεί να προκαλέσει υπέρβαση των ορίων έκθεσης.

Εξετάσαμε την περίπτωση δύο παρόμοιων φωτιστικών οροφής με ανοιχτή πρόσοψη και με λαμπτήρες φθορισμού. Αξίζει να σημειωθεί ότι, σε επίπεδα φωτισμού περίπου 1 100–1 200 lux, το ένα φωτιστικό πλησίασε το ενεργό όριο UVR και το άλλο όχι. Η διαφορά αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι οι λαμπτήρες φθορισμού προέρχονται από διαφορετικούς κατασκευαστές και δείχνει ότι οι λαμπτήρες που φαίνονται ίδιοι μπορεί να έχουν πολύ διαφορετικά επίπεδα ακούσιων εκπομπών.

Τα διαφορετικά επίπεδα εκπομπών από παρόμοιες πηγές φαίνονται και με τη σύγκριση των δύο υπό εξέταση προβολέων δεδομένων. Παρόλο που είναι λιγότερο ισχυρός, ο επιτραπέζιος προβολέας φαίνεται ότι είναι (βάσει των υποθέσεων όσον αφορά το εμβαδόν της πηγής) πιο επικίνδυνος από τον φορητό προβολέα.

## Δ.2. Θέαμα με λέιζερ



Τα λέιζερ χρησιμοποιούνται στον χώρο της ψυχαγωγίας ως μέρος ζωντανών και ηχογραφημένων μουσικών παραστάσεων από το 1970. Ο κυριότερος λόγος ανησυχίας ήταν η έκθεση του κοινού στην ακτινοβολία των λέιζερ πάνω από τις οριακές τιμές έκθεσης. Η οδηγία ωστόσο προβλέπει την εξέταση της έκθεσης μόνο των

εργαζομένων. Το παράδειγμα εξετάζει την περίπτωση εγκατάστασης και απόδοσης ενός θεάματος με λέιζερ σε μια προσωρινή εκδήλωση. Οι αρχές θα πρέπει ωστόσο να εφαρμόζονται σε κάθε θέαμα με λέιζερ.

### Δ.2.1. Κίνδυνοι και ομάδες κινδύνου

Ο μόνος κίνδυνος που θα πρέπει να εξεταστεί είναι η δέση λέιζερ. Άλλοι κίνδυνοι μπορεί να παρουσιάσουν μεγαλύτερη πιθανότητα τραυματισμού ή ακόμα και θάνατο.

Πολλά θεάματα με λέιζερ χρησιμοποιούν λέιζερ κατηγορίας 4. Εξ ορισμού, η ισχύς της ακτινοβολίας ξεπερνά τα 500 mW. Στην περίπτωση μιας και μόνο τυχαίας έκθεσης των ματιών στη δέση λέιζερ, η οριακή τιμή έκθεσης (OTE) καθορίζεται από τον πίνακα 2.2 του παραρτήματος II της οδηγίας.

Η OTE είναι  $18 t^{0,75} J \cdot m^{-2}$  για τα μήκη κύματος μεταξύ 400 και 700 nm. Εάν  $t = 0,25$  s, η OTE είναι  $6,36 J \cdot m^{-2}$ . Καθώς η δέση λέιζερ μπορεί να εκπέμπεται ως συνεχής δέση, θα πρέπει να μετατρέψουμε την έκθεση στην ακτινοβολία σε ακτινοβολισμό διαιρώντας με τη διάρκεια έκθεσης (0,25 s). Έτσι, θα προκύψει μια OTE όσον αφορά τον ακτινοβολισμό, η οποία θα είναι  $25,4 W \cdot m^{-2}$ .

Το άνοιγμα περιορισμού της έκθεσης των ματιών στις ορατές δέσμες λέιζερ είναι 7 mm. Άρα, μπορούμε να προσδιορίσουμε τη μέγιστη ισχύ που επιτρέπεται σε αυτό το άνοιγμα 7 mm για να εξασφαλίσουμε ότι δεν θα γίνει υπέρβαση της OTE. Αυτό το υπολογίζουμε πολλαπλασιάζοντας την OTE με το εμβαδόν του ανοίγματος 7 mm. Θεωρούμε ότι το άνοιγμα είναι κυκλικό, οπότε το εμβαδόν είναι  $3,85 \times 10^{-5} m^2$ . Αν πολλαπλασιάσουμε  $25,4 W \cdot m^{-2}$  επί  $3,85 \times 10^{-5} m^2$  το αποτέλεσμα θα είναι 0,001 W ή 1 mW.



Ο παράγοντας υπέρβασης της OTE θα είναι τουλάχιστον 500, δηλ. η τιμή των mW πάνω από 1 mW, εάν η δέση λέιζερ έχει διάμετρο 7 mm το ανώτερο.

Η εκτίμηση αυτή δείχνει ότι η δέση δεν πρέπει να είναι στραμμένη στα μάτια των εργαζομένων, εκτός εάν η δέση παρεκκλίνει αρκετά ώστε να μειωθεί ο ακτινοβολισμός σε τιμή μικρότερη από  $25,4 W \cdot m^{-2}$ .

Ακολουθεί μια προτεινόμενη λίστα εργαζομένων που ενδέχεται να διατρέχουν κίνδυνο κατά τη διάρκεια ορισμένων τμημάτων του κύκλου ζωής της εγκατάστασης

λείζερ. Δίνεται προσοχή μόνο στα στάδια του κύκλου ζωής όπου εκπέμπεται η δέσμη λείζερ.

Ευθυγράμμιση δέσμης
Τεχνικός εγκατάστασης του λείζερ
Χειριστής του λείζερ
Άλλοι τεχνικοί εγκατάστασης
Προσωπικό ασφαλείας
Προσωπικό της εκδήλωσης
Θέαμα με λείζερ
Χειριστής του λείζερ
Φωτιστές και ηχολήπτες
Καλλιτέχνες
Προσωπικό ασφαλείας
Προσωπικό της εκδήλωσης
Προμηθευτές

Τα θεάματα με λείζερ σπάνια χρησιμοποιούν στατικές δέσμες λείζερ. Με τη μετακίνηση της δέσμης του λείζερ δημιουργούνται σχέδια σάρωσης, συνήθως με τη βοήθεια γαλβανομετρικών κατόπτρων που ελέγχονται από ηλεκτρονικό υπολογιστή. Ωστόσο, σε μοτίβα σάρωσης γίνεται επανειλημμένη σάρωση του ίδιου χώρου, οπότε το μάτι ενός ατόμου μπορεί να δεχθεί μια ριπή από παλμούς λείζερ καθώς το μοτίβο διασχίζει το πρόσωπό του.

Αν χρησιμοποιείται παλμικό λείζερ, τότε για την εκτίμηση θα πρέπει να εξεταστεί κατά πόσο μπορεί να γίνει υπέρβαση της ΟΤΕ σε περίπτωση έκθεσης σε έναν και μόνο παλμό ακτινοβολίας λείζερ σε προσβάσιμες περιοχές, αλλά και σε μία ριπή από παλμούς.

### Δ.2.2. Αξιολόγηση και ιεράρχηση των κινδύνων

Η εκτίμηση της πιθανής έκθεσης σε σχέση με την ΟΤΕ αποδεικνύει ότι είναι πιθανό να γίνει υπέρβαση της ΟΤΕ.

Για ένα λείζερ 500 mW, μπορεί επίσης να προσδιοριστεί ο χρόνος που απαιτείται για να είναι αποτελεσματικό οποιοδήποτε μέτρο ελέγχου. Το πρότυπο IEC TR 60825-3 επισημαίνει ότι θα πρέπει να δίνεται προσοχή στον χρόνο από τη στιγμή που θα συμβεί ένα σφάλμα έως την εφαρμογή ενός μέτρου ελέγχου.

Εάν υποθέσουμε ότι η δέσμη περιέχει 500 mW, ο ακτινοβολισμός θα είναι  $0,5 \text{ W}/3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$  ή περίπου  $13 \text{ 000 W}\cdot\text{m}^{-2}$ . Καθώς οι ΟΤΕ εκφράζονται ως έκθεση σε ακτινοβολία ( $\text{J m}^{-2}$ ), εάν η διάρκεια έκθεσης είναι μικρότερη από 10 s, ο ακτινοβολισμός μπορεί να μετατραπεί σε έκθεση σε ακτινοβολία πολλαπλασιάζοντας με τη διάρκεια έκθεσης:  $13 \text{ 000} \times t \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Η τιμή του t καθορίζεται υπολογίζοντας για καθεμά από τις ΟΤΕ ως συνάρτηση χρόνου έως το t να είναι εντός των ορίων ισχύος της ΟΤΕ. Αυτό καθορίζεται υπολογίζοντας  $3,8 \times 10^{-7} \text{ s}$  χρησιμοποιώντας την ΟΤΕ  $5 \times 10^{-3} \text{ J}\cdot\text{m}^{-2}$  σε χρόνο  $10^{-9}$  έως  $1,8 \times 10^{-5} \text{ s}$ .



Για ένα λείζερ CW 500 mW, οποιοδήποτε μέτρο ελέγχου που εξασφαλίζει τη μη υπέρβαση της ΟΤΕ για το μάτι πρέπει να επιδρά μέσα σε 0,38 μs.

Το συμπέρασμα αυτό δείχνει ότι συνιστά υψηλή προτεραιότητα η αποφυγή έκθεσης στη δέσμη του λείζερ.

### Δ.2.3. Καθορισμός προληπτικών μέτρων και ανάληψη δράσης

Καθώς η δέσμη λείζερ παρουσιάζει σοβαρό κίνδυνο τραυματισμού, είναι σημαντικό να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος έκθεσης των ματιών. Ωστόσο, η δέσμη του λείζερ πρέπει να είναι ορατή είτε στον αέρα είτε ως αντανάκλαση από μια οθόνη ώστε να δημιουργήσει τα επιδιωκόμενα ψυχαγωγικά εφέ. Συνεπώς, πρέπει να ελεγχθεί ο κίνδυνος, φροντίζοντας οι εργαζόμενοι να μην περνούν μέσα από τη δέσμη. Ακολουθούν ορισμένοι τρόποι διαχείρισης του κινδύνου.

Οι χειριστές των λέιζερ και το προσωπικό υποστήριξης πρέπει να είναι επαρκώς εκπαιδευμένοι.
Κατά τη διάρκεια της ευθυγράμμισης, πρέπει να είναι παρόντα όσο το δυνατόν λιγότερα άτομα.
Όλες οι δέσμες πρέπει να είναι στραμμένες σε ελεύθερους χώρους.
Τα λέιζερ και ο βοηθητικός εξοπλισμός τους, συμπεριλαμβανομένων των κατόπτρων αναπήδησης (bounce mirrors), πρέπει να είναι κατάλληλα τοποθετημένα και στερεωμένα, ώστε να αποτραπεί οποιαδήποτε μη ενδεδειγμένη κίνηση κατά τη διάρκεια της παράστασης.
Η πορεία της δέσμης πρέπει να διακόπτεται με φυσική συσκότιση, ώστε να μην έρχεται σε επαφή με χρησιμοποιούμενους χώρους. Η συσκότιση μέσω λογισμικού πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο αν είναι πιστοποιημένη σύμφωνα με τα σχετικά πρότυπα ασφαλείας.
Οι χειριστές πρέπει να είναι σε θέση να παρακολουθούν όλες τις δέσμες και να είναι σε θέση να σταματήσουν την εκπομπή, εάν χρειαστεί.
Όταν χρησιμοποιούνται σε εξωτερικούς χώρους, θα πρέπει να δίνεται προσοχή στην ασφάλεια της εναέριας κυκλοφορίας. Μπορεί να τυγχάνουν εφαρμογής οι εθνικές απαιτήσεις.

#### Δ.2.4. Παρακολούθηση και αναθεώρηση

Το προσωπικό πρέπει να παρακολουθεί συνεχώς την πορεία του λέιζερ κατά τη διάρκεια της ευθυγράμμισης και λειτουργίας και να είναι έτοιμο να προβεί σε έγκαιρες διορθωτικές ενέργειες, εάν χρειαστεί. Εάν το λέιζερ είναι μόνιμα εγκατεστημένο, θα πρέπει να αναθεωρείται η εκτίμηση ανά διαστήματα και πιθανόν να πρέπει να καταρτιστούν λίστες ελέγχου προ του θεάματος.

#### Δ.2.5. Συμπέρασμα

Ο σχεδιασμός του θεάματος κατά τρόπο που να εξασφαλίζει ότι κανένας εργαζόμενος δεν εκτίθεται στη δέσμη λέιζερ δεν σημαίνει ότι απαιτούνται λεπτομερείς, και συνήθως πολύπλοκες και χρονοβόρες, εκτιμήσεις όσον αφορά τις ΟΤΕ. Ο συνδυασμός κατάρτισης των χειριστών και απλών μέτρων ελέγχου θα πρέπει να διασφαλίζει ότι δεν γίνεται υπέρβαση των ΟΤΕ για τους εργαζόμενους.

### Δ.3. Ιατρικές εφαρμογές της οπτικής ακτινοβολίας

Η τεχνητή οπτική ακτινοβολία χρησιμοποιείται για διάφορους ιατρικούς σκοπούς. Ορισμένες πηγές όπως αυτές που χρησιμοποιούνται στον φωτισμό χώρων, τον εξοπλισμό οπτικής απεικόνισης (βλ. φωτογραφία), τις ενδεικτικές λυχνίες, τη φωτογραφία, τις εργαστηριακές αναλύσεις και τα φώτα των οχημάτων συνήθως συναντώνται σε άλλα περιβάλλοντα και εξετάζονται σε άλλο σημείο του παρόντος οδηγού. Όσον αφορά τις εν λόγω πηγές, εφόσον δεν έχουν τροποποιηθεί και δεν χρησιμοποιούνται με πολύ διαφορετικό τρόπο, δεν υπάρχει κανένας λόγος η έκθεση να διαφέρει σημαντικά σε σχέση με την έκθεση σε άλλα πιο γενικά περιβάλλοντα.



Χρήση οθονών στην ακτινογραφία

Υπάρχουν, ωστόσο, πολλές εξειδικευμένες πηγές που έχουν αναπτυχθεί ειδικά για ιατρικές εφαρμογές. Αυτές περιλαμβάνουν τις εξής:

Φωτισμός εργασίας	Θεραπευτικές πηγές
Φώτα χειρουργείου	Υπεριώδεις πηγές φωτοθεραπείας
Φώτα αίθουσας τοκετών	Πηγές φωτοθεραπείας κυανού φωτός
Προβολείς	Φωτοδυναμικές θεραπευτικές πηγές
Θάλαμοι ακτίνων Χ	Λέιζερ φυσιοθεραπείας
Φώτα διάγνωσης	Χειρουργικά λέιζερ
Εμβρυϊκά διαφανοσκόπια	Οφθαλμολογικά λέιζερ
Σχισμοειδείς λυχνίες και λοιπά οφθαλμιατρικά όργανα	Πηγές έντονου παλμικού φωτός
Διαγνωστικές συσκευές με λέιζερ, όπως συσκευές σάρωσης αμφιβληστροειδούς	Εξειδικευμένες πηγές δοκιμών
Λυχνία Wood	Ηλιακοί προσομοιωτές

### Δ.3.1. Φωτισμός εργασίας

Τα ισχυρότερα φώτα που εμπίπτουν στην κατηγορία του φωτισμού εργασίας συνήθως είναι τα φώτα χειρουργείου. Ο πίνακας Δ.3.1 παρέχει παραδείγματα εκτιμήσεων για διάφορα φώτα χειρουργείου και μπορεί να διαπιστωθεί ότι μία από τις αξιολογούμενες μονάδες μπορεί να παρουσιάσει κίνδυνο κυανού φωτός σε περίπτωση άμεσης παρατήρησης της πηγής.



Παραδείγματα φώτων χειρουργείου

#### Πίνακας Δ.3.1 —Εκτίμηση του φωτισμού των χειρουργείων σε περίπτωση άμεσης παρακολούθησης της πηγής (\*)

Πηγή	Κίνδυνος ακτινικής ακτινοβολίας UV	Κίνδυνος ακτινοβολίας UVA	Κίνδυνος κυανού φωτός	Άλλοι κίνδυνοι οπτικής ακτινοβολίας
Hanalux 3210	Κανένας	Κανένας	Μπορεί να υπάρξει υπέρβαση σε ~30 λεπτά σε περίπτωση άμεσης παρακολούθησης	Κανένας
Hanalux Oslo	Κανένας	Κάτω από το όριο έκθεσης σε περίπτωση οκτάωρης έκθεσης	Μπορεί να υπάρξει υπέρβαση σε ~30 λεπτά σε περίπτωση άμεσης παρακολούθησης	Κανένας
Hanalux 3004	Κανένας	Κανένας	< 20% της ΟΤΕ	Κανένας
Martin ML702HX	Κανένας	Κανένας	< 20% της ΟΤΕ	Κανένας
Martin ML502HX	Κανένας	Κανένας	< 20% της ΟΤΕ	Κανένας
Martin ML 1001	Κανένας	Κανένας	< 20% της ΟΤΕ	Κανένας

(\*) Τα δεδομένα αξιολόγησης είναι ευγενική παραχώρηση του Τμήματος Ιατρικής Φυσικής του Νοσοκομείου Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, Λονδίνο.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα φώτα χρησιμοποιούνται για να παρέχουν φωτισμό από πάνω, οπότε είναι μάλλον απίθανο να κοιτάξει κάποιος απευθείας μέσα στην πηγή από κοντινή απόσταση. Επιπλέον, τα φώτα είναι έντονα και δεν είναι ευχάριστο για κάποιον να τα κοιτάζει για μεγάλο χρονικό διάστημα. Συνεπώς, στην πράξη, η έκθεση είναι πολύ μικρότερη από εκείνη που εκτιμάται στον πίνακα Δ.3.1 και είναι απίθανο να είναι επικίνδυνη.

Άλλα είδη φωτισμού εργασίας ειδικά για τον ιατρικό τομέα είναι οι προβολείς που χρησιμοποιούνται για την παροχή τοπικού φωτισμού κατά τη διάρκεια εξετάσεων και τα φώτα της αίθουσας τοκετών. Και τα δύο είδη φωτισμού δημιουργούν ανάλογες ανησυχίες με αυτές των φώτων χειρουργείου ως προς τα πιθανά σενάρια έκθεσης. Και τα δύο αποτελούν κατευθυντικές πηγές που χρησιμοποιούνται για την παροχή τοπικού φωτισμού και είναι μάλλον απίθανο να κοιτάξει κάποιος επίμονα μέσα στην πηγή για μεγάλο χρονικό διάστημα. Σε γενικές γραμμές, τόσο οι προβολείς όσο και τα φώτα της αίθουσας τοκετών είναι πιθανό να έχουν μικρότερη ισχύ εξόδου σε σχέση με τα φώτα χειρουργείου και για τον λόγο αυτό δεν θεωρείται γενικά ότι συνιστούν κίνδυνο.



Παραδείγματα φώτων αίθουσας τοκετών

Οι φωτιζόμενοι μεγεθυντικοί φακοί χρησιμοποιούνται ευρέως στην ιατρική πρακτική και ουσιαστικά παρέχουν μια πηγή τοπικού φωτισμού σε συνδυασμό με έναν μεγάλο μεγεθυντικό φακό, όπως απεικονίζεται στην ακόλουθη εικόνα.



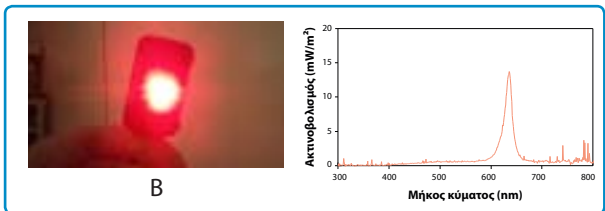
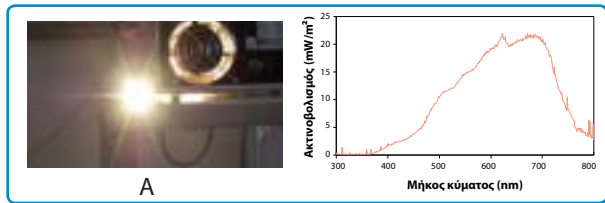
Παράδειγμα φωτιζόμενου μεγεθυντικού φακού, στην προκειμένη περίπτωση απεικονίζεται ο φωτιζόμενος φακός Luxo Wave Plus.

Σύμφωνα με μια εκτίμηση του Τμήματος Φυσικής Ιατρικής του Νοσοκομείου Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, ο φωτιζόμενος μεγεθυντικός φακός Luxo Wave Plus εξέπεμπε στις υπεριώδεις και ορατές περιοχές του φάσματος. Ωστόσο, η συνεχής έκθεση σε κοντινή απόσταση δεν υπερβαίνει την ΟΤΕ στην περίπτωση της ακτινικής ακτινοβολίας UV. Παρά το γεγονός ότι υπήρχε σημαντική εκπομπή κυανού φωτός, δεν υπερέβη το 1 % της αντίστοιχης ΟΤΕ. Δεν υπάρχουν σοβαροί κίνδυνοι ακτινοβολίας UVA ή θερμικοί κίνδυνοι. Πιθανόν άλλες παρόμοιες συσκευές να παρουσιάζουν αντίστοιχα χαμηλό κίνδυνο.

Τα διαφανοσκόπια παρέχουν διάχυτο φωτισμό σχετικά χαμηλής έντασης. Σύμφωνα με εκτιμήσεις του Τμήματος Φυσικής Ιατρικής του Νοσοκομείου Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, η άμεση παρακολούθηση της πηγής από κοντινή απόσταση, η οποία συνιστά πιθανότατα τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιείται αυτό το είδος πηγής, θα επέφερε έκθεση σε κυανό φως που αντιπροσωπεύει λιγότερο από το 5 % της οριακής τιμής έκθεσης. Δεν προέκυψαν σοβαροί κίνδυνοι ακτινικής ακτινοβολίας UV, UVA ή θερμικοί κίνδυνοι.

### Δ.3.2. Φωτισμός διάγνωσης

Τα εμβρυϊκά διαφανοσκόπια χρησιμοποιούνται ευρέως στις ιατρικές μονάδες εμβρύων και μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την απεικόνιση των εσωτερικών δομών ως βοήθημα για τη διάγνωση ή για τον εντοπισμό των αιμοφόρων αγγείων. Επομένως, οι πηγές αυτές συνήθως χρησιμοποιούνται για τον φωτισμό μικρών όγκων, αλλά πρέπει να είναι αρκετά ισχυρές, ώστε να περάσουν μέσα από τους ιστούς και να είναι ορατές από την πλευρά εξόδου.



Εικόνες εμβρυϊκών διαφανοσκοπίων σε συνδυασμό με τα μετρούμενα φάσματα εξόδου. (A) Neonate 100, (B) Wee Sight™

Το φάσμα εξόδου του διαφανοσκοπίου Neonate 100 εμφανίζει ευρεία εκπομπή σε ολόκληρο το ορατό φάσμα και κάποια εκπομπή στις περιοχές UVA και IRA. Η αξιολόγηση δείχνει ότι, ακόμη και σε περίπτωση έκθεσης από κοντινή απόσταση, η εκπομπή υπεριώδους ακτινοβολίας δεν προκαλεί κίνδυνο (πίνακας Δ.3.2). Υπάρχει όμως σημαντική εκπομπή κυανού φωτός, το οποίο συνιστά κίνδυνο σε περίπτωση έκθεσης άνω των 10 λεπτών. Όπως φαίνεται στην παραπάνω φωτογραφία, η πηγή είναι εξαιρετικά έντονη και η φυσιολογική αντίδραση αποστροφής αναμένεται ότι θα περιορίσει την ατομική έκθεση σε 0,25 δευτερόλεπτα. Ο χρόνος αυτός είναι σωρευτικός για μία εργάσιμη ημέρα, αλλά η συνολική χρήση της συσκευής είναι σχετικά μικρή και άρα, στην πλέον απαισιόδοξη περίπτωση, η σωρευτική έκθεση αναμένεται να είναι μικρότερη από το 5 % της ΟΤΕ. Λόγω των ισχυρών εκπομπών σε ολόκληρη την ορατή και στη σχεδόν υπέρυθρη περιοχή, είναι επίσης απαραίτητο να αξιολογηθεί ο θερμικός κίνδυνος για τον αμφιβληστροειδή. Ο κίνδυνος αυτός περιορίζεται από την αντίδραση αποστροφής και δεν υπερβαίνει το 2 % της ΟΤΕ, ακόμα και με παρατεταμένη παρατήρηση της πηγής, κάτι το οποίο είναι εξαιρετικά δυσάρεστο. Η συσκευή Wee Sight™ έχει σχετικά περιορισμένο φάσμα εκπομπής, χαρακτηριστικό των πηγών LED, και, όπως αναμένεται, δεν παρουσιάζει κανέναν οπτικό κίνδυνο.

Πίνακας Δ.3.2 — Αξιολόγηση των εμβρυϊκών διαφανοσκοπίων (\*)

Πηγή	Κίνδυνος ακτινικής ακτινοβολίας UV	Κίνδυνος ακτινοβολίας UVA	Κίνδυνος κυανού φωτός	Θερμικοί κίνδυνοι
Neonate 100	Κανένας	Κανένας	< 5 % της ΟΤΕ	~ 2 % της ΟΤΕ
Wee Sight™	Κανένας	Κανένας	Κανένας	Κανένας

(\*) Οι μετρήσεις είναι ευγενική παραχώρηση του Τμήματος Προστασίας από την Ακτινοβολία του Νοσοκομείου Royal Berkshire NHS Foundation Trust, Reading.

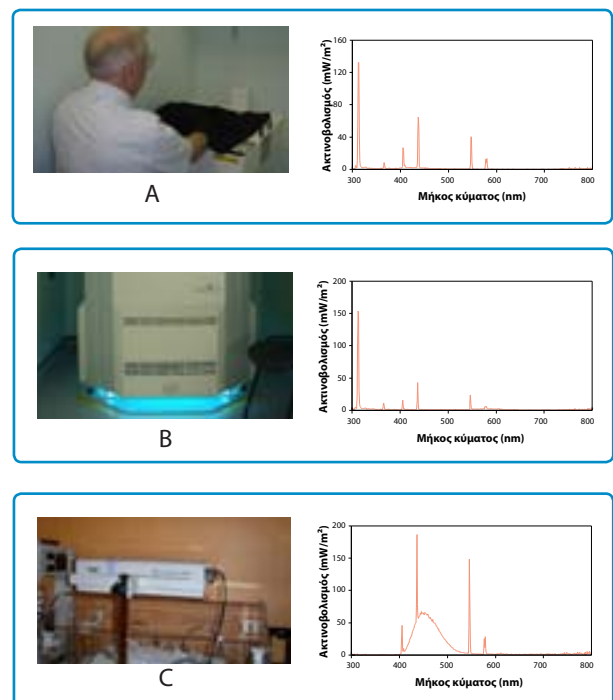
Οι σχισμοειδείς λυχνίες και άλλα οφθαλμικά όργανα περιέχουν σχισμοειδείς λυχνίες, αλλά προορίζονται για χρήση σε οφθαλμολογικές εξετάσεις και ως εκ τούτου θα πρέπει να παρουσιάζουν τον ελάχιστο δυνατό κίνδυνο. Επιπλέον, είναι σε μεγάλο βαθμό κατευθυντικές και, ως εκ τούτου, είναι απίθανο να προκαλέσουν υψηλές τιμές ανεπιθύμητης επαγγελματικής έκθεσης. Ομοίως, τα σύγχρονα οφθαλμικά διαγνωστικά όργανα, όπως συσκευές σάρωσης αμφιβληστροειδούς, μπορεί να περιέχουν και πηγές λέιζερ, αλλά έχουν αξιολογηθεί για περιπτώσεις σκόπιμης έκθεσης και είναι γενικά συσκευές κατηγορίας 1. Συνεπώς, ο κίνδυνος επικίνδυνης έκθεσης του προσωπικού πρέπει να είναι ελάχιστος.

Οι λυχνίες Wood μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διαγνωστικούς σκοπούς και είναι ουσιαστικά λαμπτήρες υδραργύρου που περιέχουν γυάλινο φίλτρο Wood που απομακρύνει τόσο την ακτινοβολία UV μικρού κύματος όσο και την ορατή ακτινοβολία. Ως εκ τούτου, μπορεί να παρουσιάσουν κίνδυνο που συνδέεται με την ακτινοβολία UVA και, ανάλογα με την αποτελεσματικότητα του φιλτραρίσματος, μπορεί να παρουσιάζουν και κίνδυνο που συνδέεται με την ακτινική ακτινοβολία UV. Σύμφωνα με μια εκτίμηση του Τμήματος Φυσικής Ιατρικής του Νοσοκομείου Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, η άμεση έκθεση στην ισχύ εξόδου μιας λυχνίας Wood για περισσότερο από 50 λεπτά προκαλεί υπέρβαση της ΟΤΕ για την ακτινοβολία UVA. Η ίδια εκτίμηση έδειξε ότι θα έπρεπε να περάσουν πάνω από 7,5 ώρες για να σημειωθεί υπέρβαση της ΟΤΕ για την ακτινική ακτινοβολία UV, ενώ άλλοι κίνδυνοι που συνδέονται με την οπτική ακτινοβολία ήταν αμελητέοι. Οι λυχνίες Wood χρησιμοποιούνται για εξετάσεις και ο συνδυασμός κατάρτισης των χειριστών και χρήσης προστατευτικών γυαλιών μπορεί να περιορίσει τόσο την άμεση έκθεση στην πηγή όσο και την έκθεση στη διάχυτη ακτινοβολία UVA. Καθώς μπορεί να συμβεί υπέρβαση της ΟΤΕ για την ακτινική υπεριώδη ακτινοβολία μόνο μετά από άμεση

παρτεταμένη έκθεση, είναι απίθανο να προκληθεί σημαντικός κίνδυνος από διάχυτες ακτίνες υπεριώδους ακτινοβολίας.

### Δ.3.3. Θεραπευτικές πηγές

Υπάρχουν διάφορες πηγές που χρησιμοποιούνται για φωτοθεραπεία. Πιο συγκεκριμένα, οι πηγές φωτοθεραπείας με υπεριώδη ακτινοβολία χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία δερματολογικών παθήσεων, ενώ οι πηγές φωτοθεραπείας με μπλε φως χρησιμοποιούνται ευρέως για τη θεραπεία της υπερχοληρυθριναιμίας στα βρέφη, έως και 60 % των οποίων μπορεί να πάσχει από την πάθηση αυτή.



Εικόνες συσκευών φωτοθεραμείας σε συνδυασμό με τα μετρούμενα φάσματα εξόδου. (Α) Waldmann UV 7001 UVB, (Β) Waldmann UV 181 BL, (Γ) Dräger PhotoTherapy 4000

Τα φάσματα που παρουσιάζονται παραπάνω δείχνουν ότι οι υπεριώδεις πηγές φωτοθεραπείας (παραδείγματα Α και Β) εκπέμπουν κυρίως στην υπεριώδη περιοχή των φασμάτων και μπορεί επίσης να εκπέμπουν στην ορατή περιοχή, και ιδίως προς το κυανό άκρο. Όπως είναι αναμενόμενο, από την εκτίμηση του κινδύνου (πίνακας Δ.3.3) προκύπτει ότι οι κύριοι κίνδυνοι από τις μονάδες αυτές

συνδέονται είτε με την ακτινική υπεριώδη ακτινοβολία είτε με την ακτινοβολία UVA. Το παράδειγμα Γ δείχνει το φάσμα από μια πηγή φωτοθεραπείας με μπλε φως και, όπως είναι αναμενόμενο, η πηγή αυτή εκπέμπει έντονα στην μπλε περιοχή του ορατού φάσματος, αλλά έχει ελάχιστη ή και καμία εκπομπή στην υπεριώδη ή σχεδόν υπέρυθρη περιοχή.

**Πίνακας Δ.3.3 — Εκτίμηση των πηγών φωτοθεραπείας**

Πηγή	Κίνδυνος ακτινικής ακτινοβολίας UV	Κίνδυνος ακτινοβολίας UVA	Κίνδυνος κυανού φωτός	Άλλοι κίνδυνοι οπτικής ακτινοβολίας
Waldmann UV 7001 UVB (*)	Μπορεί να γίνει υπέρβαση σε ~ 5 ώρες	Κάτω από το όριο έκθεσης	Κάτω από το όριο έκθεσης	Κανένας
Waldmann TL01 UV5000 (†)	Μπορεί να γίνει υπέρβαση σε ~ 7,5 ώρες	Κάτω από το όριο έκθεσης	Κανένας	Κανένας
Waldmann UV6 UV5001BL (†)	Μπορεί να γίνει υπέρβαση σε ~ 4 ώρες	Κάτω από το όριο έκθεσης	Κανένας	Κανένας
Waldmann UV 181 BL (*)	Κάτω από το όριο έκθεσης	Κάτω από το όριο έκθεσης	Κάτω από το όριο έκθεσης	Κανένας
Waldmann UV 7001 UVA (†)	Κανένας	Μπορεί να γίνει υπέρβαση σε ~ 5 ώρες	Κάτω από το όριο έκθεσης	Κανένας
Sellamed UVA1 24000 (†)	Κανένας	Μπορεί να γίνει υπέρβαση σε ~ 45 λεπτά	Κάτω από το όριο έκθεσης	Κανένας
Draeger 4000 (*) (†)	Κανένας	Κάτω από το όριο έκθεσης	Κάτω από το όριο έκθεσης	Κανένας

(\*) Οι μετρήσεις είναι ευγενική παραχώρηση του Τμήματος Προστασίας από την Ακτινοβολία του Νοσοκομείου Royal Berkshire NHS Foundation Trust, Reading.  
(†) Τα δεδομένα αξιολόγησης είναι ευγενική παραχώρηση του Τμήματος Ιατρικής Φυσικής του Νοσοκομείου Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, Λονδίνο.

Οι πιο διαδεδομένες καμπίνες φωτοθεραπείας με υπεριώδη ακτινοβολία δεν επιτρέπουν την άμεση πρόσβαση στις εκπομπές όσο διάστημα ο εξοπλισμός βρίσκεται σε λειτουργία. Μπορεί όμως να υπάρξει διαρροή (βλ. ανωτέρω παράδειγμα Α), η οποία συνιστά λόγο ανησυχίας για το προσωπικό. Πιο συγκεκριμένα, η ανάγκη αερισμού και ελαχιστοποίησης του κλειστοφοβικού χαρακτήρα του θαλάμου για τον ασθενή προϋποθέτει ότι το πάνω μέρος της καμπίνας παραμένει συχνά ανοικτό. Αυτό μπορεί να προκαλέσει διάχυση σημαντικής ποσότητας υπεριώδους ακτινοβολίας από την οροφή. Σε γενικές γραμμές, ο κίνδυνος είναι σχετικά μικρός, καθώς το προσωπικό είναι απίθανο να στέκεται κοντά στην καμπίνα για όσο χρονικό διάστημα λειτουργεί το μηχάνημα. Παρ' όλα αυτά, υπάρχει κίνδυνος μακροπρόθεσμων επιπτώσεων λόγω σωρευτικής έκθεσης στην υπεριώδη ακτινοβολία, και αυτό μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με τη χρήση απλών μηχανικών

μέσων ελέγχου, όπως: ειδικές αίθουσες θεραπείας, κουρτίνες γύρω από την καμπίνα και τηλεχειριστήριο για τους σταθμούς παρακολούθησης. Στο ανωτέρω παράδειγμα Α, η χρήση κουρτίνας γύρω από την καμπίνα αύξησε τον χρόνο που χρειάζεται για την επίτευξη της ΟΤΕ στην ακτινική υπεριώδη ακτινοβολία από 5 ώρες σε περίπου 13 ώρες. Ορισμένα άλλα μηχανήματα φωτοθεραπείας, όπως η μονάδα έκθεσης των χεριών και των ποδιών που απεικονίζεται στο παράδειγμα Β, απαιτεί υψηλό βαθμό διαδικαστικού ελέγχου για την ελαχιστοποίηση της έκθεσης του προσωπικού. Σε αυτή την περίπτωση, το προσωπικό τοποθετεί μαύρες πετσέτες πάνω από την μονάδα όταν χρησιμοποιείται για τη μείωση της παράσιτης υπεριώδους ακτινοβολίας στο περιβάλλον. Και σε αυτή την περίπτωση, το μέσο ελέγχου αυτό μπορεί απλά να συμπληρωθεί με την τοποθέτηση της μονάδας σε έναν θάλαμο με κουρτίνες. Ορισμένες φορές, το προσωπικό του



νοσοκομείου μπορεί να χρειαστεί άμεση πρόσβαση στον λειτουργικό εξοπλισμό για ελέγχους διασφάλισης ποιότητας. Ως μέρος των μέτρων ελέγχου, μπορεί να χρειαστεί μάσκα, κατάλληλα γάντια και ρούχα προστασίας από την υπεριώδη ακτινοβολία. Σε περίπτωση που είναι απαραίτητη η εφαρμογή διαδικαστικών μέτρων ελέγχου, αυτό θα πρέπει να τεκμηριώνεται σαφώς.

Οι μονάδες φωτοθεραπείας με κυανό φως τοποθετούνται πάνω από την κούνια των νεογνών, συνήθως σε ύψος περίπου 0,3 μ. Σε γενικές γραμμές, αυτό εμποδίζει το προσωπικό να κοιτάξει κατευθείαν στην πηγή και σε κάθε περίπτωση το προσωπικό παρακολουθεί τα νεογνά ανά διαστήματα για περίπου 10 λεπτά κάθε μία ώρα, έτσι ώστε η έκθεση περιορίζεται ακόμη περισσότερο. Ακόμα και αν επιτρέπονται 12ωρες βάρδιες σε ορισμένες μονάδες, θα εξακολουθήσει να υπάρχει έκθεση που θα είναι λιγότερο από 1 % της ΟΤΕ.

Οι φωτοδυναμικές θεραπείες χρησιμοποιούν οπτική ακτινοβολία για την παραγωγή φωτοχημικών αντιδράσεων

και συχνά περιλαμβάνουν κάποια προεργασία με χημικό φωτοευαισθητοποιητή. Σε γενικές γραμμές, τα υπεριώδη μήκη κύματος συνήθως είναι πολύ αποτελεσματικά στους φωτοευαισθητοποιητές, αλλά δεν χρησιμοποιούνται ευρέως, επειδή δεν εισχωρούν αρκετά στον ιστό. Αναμένεται ότι η έκθεση θα έχει πολύ μικρότερη επίδραση στο προσωπικό, το οποίο δεν θα πρέπει να έχει εκτεθεί στον φωτοευαισθητοποιητή, γεγονός το οποίο πρέπει να διασφαλίζεται με την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων ελέγχου.



Εικόνες φωτοδυναμικών θεραπευτικών πηγών, (Α) UV-X, (Β) Aktilite CL128

#### Πίνακας Δ.3.4 — Εκτίμηση φωτοδυναμικών θεραπευτικών πηγών

Πηγή	Κίνδυνος ακτινικής ακτινοβολίας UV	Κίνδυνος ακτινοβολίας UVA	Κίνδυνος κυανού φωτός	Θερμικοί κίνδυνοι
UV-X	Κάτω από το όριο έκθεσης	Κάτω από το όριο έκθεσης	Κανένας	Κανένας
Aktilite CL128 lamp (*)	Κανένας	Κανένας	< 3 % της ΟΤΕ	Κανένας

(\*) Τα δεδομένα αξιολόγησης είναι ευγενική παραχώρηση του Τμήματος Ιατρικής Φυσικής του Νοσοκομείου Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, Λονδίνο.

Οι εκτιμήσεις που παρουσιάζονται στον πίνακα Δ.3.4 δείχνουν ότι, όπως αναμενόταν, οι πηγές φωτοδυναμικής θεραπείας φαίνεται να παρουσιάζουν μικρό κίνδυνο σε περίπτωση απουσίας φωτοευαισθητοποιητικού ουσίας.

Τα λέιζερ κατηγορίας 3B μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη φυσιοθεραπεία για την παροχή ενέργειας απευθείας στους τραυματισμένους ιστούς. Τα λέιζερ αυτά παρουσιάζουν κίνδυνο για τα μάτια (συνήθως θερμικό κίνδυνο για τον αμφιβληστροειδή), αλλά συνήθως παρουσιάζουν μεγάλη απόκλιση και, επομένως, είναι επικίνδυνα σε σχετικά μικρές αποστάσεις. Ο κίνδυνος συνήθως ελέγχεται με διαδικαστικά μέσα (θάλαμοι με κουρτίνα, ενδείξεις και κατάρτιση του προσωπικού) και με τη χρήση γυαλιών προστασίας από τις ακτίνες λέιζερ.

Τα χειρουργικά λέιζερ χρησιμοποιούνται ευρέως σε διάφορες διαδικασίες και είναι συνήθως μηχανήματα κατηγορίας 4 που παρουσιάζουν υψηλό κίνδυνο για τα μάτια και το δέρμα. Και σε αυτή την περίπτωση οι κίνδυνοι ελέγχονται με διαδικαστικά μέσα και με τη χρήση μέσω ατομικής προστασίας. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η δέσμη χορηγείται μέσω μιας ίνας που εισάγεται στο σώμα μέσω ενδοσκοπίου. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ο κίνδυνος είναι σημαντικά μειωμένος εφόσον δεν σπάσει η ίνα. Τα λέιζερ χρησιμοποιούνται επίσης ευρέως στην οφθαλμολογία και είναι συνήθως είτε κατηγορίας 3B είτε κατηγορίας 4. Όπως και σε άλλες ιατρικές χρήσεις των λέιζερ, οι κίνδυνοι για τα μάτια και, ενδεχομένως, για το δέρμα ελέγχονται μέσω διαδικαστικών μέσων και με τη χρήση μέσω ατομικής προστασίας.

Λόγω της πιθανότητας να υπάρξουν αντανάκλασεις στην ίνα παρακολούθησης ενός ενδοσκοπίου, θα πρέπει να υπάρχουν επαρκή φίλτρα ή/και το ενδοσκόπιο θα πρέπει να παρακολουθείται μέσα από την κάμερα.

Οι πηγές έντονου παλμικού φωτός χρησιμοποιείται ευρέως στις δερματολογικές αγωγές. Οι συσκευές αυτές συνήθως βασίζονται σε έναν προβολέα xenon με ενσωματωμένα φίλτρα για την απομάκρυνση των βραχέων μηκών κύματος στην υπεριώδη περιοχή του φάσματος. Λόγω της υψηλής ισχύος αιχμής, αυτές οι συσκευές μπορεί να παρουσιάσουν θερμικούς κινδύνους για τα μάτια και το δέρμα. Ο κίνδυνος συνήθως ελέγχεται με διαδικαστικά μέσα για την αποφυγή άμεσης έκθεσης του προσωπικού στην ισχύ εξόδου και με τη χρήση γυαλιών ατομικής προστασίας. Ανάλογα με την ποιότητα φίλτραρίσματος, οι συσκευές αυτές μπορεί επίσης να προκαλέσουν κίνδυνο κυανού φωτός.

#### Δ.3.4. Εξειδικευμένες πηγές δοκιμών



Εικόνα ηλιακού προσομοιωτή

Διάφορες εξειδικευμένες πηγές μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε ορισμένες ιατρικές ειδικότητες για λόγους διάγνωσης και έρευνας. Σε γενικές γραμμές, μπορεί να πρέπει να αξιολογούνται κατά περίπτωση. Το παράδειγμα που παρουσιάζεται στον κατωτέρω πίνακα Δ.3.5 δείχνει ότι για τις ευρυζωνικές πηγές, όπως ένας ηλιακός προσομοιωτής, μπορεί να χρειαστεί να διενεργηθούν αξιολογήσεις για μια σειρά πιθανών κινδύνων που συνδέονται με την οπτική ακτινοβολία.

#### Πίνακας Δ.3.5 — Εκτίμηση ηλιακού προσομοιωτή (\*)

Πηγή	Κίνδυνος ακτινικής ακτινοβολίας UV	Κίνδυνος ακτινοβολίας UVA	Κίνδυνος κυανού φωτός	Άλλοι κίνδυνοι οπτικής ακτινοβολίας
Oriel 81292 Solar Simulator: άμεση έκθεση	Μπορεί να γίνει υπέρβαση σε ~ 6 λεπτά	Μπορεί να γίνει υπέρβαση σε ~ 3 λεπτά	Κάτω από το όριο έκθεσης	Κανένας
Oriel 81292 Solar Simulator: αντανάκλαται από το σώμα	Κάτω από το όριο έκθεσης	Κάτω από το όριο έκθεσης	Κάτω από το όριο έκθεσης	Κανένας

(\*) Τα δεδομένα αξιολόγησης είναι ευγενική παραχώρηση του Τμήματος Ιατρικής Φυσικής του Νοσοκομείου Guy's & Thomas' NHS Foundation Trust, Λονδίνο.

Σε γενικές γραμμές, ο φωτισμός εργασίας και διάγνωσης που χρησιμοποιείται στην ιατρική πρακτική δεν αναμένεται να παρουσιάζει σοβαρό κίνδυνο υπό κανονικές συνθήκες χρήσης.

Οι θεραπευτικές πηγές μπορεί να είναι επικίνδυνες σε ορισμένες περιπτώσεις. Πολλές από αυτές τις πηγές έχουν τη δυνατότητα να προκαλέσουν έκθεση στην περιοχή κινδύνου κυανού φωτός και υπεριώδους ακτινοβολίας όπου η έκθεση είναι σωρευτική κατά τη διάρκεια της εργάσιμης ημέρας και μπορεί να προκαλέσουν μακροχρόνιες δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία. Επομένως, κατά την αξιολόγηση της έκθεσης, είναι σημαντικό να αξιολογηθούν ρεαλιστικά σενάρια έκθεσης σε συνδυασμό με τα μοντέλα εργασίας για να αξιολογηθεί η συνολική έκθεση. Εάν εντοπιστούν σοβαροί κίνδυνοι, θα πρέπει να ελεγχθούν περιορίζοντας την πρόσβαση στην εκπομπή, εφόσον αυτό είναι εφικτό. Εάν είναι απαραίτητη η εφαρμογή διαδικαστικών μέτρων ελέγχου, αυτά θα πρέπει να είναι επαρκή και καταγεγραμμένα.

## Δ.4. Οδήγηση κατά την εργασία

Οι εργαζόμενοι μπορεί να εκτίθενται σε οπτική ακτινοβολία από τα αυτοκίνητα, όταν:

- οδηγούν,
- εργάζονται στον δρόμο, όπως τροχονόμοι και εργαζόμενοι σε οδικά έργα,
- επισκευάζουν και συντηρούν αυτοκίνητα σε συνεργεία.



Όπως φαίνεται παρακάτω, τα πρώτα δύο παραδείγματα ενέχουν ασήμαντο επίπεδο έκθεσης: δεν είναι απαραίτητο να περιοριστεί η ορατότητα και η οδική ασφάλεια για να μειωθεί η έκθεση. Η πιθανότητα έκθεσης σε οπτική ακτινοβολία πάνω από τα όρια έκθεσης κατά τη συντήρηση και επισκευή αυτοκινήτων μπορεί να ελεγχθεί με κατάλληλες διαδικασίες εργασίας και τοπικούς κανόνες.

Αξιολογήθηκαν τέσσερα αυτοκίνητα προκειμένου να καθοριστεί το επίπεδο έκθεσης σε οπτική ακτινοβολία:



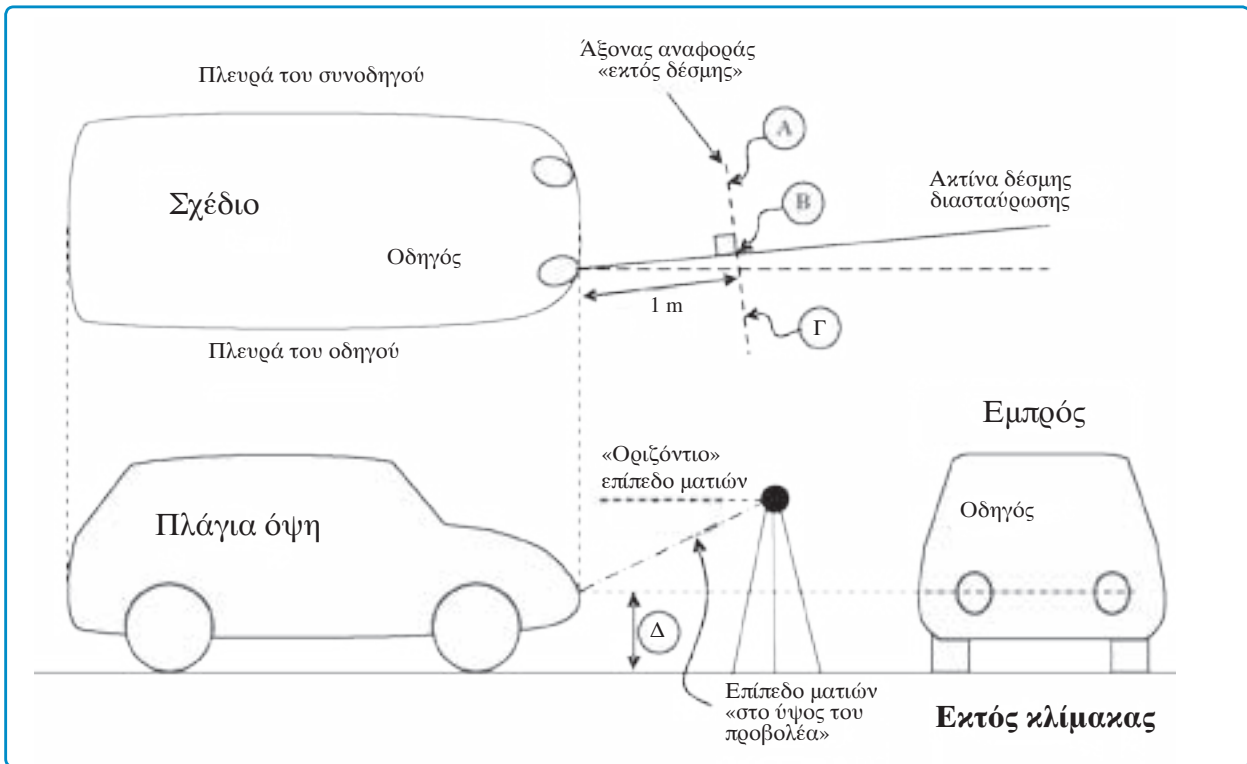
- το Mazda RX8, στην κατηγορία των αυτοκινήτων υψηλών επιδόσεων με προβολείς Xe,
- το Mercedes A180, στην κατηγορία των οικογενειακών αυτοκινήτων της μεσαίας κατηγορίας,
- το Fiat 500, στην κατηγορία των μικρών αυτοκινήτων,
- το LDV, στην κατηγορία των minibus.

Οι όροι αξιολόγησης επελέγησαν με τρόπο ώστε να αντιπροσωπεύουν τη χειρότερη περίπτωση προβλέψιμης επαγγελματικής έκθεσης: δείτε τον πίνακα Δ.4.6 και το σχήμα Δ.4.1.

Πίνακας Δ.4.6 — Όροι αξιολόγησης του φωτισμού αυτοκινήτων

	Θέση σε σχέση με τον λαμπτήρα		Απόσταση	Πότε μπορεί να εκτεθεί κάποιος
Προβολείς: δέσμη πορείας και διασταύρωσης	Επίπεδο λαμπτήρα: κοιτάζοντας απευθείας στη δέσμη		0,5 m, 1 m, 2 m και 3 m	Συντήρηση και επισκευή αυτοκινήτου σε αναβατόριο Οδήγηση
	Επίπεδο ματιών	Κοιτάζοντας τον λαμπτήρα	1 m	Συντήρηση και επισκευή αυτοκινήτου στο επίπεδο του εδάφους Εργαζόμενοι σε οδικά έργα, τροχονόμοι
Κοιτάζοντας οριζόντια				
Ενδείξεις, φώτα πέδησης, όπισθεν και ομίχλης	Επίπεδο λαμπτήρα: κοιτάζοντας απευθείας στη δέσμη		0,5 m	Οδήγηση Συντήρηση και επισκευή Εργαζόμενοι σε οδικά έργα, τροχονόμοι

**Σχήμα Δ.4.1. — Σχηματικό διάγραμμα μετρήσεων στα φώτα αυτοκινήτων**



Οι μετρήσεις του φασματικού ακτινοβολισμού και των ειδικών συνθέσεων των λαμπτήρων αυτοκινήτων χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση των κινδύνων που συνδέονται με την οπτική ακτινοβολία σε σύγκριση με τις οριακές τιμές έκθεσης (ΟΤΕ).

**Πίνακας Δ.4.7 — Σύνοψη των κινδύνων που συνδέονται με την οπτική ακτινοβολία από τα φώτα των αυτοκινήτων**

Κίνδυνος	RX8	A180	F500	LDV
Ακτινική υπεριώδης ακτινοβολία	Κανένας	Κανένας	Κανένας	Κανένας
UVA	Κανένας	Κανένας	Κανένας	Κανένας
Κυανό φως	Μπορεί να γίνει υπέρβαση: δείτε τον πίνακα Δ.4.8 για λεπτομέρειες	Μπορεί να γίνει υπέρβαση: δείτε τους πίνακες Δ.4.8 και Δ.4.9 για λεπτομέρειες	Μπορεί να γίνει υπέρβαση: δείτε τον πίνακα Δ.4.8 για λεπτομέρειες	Μπορεί να γίνει υπέρβαση: δείτε τον πίνακα Δ.4.8 για λεπτομέρειες
Έγκαυμα αμφιβληστροειδούς	< 30 % της ΟΤΕ	< 10 % της ΟΤΕ	< 3 % της ΟΤΕ	< 2 % της ΟΤΕ

**Πίνακας Δ.4.8 — Κίνδυνος κυανού φωτός από τους προβολείς των αυτοκινήτων**

Χρόνος για υπέρβαση της ΟΤΕ κυανού φωτός	RX8	A180	F500	LDV
Επίπεδο λαμπτήρα: κοιτάζοντας απευθείας στη δέσμη	~ 3 λεπτά	~ 5 λεπτά	~ 30 λεπτά	~ 1 ώρα
Επίπεδο ματιών: κοιτάζοντας στη δέσμη	~ 2 ώρες	~ 8 ώρες	> 8 ώρες	> 8 ώρες
Επίπεδο ματιών: κοιτάζοντας οριζόντια	> 8 ώρες	> 8 ώρες	> 8 ώρες	> 8 ώρες

Πίνακας Δ.4.9. — Επίπεδα κινδύνου κυανού φωτός από τα φώτα της Mercedes A180

Φώτα αυτοκινήτου	Χρόνος για υπέρβαση των ορίων έκθεσης σε κυανό φως		Κίνδυνος υπερέκθεσης
Προβολέας, επίπεδο λαμπτήρα στο 1 m, κοιτάζοντας απευθείας μέσα στη δέσμη — θέση Β στο σχήμα Δ.4.1	Δέσμη διασταύρωσης	~ 45 λεπτά	Απίθανος, η παρακολούθηση απευθείας μέσα στη δέσμη συνήθως αποτρέπεται με την αντίδραση αποστροφής στο πολύ έντονο φως. Πρέπει να εφαρμόζονται διαδικασίες εργασίας για την ελαχιστοποίηση της άσκοπης έκθεσης
	Δέσμη πορείας	~ 15 λεπτά	
Προβολέας, επίπεδο λαμπτήρα στο 1 m, κοιτάζοντας απευθείας μέσα στη δέσμη — θέσεις Α και Γ = 0,5 m στο σχήμα Δ.4.1	Δέσμη διασταύρωσης	> 8 ώρες	Κανένας
	Δέσμη πορείας	> 8 ώρες	
Προβολέας, επίπεδο ματιών στο 1 m, κοιτάζοντας απευθείας στον προβολέα	Δέσμη διασταύρωσης	> 8 ώρες	Κανένας
	Δέσμη πορείας	> 8 ώρες	
Προβολέας, επίπεδο ματιών στο 1 m, κοιτάζοντας οριζόντια	Δέσμη διασταύρωσης	> 8 ώρες	Κανένας
	Δέσμη πορείας	> 8 ώρες	
Φώτα ομίχλης	> 8 ώρες		Κανένας
Φώτα πέδησης	> 8 ώρες		Κανένας
Ενδεικτικές λυχνίες	> 8 ώρες		Κανένας
Φώτα όπισθεν	> 8 ώρες		Κανένας

Η απευθείας παρακολούθηση μέσα στη δέσμη στο επίπεδο του προβολέα μπορεί να προκαλέσει κίνδυνο κυανού φωτός και υπερέκθεση. Ωστόσο, είναι πιθανό να συμβεί υπερέκθεση επειδή:

- η παρατεταμένη παρακολούθηση απευθείας μέσα στη δέσμη συνήθως αποτρέπεται με την αντίδραση αποστροφής στο πολύ έντονο φως
- το επίπεδο κινδύνου μειώνεται γρήγορα όταν απομακρυνόμαστε από το κέντρο της δέσμης
- το επίπεδο κινδύνου μειώνεται σημαντικά στο επίπεδο των ματιών.

#### Σημαντικό

Ο φωτισμός των αυτοκινήτων δεν αναμένεται να παρουσιάζει κίνδυνο συνδεδεμένο με την υπεριώδη ακτινοβολία, όταν είναι ανέπαφο το μπροστινό κρύσταλλο ή τα φίλτρα του λαμπτήρα. Ωστόσο, η εργασία με τα φώτα του αυτοκινήτου με κατεστραμμένο το μπροστινό κρύσταλλο ή χωρίς αυτό μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο έκθεσης στην υπεριώδη ακτινοβολία. Θα πρέπει να εφαρμόζονται διαδικασίες εργασίας για να αποφευχθεί η έκθεση σε φώτα αυτοκινήτου με φθαρμένο το μπροστινό κρύσταλλο ή με φθαρμένα φίλτρα.

Η τροποποίηση του προβολέα και των οπτικών διατάξεων του προβολέα μπορεί να αλλάξει τα επίπεδα κινδύνου.


Αν και ο κίνδυνος υπερέκθεσης λόγω απευθείας παρακολούθησης της δέσμης των προβολέων των αυτοκινήτων είναι χαμηλός, εφόσον είναι εφικτό, πρέπει να εφαρμόζονται διαδικασίες εργασίας για την ελαχιστοποίηση της άσκοπης έκθεσης.

Τα φώτα των αυτοκινήτων δεν αναμένεται να προκαλέσουν κίνδυνο υπερέκθεσης σε οπτική ακτινοβολία για τους χρήστες του οδικού δικτύου, συμπεριλαμβανομένων των οδηγών, των τροχονόμων και των εργαζομένων σε οδικά έργα. Συγκεκριμένες ενέργειες όμως που απαιτούν εκτεταμένη απευθείας παρακολούθηση των προβολέων στο επίπεδο του λαμπτήρα μπορεί να προκαλέσουν χαμηλό κίνδυνο κυανού φωτός.

## Δ.5. Στρατιωτικές εφαρμογές

Η τεχνητή οπτική ακτινοβολία χρησιμοποιείται ευρέως από τον στρατό. Στις πολεμικές επιχειρήσεις, οι διοικητές μπορεί να χρειαστεί να λάβουν αποφάσεις σχετικά με τη σχέση κόστους/οφέλους των σχεδίων δράσης, προκειμένου να ζυγίσουν τον μικρό κίνδυνο τραυματισμού σε περίπτωση υπέρβασης των ορίων έκθεσης με τον κίνδυνο σοβαρού τραυματισμού ή θανάτου από άλλες αιτίες. Επομένως, η ενότητα αυτή αφορά μόνο θέματα κατευθύνσεων και κατάρτισης εκτός του πλαισίου των πολεμικών επιχειρήσεων.

Οι στρατιωτικές χρήσεις της τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας περιλαμβάνουν τις εξής:

Προβολείς	
Φωτισμό σε στρατιωτικά αεροδρόμια	
Υπέρυθρα συστήματα επικοινωνίας	
Υπέρυθρα φωτιστικά στόχων	
Συστήματα αναγνώρισης στόχων με λέιζερ	
Προσομοιωμένα οπτικά συστήματα	
Υπέρυθρα αντίμετρα	
Φωτοβολίδες μαγνησίου	
Οπτική ακτινοβολία από εκρήξεις	

Οι περισσότερες από αυτές τις εφαρμογές προϋποθέτουν ότι η τεχνητή οπτική ακτινοβολία πρέπει να βρίσκεται σε ανοιχτό περιβάλλον και συνήθως σε εξωτερικούς χώρους. Αυτό σημαίνει ότι η τυπική ιεράρχηση του εγκλεισμού της οπτικής ακτινοβολίας ως κύριο μέτρο ελέγχου δεν μπορεί να εφαρμοστεί. Μεγάλη προτεραιότητα δίνεται στην κατάρτιση: το στρατιωτικό προσωπικό εκπαιδεύεται να υπακούει στις οδηγίες και τις εντολές.

Κατά τη διενέργεια της εκτίμησης κινδύνων, όπως προβλέπεται στο άρθρο 4 της οδηγίας, θα πρέπει να αποδίδεται προσοχή στους εργαζομένους στον στρατιωτικό τομέα και αλλού. Μπορεί να μην είναι πάντοτε δυνατόν να διασφαλιστεί ότι τα πιθανά επίπεδα έκθεσης είναι χαμηλότερα από τις οριακές τιμές έκθεσης. Για τον λόγο αυτό, μία προσέγγιση που ακολουθείται στον συγκεκριμένο τομέα είναι η «πιθανολογική εκτίμηση κινδύνων» (Probabilistic Risk Assessment — PRA). Η προσέγγιση

αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσδιοριστεί ο βαθμός που είναι «πιθανό» να προκύψει ένας κίνδυνος, όπως προβλέπεται στο άρθρο 4. Διάφορες τιμές είναι αποδεκτές στο πλαίσιο της εκτίμησης PRA. Ωστόσο, ένα συμβάν με πιθανότητα  $10^{-8}$  θεωρείται αποδεκτό, ακόμα και αν πρόκειται για ανεπιθύμητο συμβάν, το οποίο, εάν συμβεί, μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες.

Ένα συμβάν με πιθανότητα μικρότερη από  $10^{-8}$  δεν θεωρείται «πιθανό».

Η χρήση της PRA είναι περίπλοκη και απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις. Ωστόσο, τα οφέλη για τον στρατό είναι ότι επιτρέπει τη χρήση της τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας σε καταστάσεις που δεν μπορεί να θεωρηθεί αποδεκτή βάσει μιας λιγότερο αυστηρής εκτίμησης.

## Δ.6. Εναέριοι θερμαντήρες ακτινοβολίας που λειτουργούν με αέριο

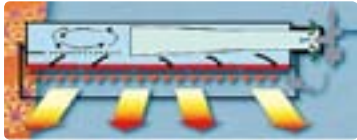
Οι εκτιμήσεις αυτές είναι ευγενική παραχώρηση του Ευρωπαϊκού Συνδέσμου ELVHIS.



Οι άνθρωποι μπορεί να εκτίθενται σε οπτική ακτινοβολία που προέρχεται από εναέριους θερμαντήρες ακτινοβολίας που λειτουργούν με αέριο και χρησιμοποιούνται σε διάφορα περιβάλλοντα για τη θέρμανση:

- βιομηχανικών κτιρίων,
- δημόσιων κτιρίων,
- κτιρίων αποθηκών,
- πυροσβεστικών σταθμών,
- εκθεσιακών χώρων,
- εσωτερικών αθλητικών εγκαταστάσεων,
- βεραντών σε εστιατόρια και μπαρ, καθώς και πολλών άλλων χώρων.

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών, οι θερμαντήρες αυτοί τοποθετούνται σε κάποιο ελάχιστο ύψος πάνω από τους εργαζόμενους, ώστε να μην βρίσκονται σε άμεση οπτική ευθεία.



Εναέριοι θερμαντήρες (φωτεινής) ακτινοβολίας που λειτουργούν με αέριο

Το εύρος της θερμοκρασίας επιφάνειας των θερμαντήρων φωτεινής ακτινοβολίας που λειτουργούν με αέριο είναι μεταξύ 700 °C και 1 000 °C, το οποίο αντιστοιχεί σε μήκος κύματος  $\lambda_{\max}$  μεταξύ 2 275 nm και 2 980 nm, βάσει του νόμου του Wien:

$$\lambda_{\max} = \frac{hc}{4,965 \cdot kT} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{T} \text{ [m} \cdot \text{°K]}$$

Όπως συνιστάται από τη γαλλική Ένωση Μηχανικών στον τομέα του Κλιματισμού, του Αερισμού και της Ψύξης (AICVF), προκύπτει εκπομπή ίση με

$$E_{\text{IR}} \text{ [W} \cdot \text{m}^{-2}] = 0,71 \times a_k \times f_p \times \eta_r \times P_u / d^2$$

όπου:

$a_k$  – παράγοντας ανθρώπινης απορρόφησης

$f_p$  – παράγοντας κατεύθυνσης

$\eta_r$  – παράγοντας απόδοσης ακτινοβολίας

$P_u$  – χωρητικότητα θερμαντήρα

$d$  – απόσταση μεταξύ ανθρώπινου σώματος και θερμαντήρα

Υψηλότερες τιμές (χειρότερο πιθανό σενάριο για τον κατασκευαστή SBM):

$$a_k = 0,97$$

$$f_p = 0,10$$

$$\eta_r = 0,65$$

$$P_u = 27\,000 \text{ W}$$

Η χειρότερη περίπτωση για την απόσταση  $d$  μεταξύ ανθρώπινου σώματος και θερμαντήρα με χωρητικότητα  $P$  και μέγιστη γωνία κλίσης  $l$  35 ° υπολογίστηκε με την εξίσωση

$$d = h_i - 1, \text{ όπου } h_i = \left[ \left( \sqrt{\frac{P_u}{540}} - 0,5 \right) \times \cos l \right] + 2$$

και ισούται με  $d = 6,4 \text{ m}$  Η χειρότερη δυνατή έκθεση στη συγκεκριμένη περίπτωση αντιστοιχεί σε  $E_{\text{IR max}} = 29,1 \approx 30 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

Οι οριακές τιμές έκθεσης στην περιοχή μήκους κύματος 780–3 000 nm για διάρκεια έκθεσης  $t > 1\,000 \text{ s}$  είναι:

$$E_{\text{IR}} = 100 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

Οι θερμαντήρες φωτεινής ακτινοβολίας που λειτουργούν με αέριο δεν αναμένεται να προκαλέσουν κίνδυνο λόγω υπερέκθεσης σε οπτική ακτινοβολία και μπορούν να θεωρηθούν ως ασήμαντες πηγές: η χειρότερη προβλέψιμη περίπτωση έκθεσης από τους εν λόγω θερμαντήρες είναι κατά πολύ χαμηλότερη από τις εφαρμοστέες οριακές τιμές έκθεσης.

### Περαιτέρω πληροφορίες

AICVF: Ένωση Μηχανικών στον τομέα του Κλιματισμού, του Αερισμού και της Ψύξης (Association des Ingénieurs en Climatologie, Ventilation et Froid) — Γαλλία.

ELVHIS: Κύρια ευρωπαϊκή ένωση κατασκευαστών θερμαντήρων φωτεινής ακτινοβολίας που λειτουργούν με αέριο (Association Européenne Principale des Fabricants de Panneaux Radiants Lumineux à Gaz).

Σύσταση 01-2006· «ΘΕΡΜΑΝΣΗ: βασικές απώλειες» (CHAUFFAGE: déperditions de base) με βάση το πρότυπο EN 12831 — Μάρτιος 2004: Συστήματα θέρμανσης κτιρίων· μέθοδοι υπολογισμού του θερμικού φορτίου σχεδιασμού.

SBM International — 3 Cottages de la Norge — 21490 Clenay — Γαλλία.

## Δ.7. Λείζερ επεξεργασίας υλικών

Τα λέιζερ χρησιμοποιούνται σε διάφορες εφαρμογές, οι οποίες περιλαμβάνονται στη γενική ονομασία «επεξεργασία υλικών». Το παράδειγμα που παρέχεται αφορά ένα λέιζερ που χρησιμοποιείται για την κοπή μετάλλων, αλλά οι ίδιες αρχές ισχύουν και για τη συγκόλληση, τη διάτρηση και τη σήμανση με λέιζερ.

Θεωρείται ότι η ισχύς ακτινοβολίας ή η ενέργεια ανά παλμό του λέιζερ αντιστοιχεί σε συστήματα λέιζερ κατηγορίας 4. Συνεπώς, οποιαδήποτε τυχαία έκθεση στη δέσμη του λέιζερ —είτε στα μάτια είτε στο δέρμα— είναι πιθανό να προκαλέσει σοβαρό τραυματισμό.



Πολλές χιλιάδες τέτοιου είδους λέιζερ χρησιμοποιούνται ευρέως σε όλη την Ευρώπη. Η εκτίμηση αυτή αφορά μόνο τη δέσμη του λέιζερ. Άλλοι κίνδυνοι μπορεί να παρουσιάσουν μεγαλύτερη πιθανότητα τραυματισμού ή θανάτου.

### Δ.7.1. Προσδιορισμός των κινδύνων και των ατόμων που κινδυνεύουν

Υπάρχουν ορισμένα μέρη στον κύκλο ζωής ενός λέιζερ επεξεργασίας υλικών, όπου οι εργαζόμενοι ενδέχεται να εκτεθούν σε ακτινοβολία λέιζερ:

Θέση σε λειτουργία
Κανονική λειτουργία
Συντήρηση
Επισκευή

Σε ορισμένα μέρη του κύκλου ζωής, μπορεί να γίνουν παρεμβάσεις από εργαζομένους άλλων φορέων, όπως

από τον προμηθευτή ή την εταιρεία επισκευών. Θα πρέπει ωστόσο να καθοριστούν οι κίνδυνοι των εν λόγω παρεμβάσεων για τους εργαζομένους στους χώρους όπου λειτουργούν λέιζερ.

Λόγω της φύσης των δεσμών λέιζερ που χρησιμοποιούνται, η απευθείας έκθεση στη δέσμη προκαλεί πάντα υπέρβαση της ΟΤΕ σε κοντινή απόσταση. Ωστόσο, μπορεί να χρειάζεται να εκτιμηθεί η διάχυτη δέσμη.

Σε περίπτωση που το αντικείμενο εργασίας είναι πολύ μεγάλο, για παράδειγμα στη ναυπηγική βιομηχανία, η ονομαστική ζώνη κινδύνου για τα μάτια μπορεί να είναι μικρότερη από το μέγεθος του αντικειμένου εργασίας.

### Δ.7.2. Αξιολόγηση και ιεράρχηση των κινδύνων

Η πιο απλή εκτίμηση είναι να κάνουμε την παραδοχή ότι η δέσμη λέιζερ υπερβαίνει πάντοτε την ΟΤΕ, οπότε πρέπει να περιοριστεί η πρόσβαση σε αυτή. Άλλοι κίνδυνοι που συνδέονται με τη διαδικασία αυτή μπορεί επίσης να συνεπάγονται ότι η διαδικασία πρέπει να περιοριστεί. Ορισμένοι από αυτούς τους εγγενείς κινδύνους μπορεί να είναι πιο μεγάλοι για τους εργαζομένους σε σχέση με τη δέσμη λέιζερ.

Μπορεί να χρειαστεί να διενεργηθεί αξιολόγηση του ακτινοβολισμού ή της έκθεσης σε ακτινοβολία από τη δέσμη λέιζερ για τον καθορισμό των μέτρων προστασίας. Η χειρότερη περίπτωση είναι να υποθέσουμε ότι μια παράλληλη δέσμη λέιζερ προσπίπτει στο σημείο ενδιαφέροντος.

### Δ.7.3. Καθορισμός των προληπτικών μέτρων

Οι αποφάσεις σχετικά με τα προληπτικά μέτρα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τον βαθμό προστασίας που απαιτείται και τις απαιτήσεις εκτέλεσης της εργασιακής δραστηριότητας των εργαζομένων. Τα μέτρα προστασίας που εμποδίζουν την εργασιακή δραστηριότητα δεν είναι επιτυχή.

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι δεν είναι υποχρεωτικό να τοποθετηθεί περίφραξη γύρω από το σύνολο της εγκατάστασης μεταποίησης υλικών. Περίφραξη χρειάζεται μόνο γύρω από το αντικείμενο επεξεργασίας.

Στόχος είναι να μπορούν να εκτελεστούν όλες οι εργασιακές δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένης της



συντήρησης και της επισκευής, χωρίς τη χρήση μέσω ατομικής προστασίας. Εάν είναι απαραίτητο, η παρακολούθηση της διαδικασίας μπορεί να γίνει μέσω κατάλληλων φιλτραρισμένων θυρίδων ή με μέσα εξ αποστάσεως παρακολούθησης, όπως κάμερες.

Κατά τον καθορισμό των μέτρων προστασίας, μπορεί να χρειαστεί να εκτιμηθεί η οπτική ακτινοβολία που παράγεται στο πλαίσιο της διαδικασίας. Η ακτινοβολία αυτή μπορεί να βρίσκεται σε διαφορετικό μέρος του οπτικού φάσματος από την προσπίπτουσα δέσμη λέιζερ και μπορεί να είναι ασύμφωνη.

## Δ.8. Βιομηχανίες θερμής επεξεργασίας

Ευχαριστούμε τον κ. M. Brose από τη Fachbereich Elektrotechnik, Referat Optische Strahlung, Berufsgenossenschaft Elektro Textil Feinmechanik, Γερμανία, για τη συνδρομή του στη διενέργεια αυτών των εκτιμήσεων.

### Δ.8.1. Επεξεργασία χάλυβα



(Saarstahl AG, Völklingen, Γερμανία)

Η εταιρεία Saarstahl AG ειδικεύεται στην παραγωγή χονδροσυρμάτων, χαλύβδινων ράβδων και διαφόρων τύπων ημικατεργασμένων προϊόντων. Οι εγκαταστάσεις της στο Völklingen περιλαμβάνουν μονάδες κατασκευής προϊόντων χάλυβα, καθώς και εργοστάσια έλασης και σφυρηλάτησης από πλινθώματα έως 200 τόνων.

Η ασφάλεια σε θέματα οπτικής ακτινοβολίας αποτελεί σημαντικό μέρος της διαχείρισης της ασφάλειας της εταιρείας.



Παρά το γεγονός ότι η εκπομπή άκρως επικίνδυνων επιπέδων υπέρυθρης (κυρίως) οπτικής ακτινοβολίας αποτελεί εγγενές στοιχείο της παραγωγής και επεξεργασίας του χάλυβα, τα μέτρα ελέγχου που εφαρμόζονται ελαχιστοποιούν την ανθρώπινη πρόσβαση στην επικίνδυνη οπτική ακτινοβολία και παρέχουν ασφαλείς συνθήκες εργασίας. Τα μέτρα αυτά περιλαμβάνουν:

- εξ αποστάσεως έλεγχο και παρακολούθηση της διαδικασίας παραγωγής για την ελαχιστοποίηση της ανθρώπινης έκθεσης σε επικίνδυνα επίπεδα οπτικής ακτινοβολίας
- διαδικασίες εργασίας που περιορίζουν τη λειτουργία εν θερμώ σε 15 λεπτά, με υποχρεωτική αλλαγή δραστηριότητας
- εξ αποστάσεως παρακολούθηση της θερμοκρασίας σώματος των εργαζομένων, προκειμένου να αποφευχθεί υπερθέρμανση
- εκτενή κατάρτιση του προσωπικού σε θέματα που αφορούν τα καθήκοντά του και σε θέματα ασφάλειας
- ολόσωμα μέσα ατομικής προστασίας όταν απαιτείται ανθρώπινη παρέμβαση στη διαδικασία παραγωγής
- συμπερίληψη της ιατρικής παρακολούθησης στην αξιολόγηση κινδύνων
- συμμετοχή των εκπροσώπων των εργαζομένων στη διαχείριση της υγείας και της ασφάλειας.

### Δ.8.2. Υαλουργεία

Επικίνδυνα επίπεδα οπτικής ακτινοβολίας, κυρίως στην υπεριώδη και υπέρυθη φασματική περιοχή, εκπέμπονται κατά την επεξεργασία και μορφοποίηση του γυαλιού. Η επεξεργασία με το χέρι προϋποθέτει την ανθρώπινη πρόσβαση από κοντινή απόσταση στην πηγή των επικίνδυνων εκπομπών, π.χ. στον καυστήρα.



Καθώς τα επίπεδα εκπομπής σε προσβάσιμη ακτινοβολία για τους εργαζόμενους αναμένεται να υπερβούν τα όρια έκθεσης, η αξιολόγηση κινδύνων οφείλει να διασφαλίσει τον επαρκή έλεγχο των κινδύνων που συνδέονται με την

οπτική ακτινοβολία. Στην περίπτωση αυτή, μπορεί να υπάρξει υπέρβαση των ορίων έκθεσης για περισσότερους από έναν κινδύνους που συνδέονται με την οπτική ακτινοβολία και πρέπει να εφαρμόζονται οι πλέον περιοριστικοί όροι.

Στην αξιολόγηση κινδύνων, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

- τα επίπεδα εκπομπής του εξοπλισμού, συμπεριλαμβανομένων τυχόν πρόσθετων καυστήρων, στο σημείο του εργαζόμενου, π.χ. τα χέρια και το πρόσωπο·
- η προβλέψιμη διάρκεια έκθεσης σε κάθε βάρδια —τα όρια για την υπεριώδη ακτινοβολία είναι σωρευτικά για οκτώ ώρες·
- η εξασθένιση που παρέχεται από τα προστατευτικά περιβλήματα και τα μέσα ατομικής προστασίας.

Τα όρια έκθεσης στην υπεριώδη ακτινοβολία είναι σωρευτικά. Αν υπάρχει πιθανότητα υπέρβασής τους, η ανθρώπινη πρόσβαση πρέπει να περιοριστεί: είτε μειώνοντας το επίπεδο των εκπομπών (περιβλήματα, προστατευτικά γυαλιά, προστασία χεριών) είτε με τη διάρκεια της έκθεσης (μέγιστος επιτρεπόμενος χρόνος).

Εάν ο εξοπλισμός διαθέτει μέσα προστασίας για τα μάτια, θα πρέπει να επαναξιολογηθεί η καταλληλότητά τους, σε περίπτωση που χρησιμοποιούνται επιπλέον καυστήρες ή εφαρμόζονται νέες διαδικασίες εργασίας.

Εάν ο εξοπλισμός εκπέμπει οπτική ακτινοβολία στην περιοχή κινδύνου που συνδέεται με την ακτινική υπεριώδη ακτινοβολία (180–400 nm), όπου τα όρια έκθεσης εφαρμόζονται στο δέρμα και τα μάτια, θα πρέπει επίσης να αξιολογηθεί η έκθεση των χεριών. Αν δεν είναι δυνατή η χρήση προστατευτικών γαντιών ή ενδέχεται να προκαλέσει δευτερογενείς ανησυχίες ως προς την ασφάλεια, ο χρόνος έκθεσης θα πρέπει να είναι περιορισμένος.

### Δ.8.3. Περαιτέρω πληροφορίες

BGFE • Informationen für die Glasbearbeitung mit Brennern — SD 53

## Δ.9. Φωτογραφία με φλας

Οι πηγές τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας αποτελούν σημαντικό μέρος της επαγγελματικής φωτογραφίας σε στούντιο. Χρησιμοποιούνται για τον φωτισμό χώρων και συγκεκριμένων σημείων, ως φόντο ή έκθεση φλας.

Στην προκειμένη περίπτωση, εξετάζονται δύο κατηγορίες επαγγελματικής έκθεσης:

- των φωτογράφων,
- του ατόμου που φωτογραφίζεται (π.χ. το μοντέλο).



Ένα επαγγελματικό φωτογραφικό στούντιο μπορεί να περιλαμβάνει:



- πηγή διάχυτου φωτισμού,
- προβολέα φλας,
- φλας επαγγελματικής φωτογραφικής μηχανής,
- φλας ερασιτεχνικής φωτογραφικής μηχανής.

### Πίνακας Δ.9.1 — Χειρότερη περίπτωση ταυτόχρονης απευθείας έκθεσης στη δέσμη

	Πηγή διάχυτου φωτισμού	Προβολέας φλας	Φλας επαγγελματικής φωτογραφικής μηχανής	Φλας ερασιτεχνικής φωτογραφικής μηχανής
Φωτογράφος	✓	✓	—	—
Μοντέλο	✓	✓	✓	✓

Η εκτίμηση της χειρότερης περίπτωσης έκθεσης και η σύγκρισή της με τις ισχύουσες οριακές τιμές έκθεσης πραγματοποιήθηκε με βάση τον φασματικό ακτινοβολισμό και τα χρονικά χαρακτηριστικά (διάρκεια του φλας) για κάθε πηγή εντός των αποστάσεων.

Για τα όρια έκθεσης στην υπεριώδη ακτινοβολία και το κυανό φως, η χειρότερη δυνατή έκθεση είναι σωρευτική για διάστημα οκτάωρης έκθεσης και προστίθεται σε περίπτωση πολλαπλών πηγών: εκφράζονται σε σχέση με τον αριθμό των φωτογραφικών λήψεων (φλας ή φωτισμό) που υπερβαίνουν το ισχύον όριο έκθεσης.

Ο θερμικός κίνδυνος για τον αμφιβληστροειδή δεν μεταβάλλεται με τον χρόνο όταν η διάρκεια της έκθεσης είναι μεγαλύτερη από 10 δευτερόλεπτα και περιορίζεται από οπτικό πεδίο 100 mrad: η εκτίμηση αυτού του κινδύνου αφορά μόνο μία λήψη από την ίδια πηγή.

Τα επίπεδα κινδύνου των ορίων ακτινοβολίας UV, UVA και IR για όλες τις εξετασθείσες πηγές ήταν ασήμαντα.

Πίνακας Δ.9.2 — Χειρότερα δυνατά επίπεδα κινδύνου από φωτογραφικές πηγές με φλας

	Πηγή διάχυτου φωτισμού	Προβολέας φλας	Φλας επαγγελματικής φωτογραφικής μηχανής	Φλας ερασιτεχνικής φωτογραφικής μηχανής
Αριθμός λήψεων για υπέρβαση της ΟΤΕ κυανού φωτός	> 10 <sup>7</sup>	> 10 <sup>6</sup>	> 20 000	> 13 000
% ΟΤΕ θερμικού κινδύνου για τον αμφιβληστροειδή σε μία λήψη	< 0,03 %	< 1 %	< 1 %	< 1 %

Η φωτογραφία δεν αναμένεται να προκαλέσει πραγματικό κίνδυνο υπερέκθεσης σε οπτική ακτινοβολία για τους φωτογράφους ή τα άτομα που φωτογραφίζονται: ο αριθμός των φλας που χρειάζεται για να γίνει υπέρβαση της ΟΤΕ σε κυανό φως ξεπερνά τις μερικές χιλιάδες για τις χειρότερες περιπτώσεις ταυτόχρονης έκθεσης απευθείας στη δέσμη από πολλαπλές πηγές.

# Προσάρτημα Ε — Απαιτήσεις άλλων ευρωπαϊκών οδηγιών

Μετά από αμοιβαία δεσμευτική συλλογική απόφαση η οποία ελήφθη από τα κράτη μέλη, ενεργώντας μέσω των υπουργών των εθνικών τους κυβερνήσεων (στο Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης) και των βουλευτών τους (στο Κοινοβούλιο) προκύπτει μια ευρωπαϊκή οδηγία. Και τα δύο όργανα πρέπει να εγκρίνουν το κείμενο της οδηγίας με τους ίδιους όρους. Μια οδηγία καθορίζει τους συμφωνημένους στόχους που οφείλουν να επιτύχουν τα κράτη μέλη, αλλά παρέχει ευελιξία όσον αφορά τα μέσα για την επίτευξή τους. Ο τρόπος με τον οποίο κάθε κράτος μέλος εφαρμόζει την οδηγία εξαρτάται από τη νομική του δομή και μπορεί να διαφέρει. Στην πράξη, η Ένωση απευθύνει οδηγίες σε όλα τα κράτη μέλη και προσδιορίζει την ημερομηνία έως την οποία θα πρέπει να τις εφαρμόσουν.

Το 1989 δημοσιεύθηκε η οδηγία 89/391/ΕΟΚ «σχετικά με την εφαρμογή μέτρων για την προώθηση της βελτίωσης της ασφάλειας και της υγείας των εργαζομένων κατά την εργασία». Η εν λόγω οδηγία αφορά θέματα διαχείρισης της υγείας και της ασφάλειας κατά την εργασία, ενώ οι υποχρεώσεις που προβλέπει έχουν τη μορφή αρχών που διέπουν την εν λόγω διαχείριση. Λόγω της ευρύτητας του πεδίου εφαρμογής της, η εν λόγω οδηγία δεν είναι δυνατόν να συνοψιστεί επαρκώς: επιβάλλεται η ανάγνωση του συνόλου της ίδιας της οδηγίας ή των σχετικών κανονισμών που τη μεταφέρουν στη νομοθεσία του κράτους μέλους στο οποίο δραστηριοποιείται ο συγκεκριμένος εργοδότης. Σε γενικές γραμμές, η οδηγία προβλέπει την υποχρέωση διεξαγωγής εκτιμήσεων των κινδύνων σύμφωνα με ένα σύνολο γενικών αρχών.

Η οδηγία 89/391/ΕΟΚ αναφέρεται συχνά ως «οδηγία-πλαίσιο». Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ένα από τα άρθρα της προτείνει τη δημιουργία μιας σειράς από επιμέρους οδηγίες οι οποίες θα επεκταθούν σε θέματα διαχείρισης της υγείας και ασφάλειας για συγκεκριμένες περιοχές ή κινδύνους: οι εν λόγω επιμέρους οδηγίες πρέπει να τηρούνται κατά τρόπο που να συνάδει με τις αρχές της οδηγίας-πλαisiού.

Η οδηγία 2006/25/ΕΚ, «οδηγία σχετικά με την τεχνητή οπτική ακτινοβολία», αποτελεί μια από τις οδηγίες που εκδόθηκαν στο πλαίσιο της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ. Άλλες σχετικές οδηγίες είναι η οδηγία 89/654/ΕΟΚ, σχετικά με τις ελάχιστες προδιαγραφές ασφάλειας και υγείας στους χώρους εργασίας («οδηγία σχετικά με τους χώρους εργασίας») και η οδηγία 89/655/ΕΟΚ σχετικά με τις ελάχιστες προδιαγραφές ασφάλειας και υγείας για τη χρησιμοποίηση εξοπλισμού εργασίας από τους εργαζομένους κατά την εργασία τους («οδηγία σχετικά με τη χρησιμοποίηση εξοπλισμού εργασίας»).

Η χρήση της οδηγίας σχετικά με τη χρησιμοποίηση εξοπλισμού εργασίας τροποποιήθηκε από την οδηγία 95/63/ΕΚ (επίσης «σχετικά με τις ελάχιστες προδιαγραφές ασφάλειας και υγείας για τη χρησιμοποίηση εξοπλισμού εργασίας από τους εργαζομένους κατά την εργασία τους»).

Προκειμένου να συμμορφωθούν με τις νομικές υποχρεώσεις τους όσον αφορά την τεχνητή οπτική ακτινοβολία, οι εργοδότες πρέπει να πληρούν τουλάχιστον τις απαιτήσεις των τεσσάρων προαναφερόμενων οδηγιών. Σε κάποιο κράτος μέλος όμως η τοπική νομοθεσία μπορεί να επιβάλλει πρόσθετες υποχρεώσεις πέραν όσων προβλέπονται στις οδηγίες.

Κατά συνέπεια, όταν ένας εργοδότης επιδιώκει να συμμορφωθεί με τις απαιτήσεις της οδηγίας σχετικά με την τεχνητή οπτική ακτινοβολία, θα πρέπει να θυμάται ότι υπάρχουν και άλλες υποχρεώσεις που αφορούν τη διαχείριση της υγείας και της ασφάλειας σε θέματα οπτικής ακτινοβολίας:

Οδηγία-πλαίσιο	Οδηγία σχετικά με τους χώρους εργασίας	Οδηγία σχετικά με τον εξοπλισμό εργασίας (όπως τροποποιήθηκε)
<p>Όπου είναι δυνατόν, οι κίνδυνοι πρέπει να αποφεύγονται.</p> <p>Οι κίνδυνοι που δεν μπορούν να αποφευχθούν πρέπει να αξιολογούνται.</p> <p>Οι κίνδυνοι πρέπει να εξαλείφονται στην πηγή τους.</p> <p>Οι πρακτικές εργασίες πρέπει να προσαρμόζονται σε κάθε άτομο.</p> <p>Οι πρακτικές εργασίες πρέπει να προσαρμόζονται στην τεχνική πρόοδο.</p> <p>Οτιδήποτε είναι επικίνδυνο πρέπει να αντικαθίσταται με μη επικίνδυνα ή λιγότερο επικίνδυνα υποκατάστατα.</p> <p>Πρόκειται να αναπτυχθεί μια συνεκτική συνολική πολιτική πρόληψης σχετικά με τις τεχνολογικές, οργανωτικές, εργασιακές συνθήκες και τις κοινωνικές σχέσεις.</p> <p>Προτεραιότητα πρέπει να δίνεται στα μέτρα συλλογικής προστασίας έναντι των ατομικών.</p> <p>Οι εργαζόμενοι πρέπει να λαμβάνουν κατάλληλες οδηγίες.</p>	<p>Πρέπει να πραγματοποιείται τεχνική συντήρηση του εξοπλισμού και να αποκαθίστανται τα σφάλματα το συντομότερο δυνατόν.</p> <p>Ο εξοπλισμός ασφαλείας πρέπει να συντηρείται και να ελέγχεται τακτικά.</p> <p>Οι εργαζόμενοι (ή οι εκπρόσωποί τους) πρέπει να ενημερώνονται για τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται όσον αφορά την ασφάλεια και την υγεία στον χώρο εργασίας.</p> <p>Ο χώρος εργασίας, είτε εσωτερικός είτε εξωτερικός, πρέπει να φωτίζεται επαρκώς για την ασφάλεια και την υγεία των εργαζομένων. Εάν ο φυσικός φωτισμός είναι ανεπαρκής, πρέπει να παρέχεται τεχνητός φωτισμός.</p>	<p>Η χρήση εξοπλισμού που ενέχει συγκεκριμένους κινδύνους για την υγεία πρέπει να περιορίζεται σε άτομα που είναι επιφορτισμένα να τον χρησιμοποιούν.</p> <p>Οι εργασίες επισκευής, μετατροπής και συντήρησης πραγματοποιούνται μόνο από άτομα που είναι εντεταλμένα για τον σκοπό αυτό.</p> <p>Οι εργαζόμενοι είναι επαρκώς εκπαιδευμένοι στη χρήση του εξοπλισμού.</p> <p>Τα μέσα ελέγχου για την ασφάλεια πρέπει να είναι ευδιάκριτα.</p> <p>Τα μέσα ελέγχου πρέπει να βρίσκονται εκτός των επικίνδυνων ζωνών.</p> <p>Ο χειριστής πρέπει να είναι σε θέση να δει ότι δεν βρίσκεται κανείς σε επικίνδυνη ζώνη ή θα πρέπει να παρέχεται ένα προειδοποιητικό σήμα σε περίπτωση που ο εξοπλισμός καταστεί επικίνδυνος.</p> <p>Δεν πρέπει να προκληθεί οποιαδήποτε επικίνδυνη κατάσταση λόγω βλάβης σε ένα σύστημα ελέγχου.</p> <p>Η θέση σε λειτουργία εξοπλισμού πρέπει να μπορεί να πραγματοποιείται μόνο με εκούσιο χειρισμό ενός συστήματος χειρισμού.</p> <p>Η εκ νέου θέση σε λειτουργία εξοπλισμού πρέπει να μπορεί να πραγματοποιείται μόνο με εκούσιο χειρισμό ενός συστήματος χειρισμού.</p> <p>Κάθε εξοπλισμός πρέπει να είναι εφοδιασμένος με σύστημα χειρισμού που να επιτρέπει τη γενική διακοπή της λειτουργίας του υπό ασφαλείς συνθήκες.</p> <p>Οι περιοχές όπου γίνεται εργασία σε έναν εξοπλισμό πρέπει να φωτίζονται καταλλήλως.</p> <p>Τα συστήματα συναγερμού πρέπει να είναι ευχερώς αισθητά και σαφώς κατανοητά.</p> <p>Οι εργασίες συντήρησης πρέπει να μπορούν να εκτελούνται υπό ασφαλείς συνθήκες.</p> <p>Ο εξοπλισμός πρέπει να φέρει τις απαραίτητες για την εξασφάλιση της ασφάλειας των εργαζομένων προειδοποιητικές ενδείξεις και σημάνσεις.</p> <p>Σε περίπτωση που η ασφαλής χρήση εξαρτάται από τις συνθήκες εγκατάστασης, ο εξοπλισμός πρέπει να επιθεωρείται μετά τη συναρμολόγησή του και προτού τεθεί σε λειτουργία.</p> <p>Ο εξοπλισμός που εκτίθεται σε συνθήκες οι οποίες προκαλούν φθορά πρέπει να επιθεωρείται τακτικά και να καταγράφονται τα αποτελέσματα.</p>

Υπάρχουν πέντε άλλες οδηγίες που αφορούν την ασφάλεια κατά την εργασία με τεχνητή οπτική ακτινοβολία. Όλες αφορούν την προμήθεια εξοπλισμού που μπορεί να παράγει οπτική ακτινοβολία ή έχει σχεδιαστεί για να μετριάσει τις επιπτώσεις της. Ως εκ τούτου, αφορούν κατά κύριο λόγο τους κατασκευαστές και τους προμηθευτές εξοπλισμού και όχι τον εργοδότη.

Ωστόσο, ο εργοδότης θα πρέπει να γνωρίζει ότι υπάρχουν οι οδηγίες αυτές και ότι οποιαδήποτε μονάδα ή εξοπλισμός παραγωγής ή προστατευτικός εξοπλισμός που βρίσκεται στην ευρωπαϊκή αγορά πρέπει να συμμορφώνεται με αυτές. Δύο από τις οδηγίες αυτές προβλέπουν επίσης ότι ο προμηθευτής θα παρέχει στον χρήστη λεπτομερείς πληροφορίες ως προς τη φύση της ακτινοβολίας, τα μέσα για την προστασία του χρήστη, τους τρόπους για την αποφυγή τυχόν κακής χρήσης και τα μέσα εξάλειψης τυχόν κινδύνων που μπορεί να εμφανιστούν κατά την εγκατάσταση.

Οι εν λόγω οδηγίες για τους προμηθευτές είναι οι εξής:

- οδηγία 2006/42/ΕΚ σχετικά με τα μηχανήματα («οδηγία περί μηχανημάτων»)-
- οδηγία 2006/95/ΕΟΚ περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των κρατών μελών των αναφερόμενων στο ηλεκτρολογικό υλικό που προορίζεται να χρησιμοποιηθεί εντός ορισμένων ορίων τάσεως («οδηγία περί χαμηλής τάσης»)-
- οδηγία 89/686/ΕΟΚ για την προσέγγιση των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με τα μέσα ατομικής προστασίας («οδηγία περί ΜΑΠ»)-
- οδηγία 93/42/ΕΟΚ περί των ιατροτεχνολογικών προϊόντων («οδηγία περί ιατροτεχνολογικών προϊόντων»)-
- οδηγία 98/79/ΕΟΚ για τα ιατροτεχνολογικά βοηθήματα που χρησιμοποιούνται στη διάγνωση in vitro («οδηγία in vitro»).

Ορισμένες από τις σχετικές διατάξεις των οδηγιών αυτών συνοψίζονται παρακάτω:

Οδηγία περί μηχανημάτων	Οδηγία περί χαμηλής τάσης	Οδηγία περί ΜΑΠ	Οδηγία περί ιατροτεχνολογικών προϊόντων και οδηγία in vitro
<p>Το μηχάνημα πρέπει να παραδίδεται με επαρκή ενσωματωμένο φωτισμό που να επιτρέπει την ασφαλή χρήση του.</p> <p>Οι ανεπιθύμητες εκπομπές πρέπει να εκμηδενίζονται ή να περιορίζονται σε επίπεδο που δεν προκαλούν αρνητικές επιπτώσεις στα πρόσωπα.</p> <p>Όλες οι λειτουργικές εκπομπές κατά τη ρύθμιση, τη λειτουργία και τον καθαρισμό πρέπει να περιορίζονται σε επίπεδο που δεν προκαλούν αρνητικές επιπτώσεις στα πρόσωπα.</p> <p>Εάν το μηχάνημα περιέχει λέιζερ, δεν πρέπει να υπάρχουν τυχαίες εκπομπές.</p> <p>Τα λέιζερ πρέπει να είναι εγκατεστημένα έτσι ώστε να μην βλάπτουν την υγεία τυχόν εκπομπές λόγω διάχυσης ή αντανάκλασης ή οποιαδήποτε δευτερεύουσα ακτινοβολία.</p> <p>Οι οπτικοί εξοπλισμοί για την παρατήρηση ή ρύθμιση των ακτίνων λέιζερ πρέπει να είναι τέτοιοι ώστε να μη δημιουργείται κανένας κίνδυνος για την υγεία.</p> <p>Αν έχουν εφαρμοστεί σχεδιαστικά χαρακτηριστικά για να συμμορφωθούν με τα ανωτέρω, πρέπει να αναφέρονται τα σχετικά πρότυπα.</p>	<p>Η οδηγία περί χαμηλής τάσης εφαρμόζεται σε κάθε εξοπλισμό εργασίας που προορίζεται να λειτουργεί με εναλλασσόμενο ρεύμα 50–1 000 V ή συνεχές ρεύμα 75–1 500 V. Προβλέπει ότι οποιοσδήποτε τέτοιος εξοπλισμός δεν πρέπει να παράγει ακτινοβολία που μπορεί να προκαλέσει οποιονδήποτε κίνδυνο.</p>	<p>Τα ΜΑΠ πρέπει να προστατεύουν τον χρήστη χωρίς να επηρεάζεται η υγεία ή η ασφάλεια άλλων προσώπων.</p> <p>Το μεγαλύτερο μέρος της ακτινοβολίας που ενδέχεται να είναι επιβλαβές πρέπει να απορροφάται ή να αντανακλάται χωρίς να επηρεάζει αρνητικά το οπτικό πεδίο του χρήστη.</p> <p>Τα ΜΑΠ πρέπει να επιλέγονται έτσι ώστε, σε καμία περίπτωση, τα μάτια του χρήστη να μην εκτίθενται πάνω από τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή έκθεσης.</p> <p>Τα οπτικά μέρη των ΜΑΠ δεν πρέπει να φθείρονται λόγω της έκθεσης στην ακτινοβολία κατά της οποίας προορίζονται να παρέχουν προστασία, υπό προβλέψιμες συνθήκες χρήσης.</p>	<p>Τα προϊόντα πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να μειώνουν την έκθεση των ασθενών, των χρηστών και άλλων ατόμων.</p> <p>Ο χρήστης πρέπει να μπορεί να ελέγχει το επίπεδο των εκπομπών.</p> <p>Τα προϊόντα πρέπει να διαθέτουν οπτικά/ ηχηρικά προειδοποιητικά σήματα για τις εκπομπές.</p> <p>Οι οδηγίες λειτουργίας πρέπει να παρέχουν λεπτομερείς πληροφορίες ως προς τη φύση της ακτινοβολίας, τα μέσα για την προστασία του χρήστη, τους τρόπους για την αποφυγή τυχόν κακής χρήσης και τα μέσα εξάλειψης τυχόν κινδύνων που μπορεί να εμφανιστούν κατά την εγκατάσταση.</p>

# Προάρτημα ΣΤ — Εθνικοί κανονισμοί των κρατών μελών της ΕΕ που μεταφέρουν την οδηγία 2006/25/ΕΚ (έως τις 10 Δεκεμβρίου 2010) και κατευθυντήριες γραμμές

Χώρα	Υφιστάμενη νομοθεσία	Υφιστάμενες κατευθυντήριες γραμμές
<p>Αυστρία</p>	<p>Οö. Landes- und Gemeinde-Dienstrechtsänderungsgesetz 2007 [Landesgesetzblatt (LGBl.), 25/07/2007, 56/2007]            Verordnung der Landesregierung über den Schutz der Landes- und Gemeindebediensteten vor der Gefährdung durch künstliche optische Strahlung [Landesgesetzblatt (LGBl.), 18/02/2010, 4/2010]            Landesgesetz, mit dem das Oö. Gemeinde-Dienstrechts- und Gehaltsgesetz 2002, das Oö. Gemeindebediensteten-Schutzgesetz 2001, das Oö. Statutargemeinden-Beamtengesetz 2002, das Oö. Gemeindebediensteten-Schutzgesetz 1999, das Oö. Gemeinde-Ge-handlungsgesetz, das Oö. Landesbeamtengesetz 1993 und das Oö. Landes-Vertrags-bedienseten-gesetz geändert werden (Oö. Gemeinde- und Landes-Dienstrechtsän-derungsgesetz 2008) [Landesgesetzblatt (LGBl.), 29/08/2008, 73/2008].            Verordnung der Wiener Landesregierung, mit der die Verordnung der Wiener Landes-regierung über den Schutz der in Dienststellen der Gemeinde Wien beschäftigten Be-diensteten 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 Ein-wirkung 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 Jugend-liche 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 Vertrags-bediensetenordnung 1995 (32. Novelle zur Vertragsbedienstetenordnung 1995), die Pensionsordnung 1995 (20. Novelle zur Pensionsordnung 1995), das Ruhe- und Versor-gungsgesetz 1995 (9. Novelle zum Ruhe- und Versorgungsgesetz 1995), das Unfallfürsorgegesetz 1967 (17. Novelle zum Unfall-fürsorgegesetz 1967), das Wiener Bedienstetenschutzgesetz 1998 (5. Novelle zum Wiener Bedienstetenschutzgesetz 1998), das Wiener Personalvertretungsgesetz (16. Novelle zum Wiener Personalvertretungsgesetz), das Wiener Bezügegesetz 1995 (10. Novelle zum Wiener Bezügegesetz 1995), das Wiener Verwaltungenat-Dienstrechtsgesetz 1995 (11. Novelle zum Wiener Verwaltungenat-Dienstrechtsgesetz 1995) und das Gesetz über den Unabhängigen Verwaltungenat Wien (8. Novelle zum Gesetz über den Un-abhängigen Verwaltungenat Wien) geändert werden und das Wiener Eltern-Karenz-geldzuschussgesetz aufgehoben wird [Landesgesetzblatt (LGBl.), 42/2010, 17/09/2010]            Verordnung der Salzburger Landesregierung vom 1. Juli 2010 über Schutzvorschrif-ten 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]</p>	<p>Sicherheitsinformation der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt: Sicherheit Kompakt: M 014 UV-Strahlenbelastung am Arbeitsplatz            M 080 Grundlagen der Lasersicherheit</p>
<p>Βέλγιο</p>	<p>FEDERALE OVERHEIDSDIENST WERKGELEGENHEID, ARBEID EN SOCIAAL OVERLEG-22 APRIL 2010. - Koninklijk besluit betreffende de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de werknemers tegen de risico's van kunstmatige optische straling op het werk [Moniteur Belge, 06/05/2010, 25349-25386].</p>	

Χώρα	Υφιστάμενη νομοθεσία	Υφιστάμενες κατευθυντήριες γραμμές
Βουλγαρία	<p>Наредба № 5 от 11 юни 2010 г. за минималните изисквания за осигуряване на здравето и безопасността на работещите при рискове, свързани с експозиция на изкуствени оптични лъчения [Държавен вестник, 49, 29/06/2010, 00035-00048] Кодекс на труда [Държавен вестник, 15, 23/02/2010] Закон за здравословни и безопасни условия на труд [Държавен вестник, 12, 12/02/2010] Наредба № 7 от 23.09.1999 г. за минималните изисквания за здравословни и безопасни условия на труд на работните места и при използване на работното оборудване [Държавен вестник, 40, 18/04/2008]</p>	
Κύπρος	<p>Οι Πери Ασφάλειας και Υγείας στην Εργασία (Τεχνητή Οπτική Ακτινοβολία) Κανονισμοί του 2010 [Cyprus Gazette, 4433, 11/06/2010, 01473-01493]</p>	
Τοαική Δημοκρατία	<p>Закон ч. 320/2002 Сб., о změně a zrušení některých zákonů v souvislosti s ukončením činnosti okresních úřadů [Sbirka Zakonu CR, 18/07/2002]. Закон ч. 20/1966 Сб., о péči o zdraví lidu [Sbirka Zakonu CR, 30/03/1966]. Закон ч. 111/2007 Сб., kterým se mění zákon č. 20/1966 Сб., о péči o zdraví lidu, ve znění pozdějších předpisů a některé další zákony [Sbirka Zakonu CR, 15/05/2007]. Закон ч. 309/2006 Сб., 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 о zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci) [Sbirka Zakonu CR, 22/06/2006]. Nařízení vlády č. 106/2010 Сб., kterým se mění nařízení vlády č. 1/2008 Сб., о ochraně zdraví před neionizujícím zářením [Sbirka Zakonu CR, 19/04/2010]. Закон ч. 14/1997 Сб., kterým se mění a doplňuje zákon č. 20/1966 Сб., о péči o zdraví lidu, ve znění pozdějších předpisů, а zákon České národní rady č. 36/1975 Сб., о pokutách za porušování právních předpisů о vytváření a ochraně zdravotních životních podmínek, ve znění zákona České národní rady č. 137/1982 Сб. [Sbirka Zakonu CR, 24/02/1997]. Закон České národní rady č. 548/1991 Сб., kterým se mění a doplňuje zákon č. 20/1966 Сб., о péči o zdraví lidu, ve znění zákona České národní rady č. 210/1990 Сб. а zákona České národní rady č. 425/1990 Сб. [Sbirka Zakonu CR, 30/12/1991]. Nařízení vlády č. 1/2008 Сб., о ochraně zdraví před neionizujícím zářením [Sbirka Zakonu CR, 09/01/2008]. Закон ч. 392/2005 Сб., kterým se mění zákon č. 258/2000 Сб., о ochraně veřejného zdraví а о změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, а některé další zákony [Sbirka Zakonu CR, 27/09/2005]. Закон ч. 274/2003 Сб., kterým se mění některé zákony na úseku ochrany veřejného zdraví [Sbirka Zakonu CR, 27/08/2003]. Закон ч. 258/2000 Сб., о ochraně veřejného zdraví а о změně některých souvisejících zákonů [Sbirka Zakonu CR, 11/08/2000]. Закон ч. 262/2006 Сб., zákonik práce [Sbirka Zakonu CR, 07/06/2006]. Закон ч. 48/1997 Сб., о veřejném zdravotním pojištění а о změně а doplnění některých souvisejících zákonů [Sbirka Zakonu CR, 07/03/1997]. Закон ч. 362/2007, kterým se mění zákon č. 262/2006 Сб., zákonik práce, ve znění pozdějších předpisů, а další související zákony [Sbirka Zakonu CR, 28/12/2007].</p>	<p>Κατευθύνσεις σχετικές με την εργασία με λέιζερ αριθ. 61 Αφίσα UV Zageni (προειδοποίηση για τους κινδύνους της υπερύδους ακτινοβολίας) Κατευθυντήριες γραμμές της ICNIRP</p>
Δανία	<p>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].</p>	<p>Ο νόμος περί περιβάλλοντος, εργασίας της Δανίας έχει σχεδιαστεί για να δημιουργήσει ένα «ασφαλές και υγιές εργασιακό περιβάλλον». Κατά τη διαχείρισή του, οι συστάσεις της ICNIRP σχετίζονται με την οπτική ακτινοβολία χρησιμοποιούνται ως κατευθυντήριες γραμμές σε συνδυασμό με τις σχετικές ευρωπαϊκές προδιαγραφές (π.χ. EN 60825 και EN 207/208).</p>
Εσθονία	<p>TÖÖTERVISHOIU JA TÖÖOHUTUSE SEADUSE MUUTMISE SEADUS [Elektroniline Riigi Teataja, RT1, 16.01.2007, 3, 11]. Töötervishoiu ja tööohutuse nõuded tehnikust optilisest kiirgusest mõjutatud töökonnas, tehnikulu optilise kiirguse piirnormid ja kiirguse mõõtmise kord! [Elektroniline Riigi Teataja, RT1, 22.04.2010, 16, 84].</p>	



Χώρα	Υφιστάμενη νομοθεσία	Υφιστάμενες κατευθυντήριες γραμμές
Φινλανδία	Valtionuoston 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]	
Γαλλία	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]	
Γερμανία	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.), 38, 26/07/2010, 00960-00967]	<p>Πληροφορίες BGI 5006: «Οριακές τιμές έκθεσης για την τεχνητή οπτική ακτινοβολία»          Κατευθυντήριες γραμμές για τη μη ιοντίζουσα ακτινοβολία «Ακτινοβολία λέιζερ»          Κατευθυντήριες γραμμές για τη μη ιοντίζουσα ακτινοβολία «Περιώδης ακτινοβολία από τεχνητές πηγές»          Κατευθυντήριες γραμμές για τη μη ιοντίζουσα ακτινοβολία «Ορατή και υπέρυθη ακτινοβολία»          Οι μέθοδοι αξιολόγησης κινδύνων της οπτικής ακτινοβολίας από τεχνητές πηγές περιγράφονται στα ακόλουθα έγγραφα:          Κανονισμός περί πρόληψης ατυχημάτων BGV B2: «Ακτινοβολία λέιζερ»          DIN EN 60825-1: 2008: «Ασφάλεια προϊόντων λέιζερ — Μέρος 1: Ταξινόμηση εξοπλισμού, απαιτήσεις και οδηγίες χρήσης»          DIN EN 14255-1: 2005: «Μέτρηση και αξιολόγηση της προσομικής έκθεσης στην ασύμφωνη οπτική ακτινοβολία — Μέρος 1: Υπεριώδης ακτινοβολία που εκπέμπεται από τεχνητές πηγές στον εργασιακό χώρο»          IEC 62471: 2006: «Φωτοβιολογική ασφάλεια λαμπτήρων και συστήματα λαμπτήρων»          DIN EN 12198-1:2000 «Ασφάλεια των μηχανημάτων — Εκτίμηση και μείωση των προκυπτόντων κινδύνων από ακτινοβολία εκπαισμένη από τις μηχανές — Μέρος 1: Τεχνικές αρχές»          Κατευθυντήριες γραμμές για τη μη ιοντίζουσα ακτινοβολία «Περιώδης ακτινοβολία από τεχνητές πηγές»          BGR 107: Κανόνες ασφαλείας για ξηραντήρες μηχανημάτων εκτυπώσεων και επεξεργασίας χαρτιού          Οι μέθοδοι μείωσης των κινδύνων της οπτικής ακτινοβολίας από τεχνητές πηγές περιγράφονται στα ακόλουθα έγγραφα:          Κανονισμός περί πρόληψης ατυχημάτων BGV B2: «Ακτινοβολία λέιζερ»          Πληροφορίες BGI 5006: «Οριακές τιμές έκθεσης για την τεχνητή οπτική ακτινοβολία»          Πληροφορίες BGI 5007: Μηχανήματα λέιζερ για θεάματα και προβολές          DIN EN 12198-3:2002 «Ασφάλεια των μηχανημάτων — Εκτίμηση και μείωση των προκυπτόντων κινδύνων από ακτινοβολία εκπαισμένη από τις μηχανές — Μέρος 3: Μείωση της ακτινοβολίας μέσω εξασθένισης ή παρεμβολής πετάσματος»          Κατευθυντήριες γραμμές για τη μη ιοντίζουσα ακτινοβολία «Ακτινοβολία λέιζερ»          Κατευθυντήριες γραμμές για τη μη ιοντίζουσα ακτινοβολία «Υπεριώδης ακτινοβολία από τεχνητές πηγές»          Οι μέθοδοι μείωσης των κινδύνων σε επίπεδο κλάδων περιγράφονται επίσης στα ακόλουθα έγγραφα:          Κανονισμός περί πρόληψης ατυχημάτων BGV D1: «Συγκόλληση, κοπή και συναφείς μέθοδοι»          «Έγγραφο με υπεριώδη ακτινοβολία», Επαγγελματική Ένωση Εκτυπώσεων και Μετατροπής Χαρτιού          Merkblatt über Betrachtungsplätze für die fluoreszierende Prüfung mit dem Magnetpulver- und Eindringverfahren — Ausrüstung und Schutzmaßnahmen bei Arbeiten mit UV-Strahlung          Πληροφορίες BGI 5092 Auswahl von Laser-Schutzbrillen und Laser-Justierbrillen          Πληροφορίες BGI 5031 Umgang mit Lichtwellenleiter-Kommunikations-Systemen (LWKS)          Έντυπα και φυλλάδια:          Έντυπο του Ομοσπονδιακού Ινστιτούτου για την Επαγγελματική Ασφάλεια και Υγεία: «Damit nichts ins Auge geht... — Schutz vor Laserstrahlung»          Έντυπο του Ομοσπονδιακού Ινστιτούτου για την Επαγγελματική Ασφάλεια και Υγεία: «Dazzle: Blind for a Moment. Protection Against Optical Radiation»          Έντυπο του Ομοσπονδιακού Ινστιτούτου για την Επαγγελματική Ασφάλεια και Υγεία: «Hand-held Lasers to Work Materials»</p>
Ελλάδα	Ελάχιστες προδιαγραφές υγείας και ασφάλειας όσον αφορά στην έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους προερχόμενους από φυσικούς παράγοντες (τεχνητή οπτική ακτινοβολία), σε συμπόρωσή με την οδηγία 2006/25/ΕΚ [Εφημερίδα της Κυβερνήσεως (ΦΕΚ) (Τεύχος Α), 145, 1.9.2010, 03075-03094]	

Χώρα	Υφιστάμενη νομοθεσία	Υφιστάμενες κατευθυντήριες γραμμές
Ουγγαρία	<p>1991. évi XI. törvény az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálatról [Magyar Közlöny, 00753-00759].</p> <p>2/1998. (I. 16.) MüM rendelet a munkahelyen alkalmazandó biztonsági és egészségvédelmi jelzésekről [Magyar Közlöny, 16/01/1998, 174-192, 2].</p> <p>A Kormány 218/1999. (XII. 28.) Korm. rendelete az egyes szabálysértésekről [Magyar Közlöny, 28/12/1999, 08942-08968, 1999/125].</p> <p>Az egészségügyi miniszter 22/2010. (V. 7.) EüM rendelete a munkavállalókat érő mesterséges optikai sugárzásokra vonatkozó minimális egészségügyi és biztonsági követelményekről [Magyar Közlöny, 14597-14614].</p> <p>1997. évi XLVII. Törvény az egészségügyi és a hozzájuk kapcsolódó személyes adatok kezeléséről és védelméről [Magyar Közlöny, 05/06/1997, 03518-03528, 1997/49].</p> <p>2009. évi CLIV. Törvény az egyes egészségügyi tárgyú törvények módosításáról [Magyar Közlöny, 47035-47090].</p> <p>1993. évi XCIII. tv. a munkavédelemről [Magyar Közlöny, 03/11/1993, 9942-9953, 160].</p> <p>33/1998. (VI. 24.) NM rendelet a munkaköri, szakmai, illetve személyi higiénés alkalmasság orvosi vizsgálatáról és véleményezéséről [Magyar Közlöny, 24/06/1998, 4489-4516, 54].</p>	<p>Τα ακόλουθα ευρωπαϊκά πρότυπα ισχύουν και στην Ουγγαρία:</p> <p>IEC 60825-1, -2, -4, -12,</p> <p>IEC 60335-2-27</p> <p>IEC 60601-2-22</p> <p>EN 12198-1</p> <p>EN 14255-1, -2, -4</p>
Ιρλανδία	<p>S.I. αριθ. 176 του 2010</p> <p>ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ 2010 ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ, ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΥΗΜΕΡΙΑ ΣΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑ (ΓΕΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ) (ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ)</p>	<p>Κατευθυντήριες γραμμές της ICNIRP</p>
Ιταλία	<p>Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro [Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, 30/04/2008, S.O. N.108/L - G.U.N. 101].</p>	
Λετονία	<p>Ministru kabineta 2009.gada 30.jūnijā noteikumi Nr.731 «Darba aizsardzības prasības nodarbināto aizsardzībai pret mākslīgā optiskā starojuma radīto risku darba vidē» [Latvijas Vēstnesis, 07/07/2009, 105].</p>	<p>Λετονικό πρότυπο: Μέτρηση και αξιολόγηση της προσωπικής έκθεσης στην ασύμφωνη οπτική ακτινοβολία «Μέρος 2: Ορατή και υπέρυθρη ακτινοβολία εκπεμπόμενη από τεχνητές πηγές στον χώρο εργασίας»</p>
Λιθουανία	<p>LIETUVOS RESPUBLIKOS ADMINISTRACINIŲ TEISĖS PAŽEIDIMŲ KODE-KSO 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 PAKĖITIMO BEI PAPILDYMO IR KODEKSO PAPILDYMO 42(4), 51(18), 51(19), 51(20), 51(21), 51(22), 56(2), 58(1), 78(1), 89(2), 99(9), 99(10), 148, 173(20), 173(21) STRAIPSNIAIS ĮSTATYMAS Nr. X-691 [Nouvelles de l'Etat, 30/06/2006, 73].</p> <p>Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2007 m. spalio 5 d. įsakymas Nr. A1-277/V-785 «Dėl 2007 m. birželio 20 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 2007/30/EB, iš dalies keičiančios Tarybos direktyvą 89/391/EEB, jos atskiras direktyvas ir Tarybos direktyvas 83/47/EEB, 91/383/EEB, 92/29/EEB bei 94/33/EEB, siekiant supaprastinti ir racionalizuoti praktinio įgyvendinimo a-taskaitas, įgyvendinimo» 2007 m. spalio 5 d. Nr. A1-277/V-785 [Nouvelles de l'Etat, 11/10/2007, 105].</p> <p>Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2007 m. gruodžio 14 d. įsakymas Nr. A1-366/V-1025 «Dėl darbuotojų apsaugos nuo dirbtinės optinės spindulių sukeliamos rizikos nuostatų patvirtinimo» [Nouvelles de l'Etat, 22/12/2007, 136].</p> <p>Lietuvos Respublikos administracinių teisės pažeidimų kodekso pakeitimo ir papildymo įstatymas Nr. VIII-1543 [Nouvelles de l'Etat, 15/03/2000, 22].</p>	
Λουξεμβούργο	<p>Règlement grand-ducal du 26 juillet 2010 relatif aux prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des salariés aux risques aux agents physiques (rayonnements optiques artificiels et rayonnement solaire) 2. portant modification du règlement grand-ducal modifié du 17 juin 1997 concernant la périodicité des examens médicaux en matière de médecine du travail [Mémorial Luxembourggeois A, 131, 12.8.2010, 02164-02182]</p>	

Χώρα	Υφιστάμενη νομοθεσία	Υφιστάμενες κατευθυντήριες γραμμές
Μάλτα	L.N. 250 του 2010 ΝΟΜΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ (CAP. 424) Κανονισμοί για τους χώρους εργασίας (Ελάχιστες προϋποθέσεις υγείας και ασφάλειας για την προστασία των εργαζομένων από κινδύνους που προκύπτουν από την έκθεση σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία), 2010 [Επίσημη Εφημερίδα της Κυβερνήσεως της Μάλτας, 30/04/2010, 02403–02450, 18586]	Optische straling in arbeidssituaties
Κάτω Χώρες	Besluit van 1 februari 2010 tot wijziging van het Arbeidsomstandighedenbesluit; houdende regels met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van kunstmatige optische straling [Staatsblad (Bulletin des Lois et des Décrets royaux), 09/03/2010, 00001-00021, 5tb. 2010, 103].	Υπάρχουν ορισμένες δημοσιεύσεις που αφορούν τη μέθοδο και κατευθυντήριες γραμμές για την εκτίμηση των επαγγελματικών κινδύνων που προκύπτουν από την οπτική ακτινοβολία. Αυτές είναι οι εξής: «Εκτίμηση επαγγελματικών κινδύνων. Μέρος 1: Μεθοδολογική βάση», έκδοση M. W. Zawieska, CIOPIB, Warszawa 2004 (3η έκδοση) «Εκτίμηση επαγγελματικών κινδύνων. Μέρος 2. Υποστήριξη με τη βοήθεια Η/Υ», έκδοση M. W. Zawieska, CIOPIB, Warszawa 2000 «Επαγγελματικοί κίνδυνοι. Μεθοδολογική βάση εκτίμησης», έκδοση M. W. Zawieska, CIOPIB Warszawa, 2007
Πολωνία	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]	
Πορτογαλία	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]	
Ρουμανία	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]	
Σλοβακία	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].	
Σλοβενία	Uredba o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti umetnim optičnim sevanjem [Uradni list RS, 34/2010, 30/04/2010, 04892-04909]	

Χώρα	Υφιστάμενη νομοθεσία	Υφιστάμενες κατευθυντήριες γραμμές
Ισπανία	<p>Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales [Boletín Oficial del Estado (B.O.E), 24/04/2010, 36103-36120, 99/2010]. Corrección de errores del Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales [Boletín Oficial del Estado (B.O.E), 06/05/2010, 40171-40171, 110/2010].</p>	<p>ΠΡΟΤΥΠΑ 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.) ΑΦΙΣΕΣ La Directiva 2006/25/CE sobre exposición laboral a radiaciones ópticas artificiales. Μεθοδολογία αξιολόγησης της επαγγελματικής έκθεσης στις οπτικές ακτινοβολίες Spectrallimit: μια αίτηση αξιολόγησης της επαγγελματικής έκθεσης στην υπεριώδη και ορατή ακτινοβολία ΑΛΛΑ ΕΓΓΡΑΦΑ ΤΗΣ 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. Πρόληψη επαγγελματικών κινδύνων. Προχωρημένο πρόγραμμα κατάρτισης για την εκτέλεση καθηκόντων ανωτέρου επιπέδου. Έκδοση 2. Algunas cuestiones sobre seguridad Láser. (Ορισμένα θέματα σχετικά με την ασφάλεια των λέιζερ.) Evaluación de las Condiciones de Trabajo en la pequeña y mediana empresa. Riesgos por radiaciones ópticas procedentes de fuentes luminosas. La exposición laboral a radiaciones ópticas</p>
Σουηδία	<p>Arbetsmiljöverkets föreskrifter om artificiell optisk strålning (AFS 2009:7). [Arbetsmiljöverkets författningssamling (AFS), 10/11/2009, 2009:7].</p>	
Ηνωμένο Βασίλειο	<p>The Control of Artificial Optical Radiation at Work Regulations 2010 [Her Majesty's Stationery Office (HMSO), 06/04/2010, GBSI 2010 No. 1140] The Control of Artificial Optical Radiation at Work Regulations (Northern Ireland) 2010 [Her Majesty's Stationery Office (HMSO), SR of NI 2010 No. 180] Factories (Protection of Workers from Physical Agents) (Artificial Optical Radiation) Regulations 2010 [Gibraltar Gazette, 3801, 29/07/2010]</p>	<p>MHRA DB2008(03) Οδηγίες για την ασφαλή χρήση των λέιζερ, των συστημάτων με πηγές έντονου φωτός και των LED στην ιατρική, χειρουργική, οδοντιατρική και αισθητικές πρακτικές. HSG95 Η ασφάλεια της ακτινοβολίας των λέιζερ που χρησιμοποιούνται για σκοπούς προβολής.</p>

# Προσάρτημα Z — Ευρωπαϊκά και διεθνή πρότυπα

Υπάρχουν ορισμένα ευρωπαϊκά πρότυπα που αφορούν τα προϊόντα τα οποία εκπέμπουν οπτική ακτινοβολία, τα οποία προσδιορίζουν τα είδη εκπομπών και αναλύουν τα μέτρα προστασίας. Υπάρχουν επίσης ορισμένα διεθνή πρότυπα των οργανισμών ISO, IEC και CIE, τα οποία δεν έχουν δημοσιευθεί ως ευρωπαϊκά πρότυπα. Μια τρίτη ομάδα είναι τα έγγραφα καθοδήγησης, τα οποία έχουν δημοσιευθεί σε διεθνές επίπεδο, αλλά μπορεί να μην έχουν υιοθετηθεί από όλα τα κράτη μέλη.

Η συμπερίληψη ενός εγγράφου στο παρόν προσάρτημα δεν σημαίνει υποχρεωτικά ότι ένας εργοδότης πρέπει να το αποκτήσει και να το διαβάσει. Ωστόσο, ορισμένα από τα έγγραφα μπορεί να βοηθήσουν τους εργοδότες στην αξιολόγηση κινδύνων και τη διαχείρισή τους.

## Z.1. Ευρωπαϊκά πρότυπα

EN 165: 2005 Μέσα ατομικής προστασίας ματιών — Λεξιλόγιο

EN 166: 2002 Μέσα ατομικής προστασίας ματιών — Προδιαγραφές

EN 167: 2002 Μέσα ατομικής προστασίας ματιών — Μέθοδοι οπτικών δοκιμών

EN 168: 2002 Μέσα ατομικής προστασίας ματιών — Μέθοδοι μη οπτικών δοκιμών

EN 169: 2002 Μέσα ατομικής προστασίας ματιών — Φίλτρα για συγκόλληση και σχετικές εργασίες — Απαιτήσεις απορρόφησης και συνιστώμενη χρήση

EN 170: 2002 Μέσα ατομικής προστασίας ματιών — Φίλτρα υπεριώδους ακτινοβολίας — Απαιτήσεις απορρόφησης και συνιστώμενη χρήση

EN 171: 2002 Μέσα ατομικής προστασίας ματιών — Φίλτρα υπέρυθρης ακτινοβολίας — Απαιτήσεις διαπερατότητας και συνιστώμενη χρήση

EN 175: 1997 Ατομική προστασία — Εξοπλισμός προστασίας ματιών και προσώπου κατά τη διάρκεια συγκολλήσεων και σχετικών διεργασιών

EN 207: 1998 Φίλτρα και μέσα προστασίας ματιών από ακτινοβολία λέιζερ

EN 208: 1998 Μέσα προστασίας ματιών για ρυθμιστικές εργασίες σε λέιζερ και συστήματα λέιζερ

EN 349: 1993 Ασφάλεια μηχανών — Ελάχιστα διάκενα προς αποφυγή σύνθλιψης μερών του ανθρώπινου σώματος

EN 379: 2003 Μέσα ατομικής προστασίας ματιών — Αυτόματα φίλτρα συγκόλλησης

EN 953: 1997 Ασφάλεια μηχανημάτων — Προφυλακτήρες — Γενικές απαιτήσεις για τον σχεδιασμό και κατασκευή σταθερών και κινητών προφυλακτών

EN 1088: 1995 Ασφάλεια μηχανών — Διατάξεις μανδάλωσης συνδεδεμένες με τους προφυλακτήρες

EN 1598: 1997 Υγιεινή και ασφάλεια στις συγκολλήσεις και σε συναφείς διεργασίες — Διαφανή πετάσματα συγκόλλησης ταινίες και προπετάσματα για διεργασίες συγκόλλησης τόξου

EN ISO 11145: 2001 Οπτική και οπτικά όργανα. Λείζερ και εξοπλισμός σχετικός με τα λέιζερ. Λεξιλόγιο και σύμβολα

EN ISO 11146-1: 2005 Λείζερ και εξοπλισμός σχετικός με τα λέιζερ. Μέθοδοι δοκιμής για τα πλάτη ακτίνων λέιζερ, τις γωνίες απόκλισης και τους συντελεστές διάδοσης των ακτίνων. Στιγματικές και απλές αστιγματικές ακτίνες

EN ISO 11146-2: 2005 Λείζερ και εξοπλισμός σχετικός με τα λέιζερ. Μέθοδοι δοκιμής για τα πλάτη ακτίνων λέιζερ, τις γωνίες απόκλισης και τους συντελεστές διάδοσης των ακτίνων. Γενικές αστιγματικές ακτίνες

EN ISO 11149: 1997 Οπτική και οπτικά όργανα. Λείζερ και εξοπλισμός σχετικός με τα λέιζερ. Σύνδεσμοι οπτικής ίνας για μη τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές λέιζερ

EN ISO 11151-1: 2000 Λείζερ και εξοπλισμός σχετικός με τα λέιζερ. Πρότυπα οπτικά εξαρτήματα. Εξαρτήματα για την υπεριώδη, την ορατή και την σχεδόν υπέρυθρη φασματική περιοχή

EN ISO 11151-2: 2000 Λείζερ και εξοπλισμός σχετικός με τα λέιζερ. Πρότυπα οπτικά εξαρτήματα. Εξαρτήματα για την υπέρυθρη φασματική περιοχή

EN ISO 11252: 2004 Λείζερ και εξοπλισμός σχετικός με τα λέιζερ. Διάταξη λέιζερ. Ελάχιστες απαιτήσεις για τεκμηρίωση

EN ISO 11254-3: 2006 Λείζερ και εξοπλισμός σχετικός με τα λέιζερ. Προσδιορισμός του κατωφλιού βλάβης των οπτικών επιφανειών λόγω λέιζερ. Διασφάλιση της ισχύος (ενέργεια) του λέιζερ, δυνατότητες χειρισμού

EN ISO 11551: 2003 Οπτική και οπτικά όργανα. Λείζερ και εξοπλισμός σχετικός με τα λέιζερ. Μέθοδος δοκιμής για το βαθμό απορρόφησης οπτικών εξαρτημάτων για λέιζερ

EN ISO 11553-1: 2005 Ασφάλεια μηχανών. Μηχανές επεξεργασίας λέιζερ. Γενικές απαιτήσεις ασφαλείας

EN ISO 11553-2: 2007 Ασφάλεια των μηχανημάτων. Μηχανές επεξεργασίας λέιζερ. Απαιτήσεις ασφαλείας για συσκευές χειρός που διαχειρίζονται λέιζερ

EN ISO 11554: 2006 Οπτική και φωτονική. Λείζερ και εξοπλισμός σχετικός με τα λέιζερ. Μέθοδοι δοκιμής για ισχύ δέσμης ακτίνων, ενέργεια και προσωρινά χαρακτηριστικά

EN ISO 11670: 2003 Λείζερ και εξοπλισμός σχετικός με τα λέιζερ. Μέθοδοι δοκιμής για παραμέτρους ακτίνων λέιζερ. Ευστάθεια θέσης λέιζερ

EN ISO 11810-1: 2005 Λείζερ και εξοπλισμός σχετικός με τα λέιζερ. Μέθοδος δοκιμής και ταξινόμηση για την αντίσταση στο λέιζερ των χειρουργικών σκεπασμάτων ή/και των προστατευτικών καλυμμάτων ασθενών. Πρωτεύουσα ανάφλεξη και διείσδυση

EN ISO 11810-2: 2007 Λείζερ και εξοπλισμός σχετικός με τα λέιζερ. Μέθοδος δοκιμής και ταξινόμηση για την αντίσταση στο λέιζερ των χειρουργικών σκεπασμάτων ή/και των προστατευτικών καλυμμάτων ασθενών. Δευτερεύουσα ανάφλεξη

EN ISO 11990: 2003 Οπτική και οπτικά όργανα. Λείζερ και εξοπλισμός σχετικός με τα λέιζερ. Προσδιορισμός της αντίστασης σε λέιζερ του κορμού του τραχειακού σωλήνα

EN ISO 12005: 2003 Λείζερ και εξοπλισμός σχετικός με τα λέιζερ. Μέθοδοι δοκιμής για παραμέτρους ακτίνων λέιζερ. Πόλωση

EN ISO 12100-1: 2003 Ασφάλεια μηχανών — Βασικές έννοιες, γενικές αρχές σχεδιασμού — Μέρος 1: Βασική ορολογία, μεθοδολογία

EN ISO 12100-2: 2003 Ασφάλεια μηχανών — Βασικές έννοιες, γενικές αρχές σχεδιασμού — Μέρος 2: Τεχνικές αρχές

EN 12254: 1998 Πετάσματα σε χώρους εργασίας με λέιζερ. Απαιτήσεις ασφαλείας και δοκιμές

EN ISO 13694: 2001 Οπτική και οπτικά όργανα. Λείζερ και εξοπλισμός σχετικός με τα λέιζερ. Μέθοδοι δοκιμής για κατανομή πυκνότητας ισχύος δέσμης ακτίνων (ενέργεια)

EN ISO 13695: 2004 Οπτική και φωτονική. Λείζερ και εξοπλισμός σχετικός με τα λέιζερ. Μέθοδοι δοκιμής για τα φασματικά χαρακτηριστικά των λέιζερ

EN ISO 13697: 2006 Οπτική και φωτονική. Λείζερ και εξοπλισμός σχετικός με τα λέιζερ. Μέθοδοι δοκιμής για την κατοπτρική ανάκλαση και ομαλή μετάδοση οπτικών εξαρτημάτων για λέιζερ

EN 13857: 2008 Ασφάλεια μηχανών — Αποστάσεις ασφαλείας για την παρεμπόδιση της προσέγγισης των άνω και κάτω άκρων στις ζώνες κινδύνου

EN ISO 14121-1: 2007 Ασφάλεια των μηχανημάτων — Αξιολόγηση κινδύνου. Μέρος 1: Αρχές

EN 14255-1: 2005 Μέτρηση και αξιολόγηση της προσωπικής έκθεσης στην ασύμφωνη οπτική ακτινοβολία — Μέρος 1: Υπεριώδης ακτινοβολία που εκπέμπεται από τεχνητές πηγές στον εργασιακό χώρο

EN 14255-2: 2005 Μέτρηση και αξιολόγηση της προσωπικής έκθεσης στην ασύμφωνη οπτική ακτινοβολία — Μέρος 2: Ορατή και υπέρυθη ακτινοβολία εκπεμπόμενη από τεχνητές πηγές στον χώρο εργασίας

EN 14255-4: 2006 Μέτρηση και αξιολόγηση της προσωπικής έκθεσης στην ασύμφωνη οπτική ακτινοβολία — Μέρος 4: Ορολογία και οι ποσότητες που χρησιμοποιούνται στις μετρήσεις της έκθεσης στην υπεριώδη, την ορατή και την υπέρυθη ακτινοβολία

EN ISO 14408: 2005 Τραχειακοί σωλήνες σχεδιασμένοι για χειρουργική με λέιζερ. Απαιτήσεις για σήμανση και συνοδευτικές πληροφορίες

EN ISO 15367-1: 2003 Λέιζερ και εξοπλισμός σχετικός με τα λέιζερ. Μέθοδοι δοκιμής για τον προσδιορισμό του σχήματος του μετώπου κύματος μιας ακτίνας λέιζερ. Ορολογία και βασικές πτυχές

EN ISO 15367-2: 2005 Λέιζερ και εξοπλισμός σχετικός με τα λέιζερ. Μέθοδοι δοκιμής για τον προσδιορισμό του σχήματος του μετώπου κύματος μιας ακτίνας λέιζερ. Αισθητήρες Shack-Hartmann

EN ISO 17526: 2003 Οπτική και οπτικά όργανα. Λέιζερ και εξοπλισμός σχετικός με τα λέιζερ. Διάρκεια ζωής των λέιζερ

EN ISO 22827-1: 2005 Δοκιμές αποδοχής για τα μηχανήματα συγκόλλησης με ακτίνες λέιζερ Nd:YAG. Μηχανήματα με οπτικές ίνες. Συναρμολόγηση των λέιζερ

EN ISO 22827-2: 2005 Δοκιμές αποδοχής για τα μηχανήματα συγκόλλησης με ακτίνες λέιζερ Nd:YAG. Μηχανήματα με οπτικές ίνες. Μηχανισμός κίνησης

EN 60601-2-22: 1996 Ιατρικές ηλεκτρικές συσκευές Μέρος 2. Ειδικές απαιτήσεις για την ασφάλεια. Τμήμα 2.22. Προδιαγραφή για τις διαγνωστικές και θεραπευτικές συσκευές λέιζερ

EN 60825-1: 2007 Ασφάλεια προϊόντων λέιζερ. Μέρος 1: Ταξινόμηση εξοπλισμού και απαιτήσεις

EN 60825-2: 2004 Ασφάλεια προϊόντων λέιζερ. Μέρος 2: Ασφάλεια συστημάτων επικοινωνιών με οπτικές ίνες

EN 60825-4: 2006 Ασφάλεια προϊόντων λέιζερ. Μέρος 4: Προστατευτικά λέιζερ

EN 60825-12: 2004 Ασφάλεια προϊόντων λέιζερ. Μέρος 12: Ασφάλεια οπτικών συστημάτων επικοινωνιών ελεύθερου χώρου που χρησιμοποιούνται για μετάδοση πληροφοριών

EN 61040: 1993 Ανιχνευτές, όργανα και διατάξεις για τη μέτρηση της ισχύος και της ενέργειας ακτίνων λέιζερ

## Z.2. Ευρωπαϊκές κατευθυντήριες γραμμές

CLC/TR 50488: 2005 Οδηγίες για τα επίπεδα ικανότητας που απαιτούνται σε θέματα ασφάλειας των λέιζερ

## Z.3. Έγγραφα ISO, IEC και CIE

ISO/TR 11146-3: 2004 Λέιζερ και εξοπλισμός σχετικός με τα λέιζερ. Μέθοδοι δοκιμής για τα πλάτη ακτίνων λέιζερ, τις γωνίες απόκλισης και τους συντελεστές διάδοσης των ακτίνων. Ταξινόμηση, διάδοση και λεπτομέρειες των μεθόδων δοκιμής των εγγενών και γεωμετρικών ακτίνων λέιζερ

ISO TR 11991: 1995 Οδηγίες για τη διαχείριση των αναπνευστικών οδών κατά τη διάρκεια χειρουργικής επέμβασης με λέιζερ στις άνω αναπνευστικές οδούς

ISO/TR 22588: 2005 Οπτική και φωτονική. Λέιζερ και εξοπλισμός σχετικός με τα λέιζερ. Μέτρηση και αξιολόγηση των επιπτώσεων λόγω απορρόφησης στα οπτικά εξαρτήματα για λέιζερ

IEC/TR 60825-3: 2008 Ασφάλεια προϊόντων λέιζερ. Μέρος 3: Οδηγίες για θεάματα και προβολές με λέιζερ

IEC TR 60825-5: 2003 Ασφάλεια προϊόντων λέιζερ. Μέρος 5: Λίστα ελέγχου κατασκευαστών για το πρότυπο IEC 60825-1

IEC/TR 60825-8: 2006 Ασφάλεια προϊόντων λέιζερ. Μέρος 8: Κατευθυντήριες γραμμές για την ασφαλή χρήση των ακτίνων λέιζερ στον άνθρωπο

IEC/TR 60825-13: 2006 Ασφάλεια προϊόντων λέιζερ. Μέρος 13: Μετρήσεις για την ταξινόμηση των προϊόντων λέιζερ

IEC TR 60825-14: 2004 Ασφάλεια προϊόντων λέιζερ. Μέρος 14: Οδηγίες για τον χρήστη

IEC 62471: 2006 Φωτοβιολογική ασφάλεια λαμπτήρων και συστήματα λαμπτήρων

CIE S 004-2001: Χρώματα των φωτεινών σημάτων

ISO 16508/CIE S006.1/E-1999: Κοινό πρότυπο ISO/CIE: Φώτα οδικής κυκλοφορίας — Φωτομετρικές ιδιότητες σημάτων Roundel 200 mm

ISO 17166/CIE S007/E-1999: Κοινό πρότυπο ISO/CIE: Φάσμα δράσης αναφοράς ερυθήματος και πρότυπη δόση ερυθήματος

ISO 8995-1: 2002(E)/CIE S 008/E: 2001: Κοινό πρότυπο ISO/CIE: Φωτισμός χώρων εργασίας — Μέρος 1: Εσωτερικοί χώροι [περιλ. τεχνικό διορθωτικό ISO 8995:2002/Cor. 1:2005(E)]

CIE S 009/D: 2002: Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen

ISO 23539: 2005(E)/CIE S 010/E: 2004: Κοινό πρότυπο ISO/CIE: Φωτομετρία — Το σύστημα φυσικής φωτομετρίας της CIE

ISO 23603: 2005(E)/CIE S 012/E: 2004: Κοινό πρότυπο ISO/CIE: Πρότυπη μέθοδος εκτίμησης της φασματικής ποιότητας των εξομοιωτών φωτός ημέρας για την οπτική αξιολόγηση και τη μέτρηση του χρώματος

CIE S 015: 2005: Φωτισμός εξωτερικών χώρων εργασίας

ISO 8995-3: 2006(E)/CIE S 016/E: 2005: Κοινό πρότυπο ISO/CIE: Φωτισμός χώρων εργασίας — Μέρος 3: Απαιτήσεις φωτισμού για την ασφάλεια των εξωτερικών χώρων εργασίας

ISO 28077: 2006(E)/CIE S 019/E: 2006: Κοινό πρότυπο ISO/CIE: Φάσμα δράσης της φωτοκαρκινογένεσης (καρκίνοι του δέρματος πλην μελανώματος)

ISO 30061: 2007(E)/CIE S 020/E: 2007: Φωτισμός κινδύνου



# Προσάρτημα Η — Φωτοευαισθησία

## H.1. Τι είναι η φωτοευαισθησία;

Οι χημικές αντιδράσεις που προκαλούνται από την ορατή ή υπεριώδη ακτινοβολία είναι φυσικές διεργασίες και είναι σημαντικές για την επιβίωση των ζωντανών οργανισμών. Ονομάζονται επίσης φωτοχημικές αντιδράσεις: η ενέργεια πρέπει πρώτα να απορροφηθεί από ένα μόριο ή ένα ζωντανό κύτταρο ώστε να το διεγείρει και να προκαλέσει την αντίδραση.

Υπό κανονικές συνθήκες, το αποτέλεσμα είναι θετικό και δεν προκαλείται καμία βλάβη στον οργανισμό, και στη συγκεκριμένη περίπτωση στο δέρμα.

Ωστόσο, η απορρόφηση, η κατάποση ή η εισπνοή συγκεκριμένων ουσιών μπορεί να προκαλέσει πολύ σοβαρές επιπτώσεις και να δημιουργήσει πραγματικές βλάβες, όπως οξύ ηλιακό έγκαυμα κατά αρκετές τάξεις μεγέθους. Οι ουσίες αυτές είναι γνωστές ως «φωτοευαισθητοποιητές».

Μερικές φορές, οι ανεπιθύμητες ενέργειες (όπως ηλιακά εγκαύματα, φουσκάλες, φαγούρα) μπορεί να εμφανιστούν σχεδόν αμέσως.

Οι μακροπρόθεσμες συνέπειες της επανειλημμένης έκθεσης κατά την επαφή με φωτοευαισθητοποιούς παράγοντες μπορεί, σε ορισμένες περιπτώσεις, να είναι η αύξηση του κινδύνου ανάπτυξης χρόνιων ασθενειών (π.χ. επιτάχυνση της γήρανσης του δέρματος ή καρκίνου του δέρματος).

Οι περισσότεροι φωτοευαισθητοποιητές απορροφούν στο φάσμα UVA και σε μικρότερο βαθμό στην περιοχή UVB ή την ορατή περιοχή. Βρίσκονται παντού στο περιβάλλον,

στην καθημερινή σας ζωή: ειδικά φάρμακα, όπως ουσίες για τη ρύθμιση της καρδιάς ή κατά της υπέρτασης, ορισμένες ουσίες σε λαχανικά, ουσίες για την προστασία του ξύλου, όπως το καρβονύλιο, φυτά κήπου, αρώματα και καλλυντικά·

στο εργασιακό σας περιβάλλον: βαφές, φυτοφάρμακα, μελάνια εκτύπωσης, πρόσθετα τροφίμων για τα ζώα·

σε ένα ιατρικό περιβάλλον: φωτοθεραπεία, αντιβακτηριακές ουσίες, ηρεμιστικά, διουρητικά, θεραπείες κατά των λοιμώξεων.

Η απαρίθμηση αυτή δεν είναι περιοριστική. Επιπλέον, οι φωτοευαισθητοποιητές που χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ζωή ή έχουν ιατρική προέλευση μπορεί να επηρεάσουν σαφώς την ευαισθησία σας στην επαγγελματική έκθεση.

Οι βλαβερές επιπτώσεις εξαρτώνται από το είδος και την απορροφούμενη/λαμβανόμενη/εισπνεόμενη ποσότητα της φωτοευαισθητοποιού ουσίας, την ένταση και τη διάρκεια της έκθεσης και τη γενετική σύσταση (π.χ. τον τύπο του δέρματος) του κάθε ατόμου.

## H.2. Εργασιακές παράμετροι και μη

Όπως διαπιστώνετε, οι αρνητικές επιπτώσεις που οφείλονται στην έκθεση στην υπεριώδη ή την ορατή ακτινοβολία με την παρουσία φωτοευαισθητοποιών παραγόντων μπορεί να επηρεάσουν οποιονδήποτε και μπορεί να προκύψουν είτε από επαγγελματικές ή μη επαγγελματικές δραστηριότητες.

Επιπλέον, βασικός παράγοντας είναι η φυσική ακτινοβολία που παράγεται από τον ήλιο.

Καθώς οι αρνητικές επιπτώσεις λόγω της έκθεσης σε φυσικές πηγές ακτινοβολίας δεν εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής της οδηγίας αυτής, αναφέρονται απλώς ενημερωτικά.

## H.3. Τι πρέπει να κάνετε ως εργοδότες;

Η οδηγία προβλέπει ότι ο εργοδότης οφείλει να διενεργήσει αξιολόγηση κινδύνων λαμβάνοντας υπόψη τους κινδύνους που οφείλονται στην έκθεση σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία.

Μία από τις υποχρεώσεις του εργοδότη είναι να ενημερώσει το προσωπικό για κάθε πιθανό κίνδυνο. Η ενημέρωση όσον αφορά τους πιθανούς κινδύνους που οφείλονται σε φωτοευαισθητοποιούς παράγοντες είναι σημαντική.

#### **Η.4. Τι να κάνετε εάν η εργασία σας συνεπάγεται έκθεση σε πηγές τεχνητής οπτικής ακτινοβολίας σε συνδυασμό με φωτοευαισθητοποιούς ουσίες;**

Όταν ο εργοδότης πραγματοποιεί μια αξιολόγηση κινδύνων, δεν μπορεί να γνωρίζει κάποια ειδική περίπτωση, όπως ότι ένας εργαζόμενος παρακολουθεί ιατρική αγωγή με «φωτοευαισθητοποιητικά» φάρμακα, ότι χρησιμοποιεί «φωτοευαισθητοποιητικά» προϊόντα για την ανακαίνιση του σπιτιού του ή ότι χρησιμοποιεί «φωτοευαισθητοποιητικές» ουσίες στα χόμπι του (βαφές, μελάνια, κόλλα) κ.λπ.

Όταν αρχίζετε μια ιατρική θεραπεία με ειδικά «φωτοευαισθητοποιητικά» φάρμακα, ο γιατρός θα πρέπει να σας προειδοποιήσει σχετικά με τις πιθανές αρνητικές επιπτώσεις της έκθεσης στο ηλιακό φως. Η έκθεση στο ηλιακό φως κάποιες φορές απαγορεύεται ρητά. Σε τέτοια περίπτωση, είναι επίσης σκόπιμο να αποφευχθεί η υπερβολική έκθεση κατά την εργασία σε τεχνητή (και φυσική) ή υπεριώδη ακτινοβολία. Διαβάζετε πάντα την ετικέτα! Συνιστάται να ενημερώσετε τον εργοδότη σας οι ίδιοι ή χρησιμοποιώντας τα υφιστάμενα κανάλια ή διαδικασίες στη χώρα σας.

Αν παρατηρήσετε κάποια αρνητική επίπτωση στο δέρμα σας, επισκεφθείτε χωρίς καθυστέρηση κάποιον γιατρό. Αν υποψιάζεστε ότι έχει επαγγελματική προέλευση, ενημερώστε τον γιατρό σας. Εάν υποψιάζεστε ότι η αιτία είναι επαγγελματική, συνιστάται και πάλι να ενημερώσετε τον εργοδότη σας οι ίδιοι ή χρησιμοποιώντας τα υφιστάμενα κανάλια ή διαδικασίες στη χώρα σας. Μόνο έτσι θα μπορέσουν να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες προσαρμογές των συνθηκών εργασίας σας.

# Προσάρτημα Θ — Πηγές

## Θ.1. Διαδίκτυο

Οι κατάλογοι αυτοί είναι ενδεικτικοί· η μνεία τους δεν συνεπάγεται έγκριση ή σύσταση του περιεχομένου αυτών των εξωτερικών δικτυακών τόπων.

## Θ.2. Συμβουλευτικές/Ρυθμιστικές

Ευρωπαϊκή Ένωση

Χώρα	Οργανισμός	Δικτυακός τόπος
Αυστρία	AUVA	<a href="http://www.auva.at">http://www.auva.at</a>
Βέλγιο	Institut pour la Prevention, la Protection et le Bien-Être au Travail	<a href="http://www.prevent.be/net/net01.nsf">http://www.prevent.be/net/net01.nsf</a>
Κύπρος	Ημερίδα με θέμα: Ασφαλής Πρόσδεση Φορτίων	<a href="http://www.cyscha.org.cy">http://www.cyscha.org.cy</a>
Τσεχική Δημοκρατία	Εθνικό ινστιτούτο δημόσιας υγείας, Τσεχική Δημοκρατία	<a href="http://www.czu.cz">http://www.czu.cz</a>
	Centrum bezpečnosti práce a rožární ochrany	<a href="http://www.civop.cz">http://www.civop.cz</a>
Δανία	Δανική αρχή για το εργασιακό περιβάλλον	<a href="http://www.at.dk">http://www.at.dk</a>
Εσθονία	Tööinspektsioon	<a href="http://www.ti.ee">http://www.ti.ee</a>
Φινλανδία	Työterveyslaitos	<a href="http://www.occuphealth.fi">http://www.occuphealth.fi</a>
Γαλλία	Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail	<a href="http://www.afsset.fr">http://www.afsset.fr</a>
Γερμανία	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin	<a href="http://www.baua.de">http://www.baua.de</a>
	Berufsgenossenschaft Elektro Textil Feinmechanik	<a href="http://www.bgetf.de">http://www.bgetf.de</a>
Ελλάδα	Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας	<a href="http://www.elinyae.gr">http://www.elinyae.gr</a>
Ουγγαρία	Δημόσιο ίδρυμα ερευνών για την επαγγελματική ασφάλεια	<a href="http://www.mkk.org.hu">http://www.mkk.org.hu</a>
Ιρλανδία	Health and Safety Authority	<a href="http://www.HSA.ie">http://www.HSA.ie</a>
Ιταλία	Εθνικό ινστιτούτο επαγγελματικής ασφάλειας και πρόληψης	<a href="http://www.ispes.it">http://www.ispes.it</a>
Λετονία	Ινστιτούτο επαγγελματικής και περιβαλλοντικής υγείας	<a href="http://home.parks.lv/ioeh">http://home.parks.lv/ioeh</a>
Λουξεμβούργο	Inspection du Travail et des Mines	<a href="http://www.itm.lu/itm">http://www.itm.lu/itm</a>
Μάλτα	Αρχή για την επαγγελματική υγεία και ασφάλεια	<a href="http://www.ohsa.org.mt">http://www.ohsa.org.mt</a>
Κάτω Χώρες	TNO Work and Employment	<a href="http://www.arbeid.tno.nl">http://www.arbeid.tno.nl</a>
Πολωνία	Κεντρικό ινστιτούτο για την προστασία της εργασίας	<a href="http://www.ciop.pl">http://www.ciop.pl</a>
Πορτογαλία	Autoridade para as Condições do Trabalho	<a href="http://www.act.gov.pt">http://www.act.gov.pt</a>
Ρουμανία	Ινστιτούτο δημόσιας υγείας	<a href="http://www.pub-health-iasi.ro">http://www.pub-health-iasi.ro</a>
Σλοβακία	Αρχή δημόσιας υγείας της Σλοβακικής Δημοκρατίας	<a href="http://www.uvzsr.sk">http://www.uvzsr.sk</a>
Σλοβενία	Υπουργείο εργασίας, οικογένειας και κοινωνικών υποθέσεων	<a href="http://www.mddsz.gov.si">http://www.mddsz.gov.si</a>
Ισπανία	Εθνικό ινστιτούτο για την ασφάλεια και την υγιεινή στην εργασία	<a href="http://www.insht.es/portal/site/Insht">http://www.insht.es/portal/site/Insht</a>
	Σύνδεσμος για την πρόληψη των ατυχημάτων	<a href="http://www.apa.es">http://www.apa.es</a>
Σουηδία	Σουηδική υπηρεσία προστασίας από την ακτινοβολία	<a href="http://www.ssi.se">http://www.ssi.se</a>
Ηνωμένο Βασίλειο	Υπηρεσία προστασίας της υγείας (Health Protection Agency)	<a href="http://www.hpa.org.uk">http://www.hpa.org.uk</a>
	Εκτελεστική αρχή για την υγεία και την ασφάλεια (Health and Safety Executive)	<a href="http://www.hse.gov.uk">http://www.hse.gov.uk</a>

#### Διεθνείς

Οργανισμός	Δικτυακός τόπος
Διεθνής επιτροπή για την προστασία από τις μη ionτίζουσες ακτινοβολίες	<a href="http://www.icnirp.de">http://www.icnirp.de</a>
Διεθνής επιτροπή φωτισμού	<a href="http://www.cie.co.at">http://www.cie.co.at</a>
Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας	<a href="http://www.who.int">http://www.who.int</a>
Αμερικανική ένωση υγειονολόγων βιομηχανίας	<a href="http://www.acgih.org">http://www.acgih.org</a>
Ευρωπαϊκή συνομοσπονδία συνδικάτων	<a href="http://www.etuc.org">http://www.etuc.org</a> <a href="http://hesa.etui-rehs.org">http://hesa.etui-rehs.org</a>
Ευρωπαϊκή συμμαχία για τη δημόσια υγεία	<a href="http://www.epha.org/r/64">http://www.epha.org/r/64</a>
Ευρωπαϊκός Οργανισμός για την Ασφάλεια και την Υγεία στην Εργασία	<a href="http://osha.europa.eu/">http://osha.europa.eu/</a>
Διεθνής επιτροπή για την επαγγελματική υγεία	<a href="http://www.icohweb.org">http://www.icohweb.org</a>

#### Αλλοδαπές

Χώρα	Οργανισμός	Δικτυακός τόπος
ΗΠΑ	Αμερικανική υπηρεσία τροφίμων και φαρμάκων, Κέντρο συσκευών και ακτινολογικής υγείας	<a href="http://www.fda.gov/cdrh/">http://www.fda.gov/cdrh/</a>
ΗΠΑ	Αμερικανική υπηρεσία τροφίμων και φαρμάκων, Βάση δεδομένων για τα ιατρικά ατυχήματα	<a href="http://www.accessdata.fda.gov">http://www.accessdata.fda.gov</a>
ΗΠΑ	Κέντρο στρατού Ηνωμένων Πολιτειών για την προώθηση της υγείας και την προληπτική ιατρική, Πρόγραμμα για τα λέιζερ και την οπτική ακτινοβολία	<a href="http://chppm-www.apgea.army.mil/laser/laser.html">http://chppm-www.apgea.army.mil/laser/laser.html</a>
Αυστραλία	Οργανισμός για την προστασία από την ακτινοβολία και την πυρηνική ασφάλεια	<a href="http://www.arpansa.gov.au">http://www.arpansa.gov.au</a>

### Θ.3. Πρότυπα

Οργανισμός	Δικτυακός τόπος
Διεθνής ηλεκτροτεχνική επιτροπή	<a href="http://www.iec.ch">http://www.iec.ch</a>
Ευρωπαϊκή επιτροπή ηλεκτροτεχνικής τυποποίησης	<a href="http://www.cenelec.eu">http://www.cenelec.eu</a>
Ευρωπαϊκή επιτροπή τυποποίησης	<a href="http://www.cen.eu">http://www.cen.eu</a>
Διεθνής οργανισμός τυποποίησης	<a href="http://www.iso.org">http://www.iso.org</a>
Αμερικανικό εθνικό ινστιτούτο προτύπων	<a href="http://www.ansi.org">http://www.ansi.org</a>
Αμερικανικά πρότυπα για την ασφάλεια των λέιζερ	<a href="http://www.z136.org">http://www.z136.org</a>

### Θ.4. Ενώσεις/Κατάλογος ιστοσελίδων

Οργανισμός	Δικτυακός τόπος
Ευρωπαϊκή εταιρεία οπτικής	<a href="http://www.myeos.org">http://www.myeos.org</a>
SPIE	<a href="http://www.spie.org">http://www.spie.org</a>
Αμερικανική εταιρεία οπτικής	<a href="http://www.osa.org">http://www.osa.org</a>
Αμερικανικό ινστιτούτο για τα λέιζερ	<a href="http://www.laserinstitute.org">http://www.laserinstitute.org</a>
Ένωση χρηστών λέιζερ	<a href="http://www.ailu.org.uk">http://www.ailu.org.uk</a>
Ινστιτούτο φυσικής	<a href="http://www.iop.org">http://www.iop.org</a>
Ινστιτούτο φυσικής και τεχνολογίας στην ιατρική	<a href="http://www.ipem.org.uk">http://www.ipem.org.uk</a>
Βρετανική ένωση ιατρικών λέιζερ	<a href="http://www.bmla.co.uk">http://www.bmla.co.uk</a>
Ευρωπαϊκή ένωση κατασκευαστών θερμαντήρων αερίου φωτεινής ακτινοβολίας	<a href="http://www.elvhis.com">http://www.elvhis.com</a>

## Θ.5. Περιοδικά

<http://www.optics.org>

Opto & Laser Europe

<http://www.health-physics.com>

Περιοδικό Health Physics

[http://www.oxfordjournals.org/our\\_journals/rpd/about.html](http://www.oxfordjournals.org/our_journals/rpd/about.html)

Αναζήτηση αποσπασμάτων από δημοσιεύσεις σχετικές με τα λέιζερ στο Radiation Protection Dosimetry

<http://lfw.pennnet.com/home.cfm>

Αμερικανικό μηνιαίο περιοδικό οπτικής Laser Focus World

<http://www.photonics.com>

Photonics Spectra, Europhotonics and BioPhotonics

<http://scitation.aip.org/jla/>

Περιοδικό για τις εφαρμογές λέιζερ

<http://www.springerlink.com/content/1435-604X/>

Περιοδικό Lasers in Medical Science

[fibers.org/fibresystems/schedule/fse.cfm](http://fibers.org/fibresystems/schedule/fse.cfm)

Περιοδικό Fibre Systems Europe

<http://www.laserist.org/Laserist/>

Περιοδικό Laserist του οργανισμού International Laser Display Association

<http://www.ledsmagazine.com>

Ηλεκτρονικό περιοδικό που αφορά τις εφαρμογές των LED

<http://www.ils-digital.com>

Περιοδικό Industrial Laser Solutions

<http://www.rp-photonics.com/encyclopedia.html>

Ηλεκτρονική εγκυκλοπαίδεια που αναλύει διάφορα θέματα σχετικά με τα λέιζερ και την οπτική

## Θ.6. CD, DVD και άλλες πηγές

Πηγή	Πάροχος	Παρατηρήσεις
Limits CD	Αυστριακά ερευνητικά κέντρα	Ένα διαδραστικό σύστημα κατάρτισης (αγγλικά και γερμανικά) για την ασφάλεια των λέιζερ στη βιομηχανία και την έρευνα. Το CD περιλαμβάνει ένα βίντεο 30 λεπτών που αναλύει τα εννέα κεφάλαια του CD. Η παρακολούθηση των κεφαλαίων μπορεί επίσης να γίνει ανεξάρτητα από το βίντεο. Περιλαμβάνει μια δοκιμαστική ενότητα (πολλαπλής επιλογής) και ένα γλωσσάριο.
LIA — Mastering Light — Laser Safety DVD	LIA	Αναλύει τις εφαρμογές, τους τύπους λέιζερ, τους κινδύνους των λέιζερ, τα μέτρα ελέγχου, τα σήματα και τις επιγραφές, τη φύλαξη των γυαλιών οράσεως κ.λπ. Περιλαμβάνει λεπτομέρειες της παλαιότερης κατάταξης των λέιζερ.
Laser Safety in Higher Education on DVD	Πανεπιστήμιο του Southampton	Αναλύει θέματα σχετικά με την ακτινοβολία λέιζερ και το σώμα, τα μέτρα ασφαλείας, τα φίλτρα ουδέτερης πυκνότητας κ.λπ. Περιλαμβάνει λεπτομέρειες για την παλαιότερη κατάταξη των λέιζερ.
LIA — CLSOs' Best Practices in Laser Safety on CD	LIA	Βιβλίο + CD. Το CD περιέχει παρουσιάσεις PowerPoint των κεφαλαίων 5.2.1.1 και 5.2.1.3. Το βιβλίο προορίζεται να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για την ανάπτυξη ενός προγράμματος για την ασφάλεια των λέιζερ.
Prevention of Labour Risks on CD	INSHT	Προχωρημένο πρόγραμμα κατάρτισης για την άσκηση καθηκόντων ανωτέρου επιπέδου. Έκδοση 2.
Guide to Laser Safety	Laservision	Φυλλάδιο (αγγλικά και γερμανικά). Το φυλλάδιο αυτό εξετάζει κυρίως θέματα σχετικά με τα προστατευτικά γυαλιά και τα φίλτρα προστασίας από την ακτινοβολία λέιζερ.
Laser-Augenschutz Filter-Select	BGETF	Διαδραστική βάση δεδομένων ACCESS για τα γυαλιά λέιζερ.

# Προσάρτημα I — Γλωσσάριο

## Ακτινοβόληση

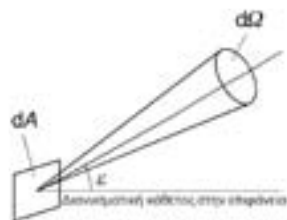
(προς μια δεδομένη κατεύθυνση σε ένα δεδομένο σημείο μιας πραγματικής ή φανταστικής επιφάνειας)

Ποσότητα που ορίζεται από τον τύπο

$$L = \frac{d\Phi}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega}$$

όπου:

$d\Phi$  είναι η ισχύς (ροή) της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από μια στοιχειώδη δέσμη η οποία διέρχεται από ένα δεδομένο σημείο και διαδίδεται στη στερεά γωνία  $d\Omega$  που περιέχει τη συγκεκριμένη κατεύθυνση.



Σχηματική αναπαράσταση ορισμού της ακτινοβόλησης

$dA$  είναι το εμβαδόν ενός τμήματος της εν λόγω δέσμης που περιέχει το δεδομένο σημείο.

$\theta$  είναι η γωνία μεταξύ της καθέτου του εν λόγω τμήματος και της κατεύθυνσης της δέσμης

Σύμβολο: L

Μονάδα SI:  $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$

## Ακτινοβολισμός

(σε ένα σημείο της επιφάνειας)

Πηλίκιο ενός περιστατικού ροής ακτινοβολίας  $d\Phi$  σε ένα στοιχείο της επιφάνειας που περιέχει το σημείο προς το εμβαδόν  $dA$  του εν λόγω στοιχείου, π.χ.,

$$E = \frac{d\Phi}{dA}$$

Μονάδα SI:  $W \cdot m^{-2}$

## Αντίδραση αποστροφής, εκούσια ή ακούσια

Κλείσιμο των βλεφάρων, κινήσεις των οφθαλμών, στένωση της κόρης ή κίνηση της κεφαλής για την αποφυγή της έκθεσης σε κάποιο ερέθισμα οπτικής ακτινοβολίας

## Απόσταση κινδύνου

Ελάχιστη απόσταση από την πηγή όπου η ακτινοβολή/ο ακτινοβολισμός είναι κατώτερος της ισχύουσας οριακής τιμής έκθεσης (OTE)

## Απόσταση κινδύνου για το δέρμα

Απόσταση στην οποία ο ακτινοβολισμός υπερβαίνει το ισχύον όριο έκθεσης του δέρματος για οκτώ ώρες έκθεσης

Μονάδα: m

## Ασύμφωνη ακτινοβολία

Οποιαδήποτε οπτική ακτινοβολία εκτός της ακτινοβολίας λέιζερ

## Έκθεση σε ακτινοβολία

Πηλίκιο ενός περιστατικού ακτινοβόλου ενέργειας  $dQ$  σε ένα στοιχείο της επιφάνειας που περιέχει το σημείο σε μια δεδομένη διάρκεια προς το εμβαδόν  $dA$  του εν λόγω στοιχείου

$$H = \frac{dQ}{dA}$$

Αντίστοιχα, το ολοκλήρωμα του ακτινοβολισμού  $E$  σε ένα δεδομένο σημείο για μια δεδομένη χρονική διάρκεια  $\Delta t$

$$H = \int_{\Delta t} E \cdot dt$$

Μονάδα SI:  $J \cdot m^{-2}$

## Ένταση φωτισμού ( $E_v$ )

(σε ένα σημείο της επιφάνειας)

Πηλίκιο ενός περιστατικού φωτεινής ροής  $d\Phi_v$  σε ένα στοιχείο της επιφάνειας που περιέχει το σημείο προς το εμβαδόν  $dA$  του εν λόγω στοιχείου

$$E_v = \frac{d\Phi_v}{dA}$$

Μονάδα: lux (lx)

## Θερμικός κίνδυνος για τον αμφιβληστροειδή

Πιθανότητα τραυματισμού του ματιού λόγω έκθεσης σε οπτική ακτινοβολία στην περιοχή μήκους κύματος 380–1 400 nm

### Κίνδυνος κυανού φωτός

Πιθανότητα φωτοχημικά προκαλούμενου τραυματισμού του αμφιβληστροειδή λόγω έκθεσης σε οπτική ακτινοβολία στην περιοχή μήκους κύματος 300 nm έως 700 nm

### Κίνδυνος υπεριώδους ακτινοβολίας

Πιθανότητα οξειών και χρόνιων δυσμενών επιπτώσεων στο δέρμα και τα μάτια λόγω έκθεσης σε οπτική ακτινοβολία στην περιοχή μήκους κύματος 180 nm έως 400 nm

### Ονομαστική ζώνη κινδύνου για τα μάτια (OHD)

Απόσταση στην οποία ο ακτινοβολισμός της δέσμης ή η έκθεση σε ακτινοβολία ισούται με τις ισχύουσες ΟΤΕ των ματιών

### Οπτική ακτινοβολία

Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε μήκος κύματος μεταξύ της περιοχής μετάβασης σε ακτίνες Χ (μήκος κύματος περίπου 1 nm) και της περιοχής μετάβασης σε ραδιοκύματα (μήκος κύματος περίπου  $10^6$  nm)

### Ορατή ακτινοβολία

Οποιαδήποτε οπτική ακτινοβολία που μπορεί να προκαλέσει άμεση οπτική αίσθηση

*Σημείωση:* Δεν υπάρχουν συγκεκριμένα όρια για τη φασματική περιοχή της ορατής ακτινοβολίας, διότι εξαρτάται από την ισχύ της ακτινοβολίας που προσπίπτει στον αμφιβληστροειδή και την απόκριση του παρατηρητή. Το κατώτατο όριο είναι κατά κανόνα μεταξύ 360 nm και 400 nm και το ανώτατο όριο μεταξύ 760 nm και 830 nm.

### Οριακή τιμή έκθεσης (ΟΤΕ)

Ανώτατο επίπεδο έκθεσης του ματιού ή του δέρματος που δεν αναμένεται να προκαλέσει αρνητικές βιολογικές επιδράσεις

### Περιοχή κινδύνου για τον αμφιβληστροειδή

Φασματική περιοχή από τα 380 nm έως τα 1 400 nm (ορατή συν IR-A), εντός της οποίας τα κανονικά οπτικά μέσα μεταδίδουν οπτική ακτινοβολία στον αμφιβληστροειδή

### Συνάρτηση στάθμισης κινδύνου υπεριώδους ακτινοβολίας

Συνάρτηση φασματικής στάθμισης που χρησιμοποιείται για σκοπούς προστασίας της υγείας και αντικατοπτρίζει τον συνδυασμό των οξειών επιδράσεων της υπεριώδους ακτινοβολίας στα μάτια και το δέρμα

### Συνάρτηση στάθμισης του θερμικού κινδύνου για τον αμφιβληστροειδή

Συνάρτηση φασματικής στάθμισης που αντικατοπτρίζει τις θερμικές επιπτώσεις της ορατής και της υπέρυθρης ακτινοβολίας στον αμφιβληστροειδή

Σύμβολο: R(λ)

Μονάδα SI: άνευ διαστάσεων

### Συνάρτηση στάθμισης του κινδύνου κυανού φωτός

Συνάρτηση στάθμισης του φάσματος που αντικατοπτρίζει τις φωτοχημικές επιπτώσεις της υπεριώδους και ορατής ακτινοβολίας στον αμφιβληστροειδή

Σύμβολο: B(λ)

Μονάδα SI: άνευ διαστάσεων

### Υπεριώδης ακτινοβολία (UV)

Οπτική ακτινοβολία της οποίας τα μήκη κύματος είναι μικρότερα από εκείνα της ορατής ακτινοβολίας

Στην υπεριώδη ακτινοβολία, το φάσμα μεταξύ 100 nm και 400 nm συνήθως υποδιαιρείται στις εξής κατηγορίες:

UVA, από 315 nm έως 400 nm

UVB, από 280 nm έως 315 nm

UVC, από 100 nm έως 280 nm

Η υπεριώδης ακτινοβολία στην περιοχή μήκους κύματος κάτω από τα 180 nm (υπεριώδες κενού) απορροφάται σε μεγάλο βαθμό από το οξυγόνο στην ατμόσφαιρα

### Υπέρυθρη ακτινοβολία (IR)

Οπτική ακτινοβολία της οποίας τα μήκη κύματος είναι μεγαλύτερα από εκείνα της ορατής ακτινοβολίας

Στην υπέρυθρη ακτινοβολία, το φάσμα μεταξύ 780 nm και  $10^6$  nm συνήθως υποδιαιρείται στις εξής κατηγορίες:

IRA (780 nm έως 1 400 nm)

IRB (1 400 nm έως 3 000 nm)

IRC (3 000 nm έως  $10^6$  nm)

## Φωτεινότητα

Ποσότητα που ορίζεται από τον τύπο

$$L_v = \frac{d\Phi_v}{dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega}$$

όπου:

$d\Phi_v$  είναι η φωτεινή ροή που εκπέμπεται από μια στοιχειώδη δέσμη η οποία διέρχεται από ένα δεδομένο σημείο και διαδίδεται στη στερεά γωνία  $d\Omega$  που περιέχει τη συγκεκριμένη κατεύθυνση.

$dA$  είναι το εμβαδόν ενός τμήματος της εν λόγω δέσμης που περιέχει το δεδομένο σημείο.

$\theta$  είναι η γωνία μεταξύ της καθέτου του εν λόγω τμήματος και της κατεύθυνσης της δέσμης

Σύμβολο:  $L_v$

Μονάδα:  $\text{cd m}^{-2}$



# Προσάρτημα ΙΑ — Βιβλιογραφία

## ΙΑ.1. Ιστορία των λέιζερ

Bertolotti, M., *The History of the Laser*, Institute of Physics Publishing, 2005.

Hecht, Jeff, *Beam: The Race to Make the Laser*, Oxford University Press, 2005.

Maiman, Theodore, *The Laser Odyssey*, Laser Press, 2000.

Taylor, Nick, *Laser: The Inventor, the Nobel Laureate, and the Thirty-Year Patent War*, iUniverse.com, 2007.

Townes, Charles H., *How the Laser Happened — Adventures of a Scientist*, Oxford University Press, 1999.

## ΙΑ.2. Ιατρικά λέιζερ

Niemz, Markolf H., *Laser-Tissue Interactions — Fundamentals and Applications*, Springer, 2004.

Sliney, D., and Trokel, S., *Medical Lasers and their Safe Use*, Springer-Verlag, New York, 1993.

## ΙΑ.3. Ασφάλεια των λέιζερ και της οπτικής ακτινοβολίας

Barat, Ken, *Laser Safety Management*, CRC Press/Taylor & Francis, 2006.

Henderson, Roy, and Schulmeister, Karl, *Laser Safety*, Institute of Physics Publishing, 2003.

Sliney, D., and Wolbarsht, M., *Safety with Lasers and Other Optical Sources*, Plenum, New York, 1980.

Sutter, Ernst, *Schutz vor optischer Strahlung*, VDE Verlag, 2002.

*The Use of Lasers in the Workplace: A Practical Guide*, International Labour Office, Geneva, 1993.

Winburn, D. C., *Practical Laser Safety*, Marcel Dekker Inc., New York, 1985.

## ΙΑ.4. Τεχνολογία και ιστορία των λέιζερ

Chang, William S. C., *Principles of Lasers and Optics*, Cambridge University Press, 2005.

Hitz, Breck, Ewing, J. J., and Hecht, Jeff, *Introduction to Laser Technology*, IEEE Press, 2001.

Paschotta, Rüdiger, *Field Guide to Lasers*, SPIE Press, 2008.

Webb, Colin, and Jones, Julian (εκδ.), *Handbook of Laser Technology and Applications*, Institute of Physics Publishing, 2004

- Volume 1: Principles
- Volume 2: Laser Design and Laser Systems
- Volume 3: Applications.

## ΙΑ.5. Κατευθυντήριες γραμμές και δηλώσεις

«Advice on Protection Against Ultraviolet Radiation», Documents of the NRPB: Volume 13 , No. 3, 2002. ISBN 0-85951-498-6.

«Fluorescent Lighting and Malignant Melanoma», *Health Physics* 58 (1), 1990, σ. 111 και 112.

«Guidelines on limits of exposure to broad-band incoherent optical radiation (0,38 to 3 μm)», *Health Physics* 73 (3), 1997, σ. 539–554.

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

«Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (Incoherent Optical Radiation)», *Health Physics* 49 (2), 1985, σ. 331–340.

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

«Guidelines on UV radiation exposure limits», *Health Physics* 71 (6), 1996, σ. 978.

«Health Effects from Ultraviolet Radiation: Report of an Advisory Group on Non-Ionising Radiation», Documents of the NRPB: Volume 13 , No. 1, 2002. ISBN 0-85951-475-7.

«Health Issues of Ultraviolet “A” Sunbeds Used for Cosmetic Purposes», *Health Physics* 61 (2), 1991, σ. 285–288.

«Health Issues of Ultraviolet Tanning Appliances used for Cosmetic Purposes», *Health Physics* 84 (1), 2004, σ. 119–127.

«ICNIRP Statement on far infrared radiation exposure», *Health Physics* 91(6), 2006, σ. 630–645.

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (εκδ.), *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. München, 1999. ISBN 978-3-9804789-5-3.

«Laser Pointers», *Health Physics* 77 (2), 1999, σ. 218–220.

«Light-Emitting Diodes (LEDS) and Laser Diodes: Implications for Hazard Assessment», *Health Physics* 78 (6), 2000, σ. 744–752.

Mc Kinlay, A. F., Repacholi, M. H. (εκδ.), *Ultraviolet Radiation Exposure, Measurement and Protection. Proceedings of an International Workshop*, NRPB, Chilton, UK, 18–20 October, 1999, Nuclear Technology Publishing, 2000 (Radiation Protection Dosimetry, Vol 91, σ. 1–3, 2000). ISBN 1870965655.

«Proposed Change to the IRPA 1985 Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation», *Health Physics* 56 (6), 1989, σ. 971 και 972.

«Revision of the guidelines on limits of exposure to laser radiation of wavelengths between 400 nm and 1,4 μm», *Health Physics* 79 (4), 2000, σ. 431–440.

Sliney, D. et al., «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 (IC-NIRP)», *Applied Optics* 44 (11), 2005, σ. 2162–2176.

«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.

Vecchia, P. et al. (εκδ.), *Protecting Workers from UV Radiation*, München, 2007. ISBN 978-3-934994-07-2.

# Προσάρτημα IB — Οδηγία 2006/25/EK

L 114/38

EL

Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης

27.4.2006

## ΟΔΗΓΙΑ 2006/25/EK ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ

της 5ης Απριλίου 2006

περί των ελαχίστων προδιαγραφών υγείας και ασφάλειας όσον αφορά στην έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους προερχόμενους από φυσικούς παράγοντες (τεχνητή οπτική ακτινοβολία) (19η ειδική οδηγία κατά την έννοια του άρθρου 16 παράγραφος 1 της οδηγίας 89/391/EOK)

ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ,

Έχοντας υπόψη:

τη συνθήκη για την ίδρυση της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, και ιδίως το άρθρο 137 παράγραφος 2,

την πρόταση της Επιτροπής<sup>(1)</sup>, που υποβλήθηκε μετά από διαβουλεύσεις με τη συμβουλευτική επιτροπή για την ασφάλεια και την υγεία στο χώρο εργασίας,

τη γνώμη της Ευρωπαϊκής Οικονομικής και Κοινωνικής Επιτροπής<sup>(2)</sup>,

Αφού ζητήθηκε η γνώμη της Επιτροπής των Περιφερειών,

Αποφασίζοντας σύμφωνα με τη διαδικασία του άρθρου 251 της συνθήκης<sup>(3)</sup>, υπό το πρίσμα του κοινού σχεδίου που ενέκρινε η επιτροπή συνδιαλλαγής στις 31 Ιανουαρίου 2006,

Εκτιμώντας τα ακόλουθα:

(1) Σύμφωνα με τη συνθήκη, το Συμβούλιο μπορεί να θεσπίζει με οδηγίες ελάχιστες προδιαγραφές για την προώθηση βελτιώσεων, ιδίως στο εργασιακό περιβάλλον, ώστε να διασφαλίζεται καλύτερο επίπεδο προστασίας της υγείας και της ασφάλειας των εργαζομένων. Οι οδηγίες αυτές αποσκοπούν στην αποφυγή επιβολής διοικητικών, οικονομικών και νομικών περιορισμών που ενδέχεται να εμποδίσουν τη δημιουργία και την ανάπτυξη μικρών και μεσαίων επιχειρήσεων.

(<sup>1</sup>) EE C 77 της 18.3.1993, σ. 12 και EE C 230 της 19.8.1994, σ. 3.

(<sup>2</sup>) EE C 249 της 13.9.1993, σ. 28.

(<sup>3</sup>) Γνώμη του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου της 20ής Απριλίου 1994 (EE C 128 της 9.5.1994, σ. 146) που επιβεβαιώθηκε στις 16 Σεπτεμβρίου 1999 (EE C 54 της 25.2.2000, σ. 75), κοινή θέση του Συμβουλίου της 18ης Απριλίου 2005 (EE C 172 E της 12.7.2005, σ. 26) και θέση του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου της 16ης Νοεμβρίου 2005 (δεν δημοσιεύθηκε ακόμα στην Επίσημη Εφημερίδα). Νομοθετικό ψήφισμα του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου της 14ης Φεβρουαρίου 2006 (το οποίο δεν έχει ακόμα δημοσιευθεί στην Επίσημη Εφημερίδα) και απόφαση του Συμβουλίου της 23ης Φεβρουαρίου 2006.

(2) Η ανακοίνωση της Επιτροπής για το πρόγραμμα δράσης της σχετικά με την εφαρμογή του Κοινοτικού Χάρτη των Θεμελιωδών Κοινωνικών Δικαιωμάτων των Εργαζομένων προβλέπει τη θέσπιση ελαχίστων προδιαγραφών υγείας και ασφάλειας που αφορούν στην έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους οφειλόμενους σε φυσικούς παράγοντες. Τον Σεπτέμβριο του 1990, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο εξέδωσε ψήφισμα σχετικά με αυτό το πρόγραμμα δράσης<sup>(4)</sup>, με το οποίο καλεί ιδίως την Επιτροπή να καταρτίσει ειδική οδηγία για τους κινδύνους που συνδέονται με το θόρυβο, τους κραδασμούς και κάθε άλλο φυσικό παράγοντα στο χώρο εργασίας.

(3) Ως πρώτο βήμα, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο εξέδωσαν στις 25 Ιουνίου 2002, την οδηγία 2002/44/EK περί των ελαχίστων προδιαγραφών υγείας και ασφάλειας όσον αφορά στην έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους προερχόμενους από φυσικούς παράγοντες (κραδασμοί) (16η ειδική οδηγία κατά την έννοια του άρθρου 16 παράγραφος 1 της οδηγίας 89/391/EOK)<sup>(5)</sup>. Στη συνέχεια, στις 6 Φεβρουαρίου 2003, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο εξέδωσαν, την οδηγία 2003/10/EK περί των ελαχίστων προδιαγραφών υγείας και ασφάλειας για την έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους προερχόμενους από φυσικούς παράγοντες (θόρυβος) (17η ειδική οδηγία κατά την έννοια του άρθρου 16 παράγραφος 1 της οδηγίας 89/391/EOK)<sup>(6)</sup>. Αργότερα, στις 29 Απριλίου 2004, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο εξέδωσαν την οδηγία 2004/40/EK περί των ελαχίστων προδιαγραφών υγείας και ασφάλειας όσον αφορά στην έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους προερχόμενους από φυσικούς παράγοντες (ηλεκτρομαγνητικά πεδία) (18η ειδική οδηγία κατά την έννοια του άρθρου 16 παράγραφος 1 της οδηγίας 89/391/EOK)<sup>(7)</sup>.

(4) Κρίνεται πλέον αναγκαίο να θεσπισθούν μέτρα για την προστασία των εργαζομένων από τους κινδύνους που συνδέονται με την οπτική ακτινοβολία, λόγω των επιπτώσεων της στην υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων και ιδίως των βλαβών που προκαλεί στα μάτια και το δέρμα. Τα μέτρα αυτά δεν αποβλέπουν μόνο στη διασφάλιση της υγείας και της ασφάλειας κάθε εργαζόμενου ξεχωριστά αλλά και στην επίτευξη, για όλους τους εργαζόμενους της Κοινότητας, ενός ελάχιστου βαθμού προστασίας, προκειμένου να αποφεύγονται ενδεχόμενες στρεβλώσεις του ανταγωνισμού.

(5) Ένας από τους σκοπούς της οδηγίας είναι η έγκαιρη διάγνωση αρνητικών επιπτώσεων στην υγεία από την έκθεση σε οπτική ακτινοβολία.

(<sup>4</sup>) EE C 260 της 15.10.1990, σ. 167.

(<sup>5</sup>) EE L 177 της 6.7.2002, σ. 13.

(<sup>6</sup>) EE L 42 της 15.2.2003, σ. 38.

(<sup>7</sup>) EE L 159 της 30.4.2004, σ. 1· οδηγία όπως διορθώθηκε από την EE L 184 της 24.5.2004, σ. 1.

- (6) Η παρούσα οδηγία καθορίζει ελάχιστες προδιαγραφές, γεγονός που παρέχει στα κράτη μέλη τη δυνατότητα να διατηρήσουν ή να θεσπίσουν αυστηρότερες διατάξεις για την προστασία των εργαζομένων, και ιδίως να καθορίσουν χαμηλότερες οριακές τιμές έκθεσης. Η εφαρμογή της παρούσας οδηγίας δεν πρέπει να αποτελέσει δικαιολογία για οιαδήποτε επιδείνωση σε σχέση με την κατάσταση που επικρατεί ήδη σε κάθε κράτος μέλος.
- (7) Ένα σύστημα προστασίας κατά των κινδύνων από την οπτική ακτινοβολία θα πρέπει να περιορίζεται σε έναν ορισμό, χωρίς υπερβολικές λεπτομέρειες, των επιδιωκόμενων στόχων, των αρχών που πρέπει να τηρούνται και των βασικών τιμών που πρέπει να εφαρμόζονται ώστε να μπορούν τα κράτη μέλη να εφαρμόζουν τις ελάχιστες προδιαγραφές με ισοδύναμο τρόπο.
- (8) Η μείωση του επιπέδου έκθεσης σε οπτική ακτινοβολία μπορεί να επιτευχθεί αποτελεσματικότερα με την ενσωμάτωση προληπτικών μέτρων ήδη κατά το στάδιο του σχεδιασμού των θέσεων εργασίας, καθώς και με την επιλογή εξοπλισμού, διαδικασιών και μεθόδων εργασίας, εις τρόπον ώστε να δίδεται προτεραιότητα στη μείωση των κινδύνων στην πηγή. Με τον τρόπο αυτό, οι διατάξεις που αναφέρονται στον εξοπλισμό και τις μεθόδους εργασίας συμβάλλουν στην προστασία των εργαζομένων που χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο εξοπλισμό και εφαρμόζουν τις αντίστοιχες μεθόδους εργασίας. Σύμφωνα με τις γενικές αρχές πρόληψης του άρθρου 6 παράγραφος 2 της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 12ης Ιουνίου 1989, σχετικά με την εφαρμογή μέτρων για την προώθηση της βελτίωσης της ασφάλειας και της υγείας των εργαζομένων κατά την εργασία<sup>(1)</sup>, τα μέτρα συλλογικής προστασίας έχουν προτεραιότητα έναντι των μέτρων ατομικής προστασίας.
- (9) Οι εργοδότες θα πρέπει να προσαρμόζονται στην τεχνική πρόοδο και στις επιστημονικές γνώσεις που αφορούν κινδύνους που συνδέονται με την έκθεση σε οπτική ακτινοβολία, με σκοπό τη βελτίωση της ασφάλειας και της προστασίας της υγείας των εργαζομένων.
- (10) Δεδομένου ότι η παρούσα οδηγία είναι ειδική οδηγία κατά την έννοια του άρθρου 16 παράγραφος 1 της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ, η τελευταία οδηγία εφαρμόζεται στην έκθεση των εργαζομένων σε οπτική ακτινοβολία, με την επιφύλαξη των αυστηρότερων ή/και ειδικότερων διατάξεων που περιέχονται στην παρούσα οδηγία.
- (11) Η παρούσα οδηγία αποτελεί συγκεκριμένο βήμα προς επίτευξη της κοινωνικής διάστασης της εσωτερικής αγοράς.
- (12) Μπορεί να επιτευχθεί μια συμπληρωματική προσέγγιση, η οποία αφενός προωθεί την αρχή της καλύτερης ρύθμισης και αφετέρου διασφαλίζει υψηλό επίπεδο προστασίας, εφόσον τα προϊόντα που παράγουν οι κατασκευαστές πηγών οπτικής ακτινοβολίας και συναφούς εξοπλισμού συμμορφώνονται με εναρμονισμένα πρότυπα σχεδιασμένα για να προστατεύουν

την υγεία και ασφάλεια των χρηστών από τους συμφυείς με αυτά τα προϊόντα κινδύνους· δεν είναι, επομένως, αναγκαίο να επαναλαμβάνουν οι εργοδότες τις μετρήσεις ή τους υπολογισμούς που έχει ήδη κάνει ο κατασκευαστής για να εξακριβώσει τη συμμόρφωση του εν λόγω εξοπλισμού με τις βασικές προδιαγραφές ασφάλειας, όπως καθορίζονται στις οικείες κοινοτικές οδηγίες, εφόσον ο εξοπλισμός έχει συντηρηθεί καταλλήλως και συστηματικώς.

- (13) Τα απαιτούμενα μέτρα για την εφαρμογή της παρούσας οδηγίας θεσπίζονται σύμφωνα με την απόφαση 1999/468/ΕΚ του Συμβουλίου, της 28ης Ιουνίου 1999, για τον καθορισμό των όρων άσκησης των εκτελεστικών αρμοδιοτήτων που ανατίθενται στην Επιτροπή<sup>(2)</sup>.
- (14) Η τήρηση των οριακών τιμών έκθεσης θα πρέπει να παρέχει υψηλό επίπεδο προστασίας όσον αφορά στις επιπτώσεις στην υγεία που ενδέχεται να απορρέουν από έκθεση σε οπτική ακτινοβολία.
- (15) Η Επιτροπή θα πρέπει να συντάξει πρακτικό οδηγό που θα βοηθήσει τους εργοδότες, ιδίως τους υπευθύνους μικρομεσαίων επιχειρήσεων, να καταλάβουν καλύτερα τις τεχνικές διατάξεις της παρούσας οδηγίας. Η Επιτροπή θα πρέπει να προσπαθήσει να ολοκληρώσει τον εν λόγω οδηγό το ταχύτερο δυνατό για να διευκολύνει την έγκριση από τα κράτη μέλη των αναγκαίων μέτρων υλοποίησης της οδηγίας.
- (16) Σύμφωνα με την παράγραφο 34 της διοργανικής συμφωνίας για τη βελτίωση της νομοθεσίας<sup>(3)</sup>, τα κράτη μέλη προτρέπονται να καταρτίσουν, προς ίδια χρήση και προς όφελος της Κοινότητας, τους δικούς τους πίνακες, οι οποίοι αποτυπώνουν, στο μέτρο του δυνατού, την αντιστοιχία της παρούσας οδηγίας με τα μέτρα μεταφοράς στο εσωτερικό δικαίο και να τους δημοσιοποιήσουν,

ΕΞΕΔΩΣΑΝ ΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ ΟΔΗΓΙΑ:

ΤΜΗΜΑ Ι

#### ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

##### Άρθρο 1

#### Σκοπός και πεδίο εφαρμογής

1. Η παρούσα οδηγία, η οποία αποτελεί τη 19η ειδική οδηγία κατά την έννοια του άρθρου 16, παράγραφος 1 της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ, καθορίζει τις ελάχιστες προδιαγραφές όσον αφορά στην προστασία των εργαζομένων από τους κινδύνους για την υγεία και την ασφάλειά τους, οι οποίοι προκύπτουν ή ενδέχεται να προκύψουν λόγω της έκθεσης σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία κατά την εργασία τους.

2. Η παρούσα οδηγία αφορά στους κινδύνους για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων που οφείλονται σε δυσμενή αποτελέσματα στα μάτια και το δέρμα λόγω έκθεσης σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία.

<sup>(1)</sup> ΕΕ L 183 της 29.6.1989, σ. 1· οδηγία όπως τροποποιήθηκε από τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1882/2003 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου (ΕΕ L 284 της 31.10.2003, σ. 1).

<sup>(2)</sup> ΕΕ L 184 της 17.7.1999, σ. 23.

<sup>(3)</sup> ΕΕ C 321 της 31.12.2003, σ. 1.

3. Η οδηγία 89/391/ΕΟΚ εφαρμόζεται πλήρως στο σύνολο του αναφερομένου στην παράγραφο 1 τομέα, με την επιφύλαξη αυστηρότερων ή/και ειδικότερων διατάξεων της παρούσας οδηγίας.

## Άρθρο 2

### Ορισμοί

Για τους σκοπούς της παρούσας οδηγίας, ισχύουν οι ακόλουθοι ορισμοί:

- a) οπτική ακτινοβολία: κάθε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στην περιοχή μήκους κύματος μεταξύ 100 nm και 1 mm. Το φάσμα της οπτικής ακτινοβολίας υποδιαιρείται σε υπεριώδη ακτινοβολία, ορατή ακτινοβολία και υπέρυθη ακτινοβολία:
- i) υπεριώδης ακτινοβολία: οπτική ακτινοβολία στην περιοχή μήκους κύματος μεταξύ 100 nm και 400 nm. Η υπεριώδης περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος υποδιαιρείται σε UVA (315-400 nm), UVB (280-315 nm) και UVC (100-280 nm),
- ii) ορατή ακτινοβολία: οπτική ακτινοβολία στην περιοχή μήκους κύματος μεταξύ 380 και 780 nm,
- iii) υπέρυθη ακτινοβολία: οπτική ακτινοβολία στην περιοχή μήκους κύματος μεταξύ 780 nm και 1 mm. Η υπέρυθη περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος υποδιαιρείται σε IRA (780-1 400 nm), IRB (1 400-3 000 nm) και IRC (3 000 nm-1 mm).
- β) λέιζερ (ενίσχυση φωτός με εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας): κάθε διάταξη που μπορεί να εξαναγκασθεί να παράγει ή να ενισχύει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στην περιοχή μήκους κύματος της οπτικής ακτινοβολίας κυρίως μέσω της διεργασίας της ελεγχόμενης εξαναγκασμένης εκπομπής·
- γ) ακτινοβολία λέιζερ: οπτική ακτινοβολία που προέρχεται από λέιζερ·
- δ) ασύμφωνη ακτινοβολία: κάθε οπτική ακτινοβολία που δεν είναι ακτινοβολία λέιζερ·
- ε) οριακές τιμές έκθεσης: όρια έκθεσης σε οπτική ακτινοβολία τα οποία βασίζονται άμεσα σε διαπιστωμένες επιπτώσεις στην υγεία και σε βιολογικές μελέτες. Η τήρηση των ορίων αυτών διασφαλίζει ότι οι εργαζόμενοι που εκτίθενται σε τεχνητές πηγές οπτικής ακτινοβολίας προστατεύονται από όλες τις γνωστές δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία·
- στ) ακτινοβολισμός (E) ή πυκνότητα ισχύος: η ισχύς ακτινοβολίας που προσπίπτει πάνω σε μια επιφάνεια, ανά μονάδα επιφάνειας. Εκφράζεται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο ( $W m^{-2}$ ).

ζ) έκθεση σε ακτινοβολία (H): το ολοκλήρωμα χρόνου του ακτινοβολισμού. Εκφράζεται σε τζάουλ ανά τετραγωνικό μέτρο ( $J m^{-2}$ ).

η) ακτινοβολήση (L): η ροή ή ισχύς ακτινοβολίας που διαδίδεται ανά μονάδα στερεάς γωνίας και ανά μονάδα επιφάνειας. Εκφράζεται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο και ανά στερακτίσιο ( $W m^{-2} sr^{-1}$ ).

θ) επίπεδο: ο συνδυασμός ακτινοβολισμού, έκθεσης σε ακτινοβολία και ακτινοβολήσης στον οποίον εκτίθεται ένας εργαζόμενος.

## Άρθρο 3

### Οριακές τιμές έκθεσης

1. Οι οριακές τιμές έκθεσης σε ασύμφωνη ακτινοβολία, πλην της εκπεμπόμενης από φυσικές πηγές οπτικής ακτινοβολίας, καθορίζονται στο παράρτημα I.

2. Οι οριακές τιμές έκθεσης σε ακτινοβολία λέιζερ καθορίζονται στο παράρτημα II.

## ΤΜΗΜΑ II

### ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΡΓΟΔΟΤΩΝ

## Άρθρο 4

### Προσδιορισμός της έκθεσης και εκτίμηση των κινδύνων

1. Ανταποκρινόμενος στις υποχρεώσεις που καθορίζονται στο άρθρο 6 παράγραφος 3 και στο άρθρο 9 παράγραφος 1 της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ, προκειμένου περί εργαζομένων που εκτίθενται σε τεχνητές πηγές οπτικής ακτινοβολίας, ο εργοδότης εκτιμά και, εάν είναι αναγκαίο, μετρά ή/και υπολογίζει τα επίπεδα οπτικής ακτινοβολίας στα οποία ενδέχεται να εκτεθούν οι εργαζόμενοι ώστε να είναι δυνατόν να καθοριστούν και να εφαρμοστούν τα μέτρα που απαιτούνται για να περιορισθεί η έκθεση στα αντιστοίχως προβλεπόμενα όρια. Η μεθοδολογία που ακολουθείται κατά την εκτίμηση, τη μέτρηση και τους υπολογισμούς υπακούει στα πρότυπα της Διεθνούς Ηλεκτροτεχνικής Επιτροπής (IEC) όσον αφορά στην ακτινοβολία λέιζερ και στις συστάσεις της Διεθνούς Επιτροπής Φωτισμού (CIE) καθώς και της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Τυποποίησης (CEN) όσον αφορά στην ασύμφωνη ακτινοβολία. Σε περιπτώσεις έκθεσης που δεν καλύπτονται από τα ανωτέρω πρότυπα και συστάσεις και εν αναμονή κατάλληλων προτύπων ή συστάσεων της ΕΕ, η εκτίμηση, η μέτρηση ή/και οι υπολογισμοί διενεργούνται βάσει των διαθέσιμων εθνικών ή διεθνών επιστημονικών τεκμηριωμένων κατευθυντήριων οδηγιών. Και στις δύο περιπτώσεις έκθεσης, κατά την εκτίμηση είναι δυνατόν να λαμβάνονται υπόψη τα δεδομένα που παρέχουν οι κατασκευαστές του εξοπλισμού όταν αυτός καλύπτεται από οικείες κοινοτικές οδηγίες.

2. Η εκτίμηση, η μέτρηση ή/και οι υπολογισμοί που αναφέρονται στην παράγραφο 1 σχεδιάζονται και διενεργούνται από τις αρμόδιες υπηρεσίες ή πρόσωπα ανά κατάλληλα χρονικά διαστήματα, λαμβάνοντας ιδίως υπόψη τις διατάξεις των άρθρων 7 και 11 της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ τις σχετικές με τις αναγκαίες αρμόδιες υπηρεσίες ή πρόσωπα καθώς και τις διαβουλεύσεις και τη συμμετοχή των εργαζομένων. Τα δεδομένα που προκύπτουν από τις εκτιμήσεις, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που προκύπτουν από τη μέτρηση ή/και τον υπολογισμό του επιπέδου έκθεσης που αναφέρονται στην παράγραφο 1, φυλάσσονται υπό κατάλληλη μορφή ώστε να είναι δυνατόν να τα συμβουλευθεί κανείς σε μεταγενέστερο στάδιο.

3. Σύμφωνα με το άρθρο 6 παράγραφος 3 της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ, ο εργοδότης αποδίδει ιδιαίτερη προσοχή, κατά τη διεξαγωγή της εκτίμησης των κινδύνων, στα ακόλουθα:

- α) στο επίπεδο, την περιοχή μήκους κύματος και τη διάρκεια της έκθεσης σε τεχνητές πηγές οπτικής ακτινοβολίας·
- β) στις οριακές τιμές έκθεσης που αναφέρονται στο άρθρο 3 της παρούσας οδηγίας·
- γ) σε οποιοδήποτε επιπτώσεις επί της υγείας και της ασφάλειας των εργαζομένων οι οποίοι ανήκουν σε ιδιαίτερα ευαίσθητες ομάδες κινδύνου·
- δ) σε κάθε ενδεχόμενη επίπτωση στην υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων που προκύπτει από αλληλεπιδράσεις, στο χώρο εργασίας, μεταξύ οπτικής ακτινοβολίας και φωτοευαίσθητοποιών χημικών ουσιών·
- ε) σε οποιοδήποτε έμμεσες επιπτώσεις, όπως προσωρινή τύφλωση, έκρηξη ή πυρκαγιά·
- στ) στην ύπαρξη εναλλακτικού εξοπλισμού σχεδιασμένου για τη μείωση των επιπέδων έκθεσης σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία·
- ζ) σε κατάλληλες πληροφορίες που συγκεντρώνονται από την επίβλεψη της υγείας, συμπεριλαμβανομένων, στο μέτρο του δυνατού, και των σχετικών δημοσιευμένων πληροφοριών·
- η) στις πολλαπλές πηγές έκθεσης σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία·
- θ) σε ταξινόμηση των λέιζερ σύμφωνα με το οικείο IEC πρότυπο και, όσον αφορά σε τεχνητές πηγές που ενδέχεται να προκαλέσουν βλάβες παρόμοιες με εκείνες από λέιζερ κατηγορίας 3B ή 4, σε κάθε ανάλογη ταξινόμηση·
- ι) σε πληροφορίες που παρέχουν οι κατασκευαστές πηγών οπτικής ακτινοβολίας και συναφούς εξοπλισμού εργασίας σύμφωνα με τις οικείες κοινοτικές οδηγίες.

4. Ο εργοδότης οφείλει να έχει στη διάθεσή του μίαν εκτίμηση των κινδύνων σύμφωνα με το άρθρο 9 παράγραφος 1 στοιχείο α) της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ, και να επισημαίνει τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν σύμφωνα με τα άρθρα 5 και 6 της παρούσας οδηγίας. Η εκτίμηση των κινδύνων πρέπει να καταγράφεται επί καταλλήλου υποδείματος, σύμφωνα με το εθνικό δίκαιο και την εθνική πρακτική, μπορεί δε να περιλαμβάνει αιτιολόγηση εκ μέρους του εργοδότη ότι η φύση και η έκταση των κινδύνων που συνδέονται με οπτική ακτινοβολία καθιστούν μη αναγκαία μια περαιτέρω λεπτομερή εκτίμηση των κινδύνων. Η εκτίμηση των κινδύνων επικαιροποιείται τακτικά, ιδίως εάν έχουν επέλθει σημαντικές μεταβολές που μπορεί να την καθιστούν ξεπερασμένη ή εάν το επιβάλλουν τα αποτελέσματα της επίβλεψης της υγείας.

#### Άρθρο 5

#### Διατάξεις που αποσκοπούν στην αποφυγή ή τη μείωση των κινδύνων

1. Λαμβάνοντας υπόψη την τεχνική πρόοδο και τα διαθέσιμα μέτρα ελέγχου του κινδύνου στην πηγή προέλευσης, οι κίνδυνοι που προκύπτουν από την έκθεση σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία πρέπει να εξαλειφονται ή να μειώνονται στο ελάχιστο.

Η μείωση των κινδύνων που προκύπτουν από την έκθεση σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία γίνεται βάσει των γενικών αρχών πρόληψης που καθορίζονται στην οδηγία 89/391/ΕΟΚ.

2. Όταν η εκτίμηση των κινδύνων που διενεργείται κατ'εφαρμογή του άρθρου 4 παράγραφος 1 για εργαζόμενους που εκτίθενται σε τεχνητές πηγές οπτικής ακτινοβολίας υποδεικνύει οιαδήποτε πιθανότητα υπέρβασης των οριακών τιμών έκθεσης, ο εργοδότης καταρτίζει και εφαρμόζει σχέδιο δράσης, το οποίο περιλαμβάνει τεχνικά ή/και οργανωτικά μέτρα πρόληψης της υπέρβασης των οριακών τιμών έκθεσης, λαμβάνοντας ιδίως υπόψη:

- α) άλλες μεθόδους εργασίας που μειώνουν τον κίνδυνο από οπτική ακτινοβολία·
- β) την επιλογή εξοπλισμού εργασίας που εκπέμπει χαμηλότερων επιπέδων οπτική ακτινοβολία, λαμβάνοντας υπόψη την προς εκτέλεση εργασία·
- γ) τεχνικά μέτρα για τη μείωση της εκπομπής οπτικής ακτινοβολίας, συμπεριλαμβανομένης, όπου χρειάζεται, της χρήσης συστημάτων αυτόματης απενεργοποίησης, θωράκισης ή παρόμοιων μηχανισμών προστασίας της υγείας·
- δ) κατάλληλα προγράμματα συντήρησης του εξοπλισμού εργασίας, των χώρων εργασίας και των συστημάτων της θέσης εργασίας·
- ε) το σχεδιασμό και τη διαμόρφωση των χώρων και θέσεων εργασίας·
- στ) τον περιορισμό της διάρκειας και του επιπέδου της έκθεσης·
- ζ) τη διαθεσιμότητα κατάλληλου εξοπλισμού ατομικής προστασίας·
- θ) τις οδηγίες του κατασκευαστή του εξοπλισμού εφόσον αυτός καλύπτεται από οικείες κοινοτικές οδηγίες.

3. Βάσει της διενεργούμενης κατ' εφαρμογή του άρθρου 4 εκτίμησης των κινδύνων, οι χώροι εργασίας, στους οποίους οι εργαζόμενοι ενδέχεται να εκτεθούν σε επίπεδα οπτικής ακτινοβολίας από τεχνητές πηγές που υπερβαίνουν τις οριακές τιμές έκθεσης, επισημαίνονται με κατάλληλη σήμανση σύμφωνα με την οδηγία 92/58/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 24ης Ιουνίου 1992, σχετικά με τις ελάχιστες προδιαγραφές για τη σήμανση ασφάλειας ή/και υγείας στην εργασία (9η ειδική οδηγία κατά την έννοια του άρθρου 16, παράγραφος 1, της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ) <sup>(1)</sup>. Οι εν λόγω χώροι προσδιορίζονται και η πρόσβαση σ' αυτούς περιορίζεται όπου αυτό είναι τεχνικώς εφικτό και όταν υπάρχει κίνδυνος ενδεχόμενης υπέρβασης των οριακών τιμών έκθεσης.

4. Σε κάθε περίπτωση, η έκθεση των εργαζομένων δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει τις οριακές τιμές έκθεσης. Εάν, παρά τα μέτρα που λαμβάνει ο εργοδότης προς συμμόρφωση με την παρούσα οδηγία όσον αφορά στις τεχνητές πηγές οπτικής ακτινοβολίας, σημειώνεται υπέρβαση των οριακών τιμών έκθεσης, ο εργοδότης λαμβάνει αμέσως τα κατάλληλα μέτρα ώστε να μειωθεί η έκθεση σε επίπεδα χαμηλότερα των οριακών τιμών έκθεσης. Ο εργοδότης προσδιορίζει τους λόγους υπέρβασης των οριακών τιμών έκθεσης και προσαρμόζει αναλόγως τα μέτρα προστασίας και πρόληψης, ώστε να αποφευχθεί η εκ νέου υπέρβαση των τιμών αυτών.

5. Κατ' εφαρμογή του άρθρου 15 της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ, ο εργοδότης προσαρμόζει τα μέτρα που αναφέρονται στο παρόν άρθρο προς τις απαιτήσεις των εργαζομένων που ανήκουν σε ιδιαίτερα ευαίσθητες ομάδες κινδύνου.

#### Άρθρο 6

##### Ενημέρωση και εκπαίδευση των εργαζομένων

Με την επιφύλαξη των άρθρων 10 και 12 της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ, ο εργοδότης διασφαλίζει ότι στους εργαζόμενους οι οποίοι εκτίθενται σε κινδύνους από τεχνητή οπτική ακτινοβολία κατά την εργασία ή/και στους εκπροσώπους τους, παρέχεται κάθε αναγκαία πληροφόρηση και εκπαίδευση σε σχέση με το αποτέλεσμα της εκτίμησης των κινδύνων που προβλέπεται στο άρθρο 4 της παρούσας οδηγίας, και ιδίως σχετικά με:

- α) τα μέτρα που λαμβάνονται κατ' εφαρμογή της παρούσας οδηγίας·
- β) τις οριακές τιμές έκθεσης και τους συναφείς δυνητικούς κινδύνους·
- γ) τα αποτελέσματα της εκτίμησης, της μέτρησης ή/και των υπολογισμών των επιπέδων έκθεσης σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία που διενεργούνται κατ' εφαρμογή του άρθρου 4 της παρούσας οδηγίας, με παράλληλη εξήγηση της σημαντικότητάς τους καθώς και των δυνητικών κινδύνων·
- δ) τις μεθόδους εντοπισμού και αναφοράς των δυσμενών επιπτώσεων επί της υγείας λόγω της έκθεσης·

<sup>(1)</sup> ΕΕ L 245 της 26.8.1992, σ. 23.

- ε) τις περιστάσεις υπό τις οποίες οι εργαζόμενοι δικαιούνται επίβλεψης της υγείας τους·
- στ) τις ασφαλείς εργασιακές πρακτικές για την ελαχιστοποίηση των κινδύνων από την έκθεση·
- ζ) την ορθή χρήση κατάλληλου εξοπλισμού ατομικής προστασίας.

#### Άρθρο 7

##### Διαβουλεύσεις και συμμετοχή των εργαζομένων

Οι διαβουλεύσεις και η συμμετοχή των εργαζομένων ή/και των εκπροσώπων τους πραγματοποιούνται σύμφωνα με το άρθρο 11 της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ επί των θεμάτων που καλύπτονται από την παρούσα οδηγία.

#### ΤΜΗΜΑ ΙΙΙ

##### ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

#### Άρθρο 8

##### Επίβλεψη της υγείας

1. Με στόχο την πρόληψη και έγκαιρη διάγνωση αρνητικών επιπτώσεων στην υγεία, καθώς και την πρόληψη μακροπρόθεσμων κινδύνων υγείας και κινδύνων χρόνιων παθήσεων από την έκθεση σε οπτική ακτινοβολία, τα κράτη μέλη θεσπίζουν διατάξεις κατάλληλης υγειονομικής επίβλεψης της υγείας των εργαζομένων, κατά το άρθρο 14 της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ.

2. Τα κράτη μέλη διασφαλίζουν ότι η επίβλεψη της υγείας γίνεται είτε από ιατρό, είτε από ειδικό στον τομέα της επαγγελματικής υγείας είτε από αρμόδια αρχή υπεύθυνη για την επίβλεψη της υγείας βάσει της εθνικής νομοθεσίας και πρακτικής.

3. Τα κράτη μέλη θεσπίζουν ρυθμίσεις προκειμένου να διασφαλίζεται ότι, για κάθε εργαζόμενο ο οποίος υπόκειται σε επίβλεψη της υγείας σύμφωνα με την παράγραφο 1, τηρείται και επικαιροποιείται ατομικός ιατρικός φάκελος. Οι ιατρικοί φάκελοι περιλαμβάνουν περιλήψη των αποτελεσμάτων της διενεργούμενης επίβλεψης της υγείας, τηρούνται δε υπό κατάλληλη μορφή έτσι ώστε να είναι δυνατό να τους συμβουλευτεί κανείς αργότερα, χωρίς να διγεται το ιατρικό απόρρητο. Αντίγραφα των σχετικών φακέλων παρέχονται στην αρμόδια αρχή εφόσον ζητηθούν, χωρίς να διγεται το ιατρικό απόρρητο. Ο εργοδότης μεριμνά ώστε ο ιατρός, ο ειδικός στον τομέα της επαγγελματικής υγείας ή η ιατρική αρχή η υπεύθυνη για την επίβλεψη της υγείας, όπως ορίζονται από τα κράτη μέλη, να έχουν πρόσβαση στα αποτελέσματα της εκτίμησης των κινδύνων κατά το άρθρο 4, όταν αυτά μπορεί να είναι σημαντικά για την επίβλεψη της υγείας. Κάθε εργαζόμενος έχει πρόσβαση, εφόσον το ζητήσει, στον προσωπικό του ιατρικό φάκελο.

4. Εν πάση περιπτώσει, αν διαπιστωθεί έκθεση πάνω από τις οριακές τιμές, προσφέρεται στον οικείο εργαζόμενο ιατρική εξέταση κατά την εθνική νομοθεσία και πρακτική. Η εν λόγω εξέταση γίνεται επίσης όταν, από την επίβλεψη της υγείας, διαπιστώνεται ότι ένας εργαζόμενος πάσχει από διαγνώσιμη ασθένεια ή έχει υποστεί δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία του οι οποίες, κατά την εκτίμηση ιατρού ή ειδικού στον τομέα της επαγγελματικής υγείας, είναι αποτέλεσμα της έκθεσης σε τεχνητή οπτική ακτινοβολία κατά την εργασία. Σε αμφότερες τις περιπτώσεις, όταν γίνεται υπέρβαση οριακών τιμών ή διαπιστώνονται αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία (και ασθένειες):

α) ο εργαζόμενος ενημερώνεται από τον ιατρό ή άλλο πρόσωπο με τα κατάλληλα προσόντα για το αποτέλεσμα που τον αφορά προσωπικά και του παρέχονται, ειδικότερα, πληροφορίες και συμβουλές σχετικά με την όποια επίβλεψη της υγείας του απαιτείται μετά το πέρας της έκθεσης·

β) ο εργοδότης ενημερώνεται για κάθε σημαντικό εύρημα στο πλαίσιο της επίβλεψης της υγείας, χωρίς να θίγεται το ιατρικό απόρρητο·

γ) ο εργοδότης:

— επανεξετάζει την εκτίμηση των κινδύνων που διενεργείται κατ' εφαρμογή του άρθρου 4,

— επανεξετάζει τα μέτρα που προβλέπονται για την εξάλειψη ή τη μείωση των κινδύνων κατ' εφαρμογή του άρθρου 5,

— λαμβάνει υπόψη τη γνώμη του ειδικού στον τομέα της επαγγελματικής υγείας ή κάθε άλλου προσώπου με τα κατάλληλα προσόντα ή της αρμόδια αρχής κατά την εφαρμογή κάθε μέτρου που κρίνεται αναγκαίο για την εξάλειψη ή τη μείωση των κινδύνων σύμφωνα με το άρθρο 5, και

— μεριμνά για τη συνεχή επίβλεψη της υγείας και λαμβάνει μέτρα για την επανεξέταση της κατάστασης της υγείας κάθε άλλου εργαζομένου που έχει υποστεί ανάλογη έκθεση. Στις περιπτώσεις αυτές, ο αρμόδιος ιατρός ή ο ειδικός στον τομέα της επαγγελματικής υγείας ή η αρμόδια αρχή μπορεί να προτείνει την υποβολή σε ιατρική εξέταση των εκτιθέμενων ατόμων.

Άρθρο 9

#### Κυρώσεις

Τα κράτη μέλη προβλέπουν την εφαρμογή κατάλληλων κυρώσεων σε περίπτωση παράβασης της εθνικής νομοθεσίας που θεσπίζεται βάσει της παρούσας οδηγίας. Οι κυρώσεις αυτές πρέπει να είναι αποτελεσματικές, αναλογικές και αποτρεπτικές.

Άρθρο 10

#### Τροποποιήσεις τεχνικού χαρακτήρα

1. Κάθε τροποποίηση των οριακών τιμών έκθεσης που καθορίζονται στα παραρτήματα θεσπίζονται από το Ευρωπαϊκό

Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο σύμφωνα με τη διαδικασία του άρθρου 137 παράγραφος 2 της συνθήκης.

2. Τροποποιήσεις των παραρτημάτων, αυστηρά τεχνικού χαρακτήρα, συναρτήσει:

α) της έκδοσης οδηγιών στο πεδίο της τεχνικής εναρμόνισης και τυποποίησης σχετικά με τον σχεδιασμό, την ανέγερση, την παραγωγή ή την κατασκευή εξοπλισμού ή/και χώρων εργασίας·

β) της τεχνικής προόδου, των μεταβολών των πλέον σχετικών εναρμονισμένων ευρωπαϊκών προτύπων ή διεθνών προδιαγραφών, και των νέων επιστημονικών ευρημάτων στον τομέα της επαγγελματικής έκθεσης σε οπτική ακτινοβολία,

θεσπίζονται με τη διαδικασία του άρθρου 11 παράγραφος 2.

Άρθρο 11

#### Επιτροπή

1. Η Επιτροπή επικουρείται από την επιτροπή που αναφέρεται στο άρθρο 17 της οδηγίας 89/391/ΕΟΚ.

2. Στις περιπτώσεις που γίνεται μνεία της παρούσας παραγράφου, εφαρμόζονται τα άρθρα 5 και 7 της απόφασης 1999/468/ΕΚ, τηρουμένων των διατάξεων του άρθρου 8 της ίδιας απόφασης.

Η περίοδος που προβλέπεται στο άρθρο 5, παράγραφος 6, της απόφασης 1999/468/ΕΚ ορίζεται σε τρεις μήνες.

3. Η επιτροπή θεσπίζει τον εσωτερικό κανονισμό της.

ΤΜΗΜΑ IV

#### ΤΕΛΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

Άρθρο 12

#### Εκθέσεις

Ανά πενταετία, τα κράτη μέλη υποβάλλουν στην Επιτροπή έκθεση σχετικά με την πρακτική εφαρμογή της παρούσας οδηγίας, εκθέτοντας τις απόψεις των κοινωνικών εταίρων.

Ανά πενταετία, η Επιτροπή ενημερώνει το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και τη συμβουλευτική επιτροπή για την ασφάλεια και την υγεία στο χώρο εργασίας σχετικά με το περιεχόμενο των εκθέσεων αυτών, σχετικά με την εκτίμησή της όσον αφορά τις εκθέσεις αυτές, και σχετικά με τις εξελίξεις στον εν λόγω τομέα καθώς και τυχόν δράσεις που ενδέχεται να δικαιολογούνται βάσει των νέων επιστημονικών γνώσεων.



Άρθρο 13

**Πρακτικός οδηγός**

Προς διευκόλυνση της υλοποίησης της παρούσας οδηγίας, η Επιτροπή καταρτίζει πρακτικό οδηγό επί των διατάξεων των άρθρων 4 και 5 και των παραρτημάτων Ι και ΙΙ.

Άρθρο 14

**Μεταφορά στο εσωτερικό δίκαιο**

1. Τα κράτη μέλη θέτουν σε ισχύ τις αναγκαίες νομοθετικές, κανονιστικές και διοικητικές διατάξεις για να συμμορφωθούν με την παρούσα οδηγία το αργότερο στις 27 Απριλίου 2010. Ενημερώνουν αμέσως την Επιτροπή σχετικά.

Οι διατάξεις αυτές, όταν θεσπίζονται από τα κράτη μέλη, αναφέρονται στην παρούσα οδηγία ή συνοδεύονται από την αναφορά αυτή κατά την επίσημη δημοσίευσή τους. Ο τρόπος της αναφοράς αυτής αποφασίζεται από τα κράτη μέλη.

2. Τα κράτη μέλη ανακοινώνουν στην Επιτροπή το κείμενο των διατάξεων εσωτερικού δικαίου που θεσπίζουν ή έχουν ήδη θεσπίσει στον τομέα που διέπεται από την παρούσα οδηγία.

Άρθρο 15

**Έναρξη ισχύος**

Η παρούσα οδηγία αρχίζει να ισχύει την ημέρα της δημοσίευσής της στην *Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης*.

Άρθρο 16

**Παραλήπτες**

Η παρούσα οδηγία απευθύνεται στα κράτη μέλη.

Στρασβούργο, 5 Απριλίου 2006.

Για το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο  
Ο Πρόεδρος  
J. BORRELL FONTELLES

Για το Συμβούλιο  
Ο Πρόεδρος  
H. WINKLER

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Ασύμφωνη οπτική ακτινοβολία

Οι τιμές έκθεσης που σχετίζονται με βιολογικές επιπτώσεις εκ της οπτικής ακτινοβολίας δύνανται να προσδιοριστούν βάσει των παρακάτω τύπων. Οι χρησιμοποιητέοι τύποι εξαρτώνται από την περιοχή μήκους κύματος της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από την πηγή, τα δε αποτελέσματα θα πρέπει να συγκρίνονται με τις αντίστοιχες οριακές τιμές έκθεσης που περιλαμβάνονται στον πίνακα 1.1. Για μια δεδομένη πηγή οπτικής ακτινοβολίας μπορεί να έχουν έννοια περισσότερες της μιας τιμές έκθεσης και αντίστοιχες οριακές τιμές έκθεσης.

Η αρίθμηση α) έως ιε) παραπέμπει στις αντίστοιχες σειρές του πίνακα 1.1.

α)	$H_{\text{eff}} = \int_0^t \int_{\lambda=180 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \cdot dt$	(η $H_{\text{eff}}$ έχει έννοια μόνο στην περιοχή μήκους κύματος από 180 ως 400 nm)
β)	$H_{\text{UVA}} = \int_0^t \int_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$	(η $H_{\text{UVA}}$ έχει έννοια μόνο στην περιοχή μήκους κύματος από 315 ως 400 nm)
γ), δ)	$L_B = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$	(η $L_B$ έχει έννοια μόνο στην περιοχή μήκους κύματος από 300 ως 700 nm)
ε), στ)	$E_B = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$	(ο $E_B$ έχει έννοια μόνο στην περιοχή μήκους κύματος από 300 έως 700 nm)
ζ) ως ιβ)	$L_R = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda$	(Για τις κατάλληλες τιμές των $\lambda_1$ και $\lambda_2$ ανατρέξτε στον πίνακα 1.1)
ιγ), ιδ)	$E_{\text{IR}} = \int_{\lambda=780 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda$	(Ο $E_{\text{IR}}$ έχει έννοια μόνο στην περιοχή μήκους κύματος από 780 ως 3 000 nm)
ιε)	$H_{\text{skin}} = \int_0^t \int_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$	(Η $H_{\text{skin}}$ έχει έννοια μόνο στην περιοχή μήκους κύματος από 380 έως 3 000 nm)

Για τους σκοπούς της παρούσας οδηγίας, οι παραπάνω τύποι δύνανται ν' αντικατασταθούν από τις παρακάτω μαθηματικές εκφράσεις και τη χρησιμοποίηση διακριτών τιμών, όπως αυτές καθορίζονται στους παρακάτω πίνακες:

α)	$E_{\text{eff}} = \sum_{\lambda=180 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	και $H_{\text{eff}} = E_{\text{eff}} \cdot \Delta t$
β)	$E_{\text{UVA}} = \sum_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$	και $H_{\text{UVA}} = E_{\text{UVA}} \cdot \Delta t$
γ), δ)	$L_B = \sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	
ε), στ)	$E_B = \sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	
ζ ως ιβ)	$L_R = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda} \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda$	(Για τις κατάλληλες τιμές των $\lambda_1$ και $\lambda_2$ ανατρέξτε στον πίνακα 1.1)
ιγ), ιδ)	$E_{\text{IR}} = \sum_{\lambda=780 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda$	

$$\text{ιε)} \quad E_{\text{skin}} = \sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \quad \text{και} \quad H_{\text{skin}} = E_{\text{skin}} \cdot \Delta t$$

Σημειώσεις:

- Ελ (λ, t), Ελ φασματικός ακτινοβολισμός ή φασματική πυκνότητα ισχύος: η ισχύς ακτινοβολίας που προσπίπτει πάνω σε μια επιφάνεια, ανά μονάδα επιφάνειας. Εκφράζεται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο ανά νανόμετρο [ $\text{W m}^{-2} \text{nm}^{-1}$ ]. Οι τιμές των Ελ (λ, t) και Ελ προέρχονται από μετρήσεις ή μπορεί να παρέχονται από τον κατασκευαστή του εξοπλισμού.
- $E_{\text{eff}}$  ενεργός ακτινοβολισμός (UV περιοχή): υπολογιζόμενος ακτινοβολισμός εντός της UV περιοχής μήκους κύματος από 180 έως 400 nm, φασματικώς σταθμισμένος με τη στάθμιση S (λ). Εκφράζεται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο [ $\text{W m}^{-2}$ ].
- H έκθεση σε ακτινοβολία, το ολοκλήρωμα χρόνου του ακτινοβολισμού. Εκφράζεται σε τζάουλ ανά τετραγωνικό μέτρο [ $\text{J m}^{-2}$ ].
- $H_{\text{eff}}$  ενεργός έκθεση σε ακτινοβολία: έκθεση σε ακτινοβολία φασματικώς σταθμισμένη με τη στάθμιση S (λ). Εκφράζεται σε τζάουλ ανά τετραγωνικό μέτρο [ $\text{J m}^{-2}$ ].
- $E_{\text{UVA}}$  ολικός ακτινοβολισμός (UVA): υπολογιζόμενος ακτινοβολισμός εντός της UVA περιοχής μήκους κύματος από 315 έως 400 nm. Εκφράζεται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο [ $\text{W m}^{-2}$ ].
- $H_{\text{UVA}}$  έκθεση σε ακτινοβολία: το ολοκλήρωμα χρόνου και μήκους κύματος του ακτινοβολισμού ή το άθροισμα του ακτινοβολισμού εντός της UVA περιοχής μήκους κύματος από 315 έως 400 nm. Εκφράζεται σε τζάουλ ανά τετραγωνικό μέτρο [ $\text{J m}^{-2}$ ].
- S (λ) φασματική στάθμιση που λαμβάνει υπόψη την εξάρτηση από το μήκος κύματος των επιπτώσεων της UV ακτινοβολίας επί των ματιών και του δέρματος (πίνακας 1.2) [άνευ διαστάσεων].
- t, Δt χρόνος, διάρκεια της έκθεσης. Εκφράζεται σε δευτερόλεπτα [s].
- λ μήκος κύματος. Εκφράζεται σε νανόμετρα [nm].
- Δλ εύρος ζώνης μήκους κύματος των διαστημάτων υπολογισμού ή μέτρησης. Εκφράζεται σε νανόμετρα [nm].
- $L(\lambda), L_{\lambda}$  φασματική ακτινοβολία της πηγής. Εκφράζεται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο ανά στερεακτίνο ανά νανόμετρο [ $\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1} \text{nm}^{-1}$ ].
- $R(\lambda)$  φασματική στάθμιση που λαμβάνει υπόψη την εξάρτηση από το μήκος κύματος των θερμικών βλαβών που προκαλούνται στα μάτια από την ορατή και την IRA ακτινοβολία (Πίνακας 1.3) [άνευ διαστάσεων].
- $L_R$  ενεργός ακτινοβολία (θερμική βλάβη): υπολογιζόμενη ακτινοβολία φασματικώς σταθμισμένη με τη στάθμιση R(λ). Εκφράζεται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο ανά στερεακτίνο [ $\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$ ].
- $B(\lambda)$  φασματική στάθμιση που λαμβάνει υπόψη την εξάρτηση από το μήκος κύματος των φωτοχημικών βλαβών που προκαλούνται στα μάτια από την ακτινοβολία «κυανού (μπλε) φωτός» (πίνακας 1.3) [άνευ διαστάσεων].
- $L_B$  ενεργός ακτινοβολία («κυανό φως»): υπολογιζόμενη ακτινοβολία φασματικώς σταθμισμένη με τη στάθμιση B(λ). Εκφράζεται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο ανά στερεακτίνο [ $\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$ ].
- $E_B$  ενεργός ακτινοβολισμός («κυανό φως»): υπολογιζόμενος ακτινοβολισμός φασματικώς σταθμισμένος με τη στάθμιση B(λ). Εκφράζεται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο [ $\text{W m}^{-2}$ ].
- $E_{\text{IR}}$  ολικός ακτινοβολισμός (θερμική βλάβη): υπολογιζόμενος ακτινοβολισμός εντός της υπέρυθρης περιοχής μήκους κύματος από 780 έως 3 000 nm. Εκφράζεται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο [ $\text{W m}^{-2}$ ].
- $E_{\text{skin}}$  ολικός ακτινοβολισμός (ορατή ακτινοβολία, IRA και IRB): υπολογιζόμενος ακτινοβολισμός εντός της περιοχής μήκους κύματος της ορατής και της υπέρυθρης ακτινοβολίας από 380 έως 3 000 nm. Εκφράζεται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο [ $\text{W m}^{-2}$ ].
- $H_{\text{skin}}$  έκθεση σε ακτινοβολία: το ολοκλήρωμα χρόνου και μήκους κύματος του ακτινοβολισμού ή το άθροισμα του ακτινοβολισμού εντός της περιοχής μήκους κύματος της ορατής και της υπέρυθρης ακτινοβολίας από 380 έως 3 000 nm. Εκφράζεται σε τζάουλ ανά τετραγωνικό μέτρο [ $\text{J m}^{-2}$ ].
- α γωνιακή υποτέμνουσα: η οπτική γωνία που τέμνεται από μια φαινόμενη πηγή, όπως αυτή παρατηρείται σε ένα σημείο του χώρου. Εκφράζεται σε χιλιοστά του ακτινίου (mrad). Ως φαινόμενη πηγή νοείται το πραγματικό ή εικονικό αντικείμενο που σχηματίζει το μικρότερο δυνατό είδωλο πάνω στον αμφιβληστροειδή.

Πίνακας 1.1  
Οριακές τιμές έκθεσης για ασύμφωνη οπτική ακτινοβολία

Δείκτης	Μήκος κύματος (nm)	Οριακή τιμή έκθεσης	Μονάδες	Παρατήρηση	Όργανο του σώματος	Κίνδυνος
α.	180-400 (UVA, UVB και UVC)	$H_{\text{eff}} = 30$ για 8ωρη ημερήσια έκθεση	$[J\ m^{-2}]$		οφθαλμός κερατοειδής χιτώνας επιπεφυκός κρυσταλλοειδής φακός δέρμα	φωτοτραυματική κερατίτιδα επιπεφυκίτιδα καταρρακτογένεση ερύδημα ελάστωση καρκίνος του δέρματος
β.	315-400 (UVA)	$H_{\text{UVA}} = 10^4$ για 8ωρη ημερήσια έκθεση	$[J\ m^{-2}]$		οφθαλμός κρυσταλλοειδής φακός	καταρρακτογένεση
γ.	300-700 (κυανό φως) βλέπε σημείωση 1	$L_B = \frac{10^6}{t}$ για $t \leq 10\ 000\ s$	$L_B : [W\ m^{-2}\ sr^{-1}]$ $t : [sec]$	για $\alpha \geq 11\ mrad$		
δ.	300-700 (κυανό φως) βλέπε σημείωση 1	$L_B = 100$ για $t > 10\ 000\ s$	$[W\ m^{-2}\ sr^{-1}]$			
ε.	300-700 (κυανό φως) βλέπε σημείωση 1	$E_B = \frac{100}{t}$ για $t \leq 10\ 000\ s$	$E_B : [W\ m^{-2}]$ $t : [sec]$	για $\alpha < 11\ mrad$ βλέπε σημείωση 2	οφθαλμός αμφιβληστροειδής χιτώνας	φωτοαμφιβληστροειδίτιδα
στ.	300-700 (κυανό φως) βλέπε σημείωση 1	$E_B = 0,01$ $t > 10\ 000\ s$	$[W\ m^{-2}]$			

Δείκτης	Μήκος κύματος (nm)	Οριακή τιμή έκθεσης	Μονάδες	Παρατήρηση	Όργανο του σώματος	Κίνδυνος
ζ.	380-1 400 (ορατό και IRA)	$L_R = \frac{2,8 \cdot 10^7}{C_a}$ για $t > 10$ s	[W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> ]	C <sub>a</sub> = 1,7 για α ≤ 1,7 mrad C <sub>a</sub> = α για 1,7 ≤ α ≤ 100 mrad C <sub>a</sub> = 100 για α > 100 mrad λ <sub>1</sub> = 380, λ <sub>2</sub> = 1 400	οφθαλμός αμφιβληστροειδής χιτώνας	έγκαυμα αμφιβληστροειδούς
η.	380-1 400 (ορατό και IRA)	$L_R = \frac{8,89 \cdot 10^8}{C_a}$ για t < 10 μs	[W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> ]	C <sub>a</sub> = 11 για α ≤ 11 mrad C <sub>a</sub> = α για 11 ≤ α ≤ 100 mrad C <sub>a</sub> = 100 για α > 100 mrad (οπτικό πεδίο μέτρησης: 11 mrad) λ <sub>1</sub> = 780, λ <sub>2</sub> = 1 400	οφθαλμός αμφιβληστροειδής χιτώνας	έγκαυμα αμφιβληστροειδούς
ι.	780-1 400 (IRA)	$L_R = \frac{5 \cdot 10^7}{C_a t^{0,25}}$ για 10 μs ≤ t ≤ 10 s	[W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> ]	C <sub>a</sub> = 11 για α ≤ 11 mrad C <sub>a</sub> = α για 11 ≤ α ≤ 100 mrad C <sub>a</sub> = 100 για α > 100 mrad (οπτικό πεδίο μέτρησης: 11 mrad) λ <sub>1</sub> = 780, λ <sub>2</sub> = 1 400	οφθαλμός αμφιβληστροειδής χιτώνας	έγκαυμα αμφιβληστροειδούς
ια.	780-1 400 (IRA)	$E_{IR} = 18\ 000 t^{-0,75}$ για t ≤ 1 000 s	[W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> ]	C <sub>a</sub> = 11 για α ≤ 11 mrad C <sub>a</sub> = α για 11 ≤ α ≤ 100 mrad C <sub>a</sub> = 100 για α > 100 mrad (οπτικό πεδίο μέτρησης: 11 mrad) λ <sub>1</sub> = 780, λ <sub>2</sub> = 1 400	οφθαλμός αμφιβληστροειδής χιτώνας	έγκαυμα αμφιβληστροειδούς
ιβ.	780-1 400 (IRA)	$E_{IR} = 18\ 000 t^{-0,75}$ για t ≤ 1 000 s	[W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> ]	C <sub>a</sub> = 11 για α ≤ 11 mrad C <sub>a</sub> = α για 11 ≤ α ≤ 100 mrad C <sub>a</sub> = 100 για α > 100 mrad (οπτικό πεδίο μέτρησης: 11 mrad) λ <sub>1</sub> = 780, λ <sub>2</sub> = 1 400	οφθαλμός αμφιβληστροειδής χιτώνας	έγκαυμα αμφιβληστροειδούς
ιγ.	780-3 000 (IRA και IRB)	$E_{IR} = 18\ 000 t^{-0,75}$ για t ≤ 1 000 s	[W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> ]	C <sub>a</sub> = 11 για α ≤ 11 mrad C <sub>a</sub> = α για 11 ≤ α ≤ 100 mrad C <sub>a</sub> = 100 για α > 100 mrad (οπτικό πεδίο μέτρησης: 11 mrad) λ <sub>1</sub> = 780, λ <sub>2</sub> = 1 400	οφθαλμός αμφιβληστροειδής χιτώνας	έγκαυμα αμφιβληστροειδούς
ιδ.	780-3 000 (IRA και IRB)	$E_{IR} = 18\ 000 t^{-0,75}$ για t ≤ 1 000 s	[W m <sup>-2</sup> sr <sup>-1</sup> ]	C <sub>a</sub> = 11 για α ≤ 11 mrad C <sub>a</sub> = α για 11 ≤ α ≤ 100 mrad C <sub>a</sub> = 100 για α > 100 mrad (οπτικό πεδίο μέτρησης: 11 mrad) λ <sub>1</sub> = 780, λ <sub>2</sub> = 1 400	οφθαλμός αμφιβληστροειδής χιτώνας	έγκαυμα αμφιβληστροειδούς

Δείκτης	Μήκος κύματος (nm)	Οριακή τιμή έκθεσης	Μονάδες	Παρατήρηση	Όργανο του σώματος	Κίνδυνος
Ιε.	380-3 000 (ορατό, IRA και IRB)	$H_{skin} = 20\ 000\ t^{0.25}$ για $t < 10\ s$	H: $J\ m^{-2}$ t: [sec]		δέρμα	έγκαυμα

Σημείωση 1: Η περιοχή μήκους κύματος από 300 έως 700 nm καλύπτει μέρος του UVB, όλο το UVA και το μεγαλύτερο μέρος της ορατής ακτινοβολίας. Ωστόσο, ο συνάρτης κίνδυνος αναφέρεται συνήθως ως κίνδυνος «κυανού φωτός». Ακτιβολογώντας, το κυανό φως καλύπτει μόνον την περιοχή μήκους κύματος από περίπου 400 έως 490 nm.

Σημείωση 2: Για την απενή παρατήρηση πολύ μικρών πηγών με γωνιακή υποτείνουσα  $< 11\ mrad$ , η  $L_B$  μπορεί να μετατραπεί σε  $E_B$ . Αυτό ισχύει κανονικά μόνο για σφαιλιατρικά εργαλεία ή για τα ακινητοποιημένο σφιδασμό κατά τη διάρκεια της αναδόησης. Ο μέγιστος «χρόνος προσηλωσης του βλέμματος» υπολογίζεται με τον τύπο:  $t_{max} = 100/E_B$ , όπου ο  $E_B$  εκφράζεται σε  $W\ m^{-2}$ . Λόγω των κινήσεων των σφιδασμάτων κατά τη διάρκεια των συνήθων οπτικών λειτουργιών, η τιμή αυτή δεν υπερβαίνει τα 100 s.

Πίνακας 1.2

S (λ) [άνευ διαστάσεων], 180 nm έως 400 nm

λ (nm)	S (λ)	λ (nm)	S (λ)	λ (nm)	S (λ)	λ (nm)	S (λ)	λ (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		

Πίνακας 1.3

**B (λ), R (λ), [άνευ διαστάσεων] 380 nm έως 1 400 nm**

λ (σε nm)	B (λ)	R (λ)
$300 \leq \lambda < 380$	0,01	—
380	0,01	0,1
385	0,013	0,13
390	0,025	0,25
395	0,05	0,5
400	0,1	1
405	0,2	2
410	0,4	4
415	0,8	8
420	0,9	9
425	0,95	9,5
430	0,98	9,8
435	1	10
440	1	10
445	0,97	9,7
450	0,94	9,4
455	0,9	9
460	0,8	8
465	0,7	7
470	0,62	6,2
475	0,55	5,5
480	0,45	4,5
485	0,32	3,2
490	0,22	2,2
495	0,16	1,6
500	0,1	1
$500 < \lambda \leq 600$	$10^{0,02 \cdot (450-\lambda)}$	1
$600 < \lambda \leq 700$	0,001	1
$700 < \lambda \leq 1\ 050$	—	$10^{0,002 \cdot (700-\lambda)}$
$1\ 050 < \lambda \leq 1\ 150$	—	0,2
$1\ 150 < \lambda \leq 1\ 200$	—	$0,2 \cdot 10^{0,02 \cdot (1\ 150-\lambda)}$
$1\ 200 < \lambda \leq 1\ 400$	—	0,02



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

**Οπτική ακτινοβολία λέιζερ**

Οι τιμές έκθεσης που σχετίζονται με βιολογικές επιπτώσεις εκ της οπτικής ακτινοβολίας δύνανται να προσδιοριστούν βάσει των παρακάτω τύπων. Οι χρησιμοποιητέοι τύποι εξαρτώνται από το μήκος κύματος και τη διάρκεια έκθεσης σε ακτινοβολία που εκπέμπεται από την πηγή, τα δε αποτελέσματα θα πρέπει να συγκρίνονται με τις αντίστοιχες οριακές τιμές έκθεσης που περιλαμβάνονται στους πίνακες 2.2 έως 2.4. Για μια δεδομένη πηγή οπτικής ακτινοβολίας λέιζερ μπορεί να έχουν έννοια περισσότερες της μιας τιμές έκθεσης και αντίστοιχες οριακές τιμές έκθεσης.

Οι συντελεστές που υπεισέρχονται στους υπολογισμούς των πινάκων 2.2 — 2.4 έχουν καταχωρηθεί στον πίνακα 2.5, οι δε διορθώσεις για επαναλαμβανόμενη έκθεση στον πίνακα 2.6.

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

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

Σημειώσεις:

- dP ισχύς Εκφράζεται σε βατ [W].
- dA επιφάνεια Εκφράζεται σε τετραγωνικά μέτρα [m<sup>2</sup>];
- E (t), E ακτινοβολισμός ή πυκνότητα ισχύος: η ισχύς ακτινοβολίας που προσπίπτει πάνω σε μια επιφάνεια, ανά μονάδα επιφανείας, συνήθως εκφραζόμενη σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο [W m<sup>-2</sup>]. Οι τιμές των E(t), E προέρχονται από μετρήσεις ή μπορεί να παρέχονται από τον κατασκευαστή του εξοπλισμού.
- H έκθεση σε ακτινοβολία, το ολοκλήρωμα χρόνου του ακτινοβολισμού. Εκφράζεται σε τζάουλ ανά τετραγωνικό μέτρο [J m<sup>-2</sup>];
- t χρόνος, διάρκεια της έκθεσης Εκφράζεται σε δευτερόλεπτα [s].
- λ μήκος κύματος Εκφράζεται σε νανόμετρα [nm].
- γ περιοριστική γωνία κώνου οπτικού πεδίου μέτρησης Εκφράζεται σε χιλιοστά του ακτινίου [mrad].
- γ<sub>m</sub> οπτικό πεδίο μέτρησης Εκφράζεται σε χιλιοστά του ακτινίου [mrad].
- α γωνιακή υποτέμνουσα παρατηρούμενης πηγής Εκφράζεται σε χιλιοστά του ακτινίου [mrad].
- περιοριστικό άνοιγμα: η κυκλική επιφάνεια επί της οποίας προσδιορίζεται ο μέσος όρος του ακτινοβολισμού και της έκθεσης σε ακτινοβολία.
- G ολοκληρωμένη ακτινοβολήση: το ολοκλήρωμα της ακτινοβολήσης για δεδομένη διάρκεια έκθεσης. Εκφράζεται ως ενέργεια ακτινοβολίας ανά μονάδα ακτινοβολούσας επιφανείας ανά μονάδα στερεάς γωνίας εκπομπής, σε τζάουλ ανά τετραγωνικό μέτρο ανά στερακτίνο [J m<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup>].

Πίνακας 2.1

**Κίνδυνοι εκ της ακτινοβολίας**

Μήκος κύματος λ [nm]	Περιοχή ακτινοβολίας	Επηρεαζόμενο όργανο	Κίνδυνος	Πίνακας οριακών τιμών έκθεσης
180 έως 400	UV	οφθαλμός	φωτοχημική βλάβη και θερμική βλάβη	2.2, 2.3
180 έως 400	UV	δέρμα	ερύθημα	2.4
400 έως 700	Ορατή ακτινοβολία	οφθαλμός	βλάβη του αμφιβληστροειδούς	2.2
400 έως 600	Ορατή ακτινοβολία	οφθαλμός	φωτοχημική βλάβη	2.3
400 έως 700	Ορατή ακτινοβολία	δέρμα	θερμική βλάβη	2.4
700 έως 1 400	IRA	οφθαλμός	θερμική βλάβη	2.2, 2.3
700 έως 1 400	IRA	δέρμα	θερμική βλάβη	2.4
1 400 έως 2 600	IRB	οφθαλμός	θερμική βλάβη	2.2
2 600 έως 10 <sup>6</sup>	IRC	οφθαλμός	θερμική βλάβη	2.2
1 400 έως 10 <sup>6</sup>	IRB, IRC	οφθαλμός	θερμική βλάβη	2.3
1 400 έως 10 <sup>6</sup>	IRB, IRC	δέρμα	θερμική βλάβη	2.4

Πίνακας 2.2

Οριακές τιμές έκθεσης για την έκθεση του σφραλισμού σε ακτινοβολία λέιζερ — Βραχεία διάρκεια έκθεσης < 10 s

Μήκος κύματος, nm [nm]	Διάρκεια [s]	10 <sup>15</sup> · 10 <sup>15</sup>	10 <sup>14</sup> · 10 <sup>14</sup>	10 <sup>13</sup> · 10 <sup>13</sup>	1,8 · 10 <sup>12</sup> · 10 <sup>12</sup>	9 · 10 <sup>11</sup> · 10 <sup>11</sup>	10 <sup>11</sup> · 10 <sup>11</sup>	10 <sup>10</sup> · 10 <sup>10</sup>	10 <sup>9</sup> · 10 <sup>9</sup>	10 <sup>8</sup> · 10 <sup>8</sup>	10 <sup>7</sup> · 10 <sup>7</sup>	10 <sup>6</sup> · 10 <sup>6</sup>	10 <sup>5</sup> · 10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup> · 10 <sup>4</sup>	10 <sup>3</sup> · 10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup> · 10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup> · 10 <sup>1</sup>	10 <sup>0</sup> · 10 <sup>0</sup>		
																			10 <sup>15</sup> · 10 <sup>15</sup>	10 <sup>14</sup> · 10 <sup>14</sup>
UVC	140 - 240																			
	240 - 302																			
	303																			
	304																			
	305																			
	306																			
	307																			
UVB	308	E = 3 · 10 <sup>17</sup> [W m <sup>-2</sup> ] Βλ. σημείωση α)	10 <sup>15</sup> · 10 <sup>15</sup>	10 <sup>14</sup> · 10 <sup>14</sup>	10 <sup>13</sup> · 10 <sup>13</sup>	1,8 · 10 <sup>12</sup> · 10 <sup>12</sup>	9 · 10 <sup>11</sup> · 10 <sup>11</sup>	10 <sup>11</sup> · 10 <sup>11</sup>	10 <sup>10</sup> · 10 <sup>10</sup>	10 <sup>9</sup> · 10 <sup>9</sup>	10 <sup>8</sup> · 10 <sup>8</sup>	10 <sup>7</sup> · 10 <sup>7</sup>	10 <sup>6</sup> · 10 <sup>6</sup>	10 <sup>5</sup> · 10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup> · 10 <sup>4</sup>	10 <sup>3</sup> · 10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup> · 10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup> · 10 <sup>1</sup>	10 <sup>0</sup> · 10 <sup>0</sup>	Ενός όρασης < 2,6 · 10 <sup>8</sup> για H = 5,6 · 10 <sup>11</sup> [m <sup>2</sup> ] Βλ. σημείωση β)
	309																			Ενός όρασης < 1,3 · 10 <sup>8</sup> για H = 5,6 · 10 <sup>11</sup> [m <sup>2</sup> ] Βλ. σημείωση β)
	310																			Ενός όρασης < 1,0 · 10 <sup>8</sup> για H = 5,6 · 10 <sup>11</sup> [m <sup>2</sup> ] Βλ. σημείωση β)
	311																			Ενός όρασης < 6,7 · 10 <sup>7</sup> για H = 5,6 · 10 <sup>11</sup> [m <sup>2</sup> ] Βλ. σημείωση β)
	312																			Ενός όρασης < 4,0 · 10 <sup>7</sup> για H = 5,6 · 10 <sup>11</sup> [m <sup>2</sup> ] Βλ. σημείωση β)
	313																			Ενός όρασης < 2,6 · 10 <sup>7</sup> για H = 5,6 · 10 <sup>11</sup> [m <sup>2</sup> ] Βλ. σημείωση β)
	314																			Ενός όρασης < 1,6 · 10 <sup>7</sup> για H = 5,6 · 10 <sup>11</sup> [m <sup>2</sup> ] Βλ. σημείωση β)
UVA	315 - 400																			
Ορατή περιοχή βλάστησης	400 - 700																			
	700 - 1 050																			
	1 050 - 1 400																			
IRB & IRC	1 400 - 1 500																			
	1 500 - 1 800																			
	1 800 - 2 600																			
	2 600 - 10 <sup>5</sup>																			

α) Είδη στο μήκος κύματος του λέιζερ που αντιστοιχούν στον όραση είναι επίσης τα πιο επικίνδυνα από όλα.  
 β) Εάν 1 400 ≤ λ < 10<sup>5</sup> nm: διάρκεια έκθεσης = 1 s για λ < 6,3 μm και 1,5 · 10<sup>15</sup> για λ > 6,3 μm < 10 μm. Εάν 10<sup>5</sup> ≤ λ < 10<sup>6</sup> nm: διάρκεια έκθεσης = 11 ms.  
 γ) Διάρκεια έκθεσης έκθεσης γ) αυτής της διάρκειας μέγιστης, η ICNIRP συνιστά να χρησιμοποιούνται τα όραση αναφερόμενα για 1 m.  
 δ) Ο ορισμός αφορά την τιμή για μέγιστη εκκίνηση λέιζερ. Στην περίπτωση των εκκινήσεων λέιζερ, η έκθεση είναι ολική και ο ορισμός αυτός εφαρμόζεται για 1 m.  
 ε) Η γωνία εκκίνησης είναι 1 μrad ή 3,6 · 10<sup>-4</sup> rad.

Πίνακας 2.3

Οριακές τιμές έκθεσης για την έκθεση του οφθαλμού σε ακτινοβολία λέιζερ — Μακρά διάρκεια έκθεσης  $\geq 10$  s

Μήκος κύματος <sup>a)</sup> [nm]	Λήκη	Δόση [J]	
		$10^3 \cdot 10^3$	$10^4 \cdot 10^6$
UVC		180 - 240	$H = 10 [J \cdot m^{-2}]$
		240 - 302	$H = 10 [J \cdot m^{-2}]$
		303	$H = 40 [J \cdot m^{-2}]$
		304	$H = 60 [J \cdot m^{-2}]$
		305	$H = 100 [J \cdot m^{-2}]$
		306	$H = 140 [J \cdot m^{-2}]$
		307	$H = 250 [J \cdot m^{-2}]$
		308	$H = 400 [J \cdot m^{-2}]$
		309	$H = 610 [J \cdot m^{-2}]$
		310	$H = 1,0 \cdot 10^3 [J \cdot m^{-2}]$
		311	$H = 1,6 \cdot 10^3 [J \cdot m^{-2}]$
312	$H = 2,3 \cdot 10^3 [J \cdot m^{-2}]$		
313	$H = 4,0 \cdot 10^3 [J \cdot m^{-2}]$		
314	$H = 6,1 \cdot 10^3 [J \cdot m^{-2}]$		
UVB		$H = 10^3 [J \cdot m^{-2}]$	
UVA	315 - 400	$H = 10^3 [J \cdot m^{-2}]$	
	400 - 600	$E = 1 C_0 [W \cdot m^{-2}]$ ( $C_0 = 1,1 t^{-0,5} \text{ mrad}^{-0,6}$ )	
Χερσαία ακτινοβολία 400 - 700	Φωτοχημική βλάβη επιφανειακού	$H = 100 C_0 [J \cdot m^{-2}]$ ( $t = 11 \text{ mrad}^0,6$ ) όπου $t < 1,5 \text{ mrad}$ όπου $t > 1,5 \text{ mrad}$ και $t \leq T_2$ όπου $t > 1,5 \text{ mrad}$ και $t > T_2$ τότε $E = 10 [W \cdot m^{-2}]$ τότε $H = 18 C_0 t^{0,5} [J \cdot m^{-2}]$ τότε $E = 18 C_0 T_2^{-0,5} [W \cdot m^{-2}]$	
	400 - 700		όπου $t < 1,5 \text{ mrad}$ όπου $t > 1,5 \text{ mrad}$ και $t \leq T_2$ όπου $t > 1,5 \text{ mrad}$ και $t > T_2$ τότε $E = 10 C_A C_C [W \cdot m^{-2}]$ τότε $H = 18 C_A C_C C_0 t^{0,5} [J \cdot m^{-2}]$ τότε $E = 18 C_A C_C T_2^{-0,5} [W \cdot m^{-2}]$ (αυτή η τιμή ορίζεται για $1000 W \cdot m^{-2}$ )
	700 - 1450		$E = 1000 [W \cdot m^{-2}]$
IRB & IRC	1400 - 10 <sup>6</sup>		

α) Στο εν λόγω πίνακα, για μήκος κύματος κάτω από 400 nm (αόρατο), οι τιμές είναι οι τιμές που προκύπτουν από τον υπολογισμό των επιδράσεων της ακτινοβολίας λέιζερ με βάση την αρχή της κλιμακωτής έκθεσης. Οι τιμές αυτές είναι οι τιμές που προκύπτουν από τον υπολογισμό των επιδράσεων της ακτινοβολίας λέιζερ με βάση την αρχή της κλιμακωτής έκθεσης. Οι τιμές αυτές είναι οι τιμές που προκύπτουν από τον υπολογισμό των επιδράσεων της ακτινοβολίας λέιζερ με βάση την αρχή της κλιμακωτής έκθεσης. Οι τιμές αυτές είναι οι τιμές που προκύπτουν από τον υπολογισμό των επιδράσεων της ακτινοβολίας λέιζερ με βάση την αρχή της κλιμακωτής έκθεσης.

β) Για μήκος κύματος από 1400 nm έως 10<sup>6</sup> nm, οι τιμές είναι οι τιμές που προκύπτουν από τον υπολογισμό των επιδράσεων της ακτινοβολίας λέιζερ με βάση την αρχή της κλιμακωτής έκθεσης. Οι τιμές αυτές είναι οι τιμές που προκύπτουν από τον υπολογισμό των επιδράσεων της ακτινοβολίας λέιζερ με βάση την αρχή της κλιμακωτής έκθεσης. Οι τιμές αυτές είναι οι τιμές που προκύπτουν από τον υπολογισμό των επιδράσεων της ακτινοβολίας λέιζερ με βάση την αρχή της κλιμακωτής έκθεσης.

γ) Για μήκος κύματος από 1400 nm έως 10<sup>6</sup> nm, οι τιμές είναι οι τιμές που προκύπτουν από τον υπολογισμό των επιδράσεων της ακτινοβολίας λέιζερ με βάση την αρχή της κλιμακωτής έκθεσης. Οι τιμές αυτές είναι οι τιμές που προκύπτουν από τον υπολογισμό των επιδράσεων της ακτινοβολίας λέιζερ με βάση την αρχή της κλιμακωτής έκθεσης. Οι τιμές αυτές είναι οι τιμές που προκύπτουν από τον υπολογισμό των επιδράσεων της ακτινοβολίας λέιζερ με βάση την αρχή της κλιμακωτής έκθεσης.

δ) Για μήκος κύματος από 1400 nm έως 10<sup>6</sup> nm, οι τιμές είναι οι τιμές που προκύπτουν από τον υπολογισμό των επιδράσεων της ακτινοβολίας λέιζερ με βάση την αρχή της κλιμακωτής έκθεσης. Οι τιμές αυτές είναι οι τιμές που προκύπτουν από τον υπολογισμό των επιδράσεων της ακτινοβολίας λέιζερ με βάση την αρχή της κλιμακωτής έκθεσης. Οι τιμές αυτές είναι οι τιμές που προκύπτουν από τον υπολογισμό των επιδράσεων της ακτινοβολίας λέιζερ με βάση την αρχή της κλιμακωτής έκθεσης.

Πίνακας 2.4

Θερμικές τιμές έκθεσης για την έκθεση του δέρματος σε ακτινοβολία λείζερ

Μήκος κύματος λ [nm]	Λογισμ	Δόση [J]					
		$10^0 - 10^1$	$10^2 - 10^3$	$10^4 - 10^5$	$10^6 - 10^7$	$10^8 - 1 \cdot 10^9$	
UV (A, B, C)	1.5 mm	$E = 3 \cdot 10^{16} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	σημείων οι ίδιες γραμμές τιμές έκθεσης όπως για την έκθεση του σφαιδισμού				
Ορατή ακτινοβολία & ΒΛΑ	1.5 mm	$E = 2 \cdot 10^{11} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	σημείων οι ίδιες γραμμές τιμές έκθεσης όπως για την έκθεση του σφαιδισμού				
		$E = 2 \cdot 10^{11} C_{\lambda} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$					
IRB & IRIC	1.5 mm	$E = 10^{12} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$	$H = 200 C_{\lambda}$ $D \text{ m}^{-2}$	$H = 1,1 \cdot 10^7 C_{\lambda, t^{0,25}} \text{ [J m}^{-2}\text{]}$	$E = 2 \cdot 10^7 C_{\lambda} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$		
		$E = 10^{12} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$					
		$E = 10^{12} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$					
		$E = 10^{12} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$					
$2 \cdot 600 - 10^5$							

a) Εάν στο μήκος κύματος του λέιζερ ή σε κάποια άλλη συνθήκη λειτουργίας σε μια συγκεκριμένη διάταξη, τότε ισχύει το πιο περιοριστικό από αυτά.

Πίνακας 2.5

Χρησιμοποιούμενοι συντελεστές δόρωσης και άλλες παράμετροι υπολογισμού

Παράμετρος όπως αναφέρεται στην ICNIRP	Ισχύουσα φασματική περιοχή (nm)	Τιμή
$C_A$	$\lambda < 700$	$C_A = 1,0$
	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	$T_1 = 10 \cdot [10^{0,02(\lambda - 450)}] \text{ s}$
	$\lambda > 500$	$T_1 = 100 \text{ s}$
Παράμετρος όπως αναφέρεται στην ICNIRP	Ισχύει για βιολογικό αποτέλεσμα	Τιμή
$a_{\min}$	όλα τα θερμικά αποτελέσματα	$a_{\min} = 1,5 \text{ mrad}$
Παράμετρος όπως αναφέρεται στην ICNIRP	Ισχύουσα περιοχή γωνιών (mrad)	Τιμή
$C_E$	$\alpha < a_{\min}$	$C_E = 1,0$
	$a_{\min} < \alpha < 100$	$C_E = \alpha/a_{\min}$
	$\alpha > 100$	$C_E = \alpha^2/(a_{\min} \cdot a_{\max}) \text{ mrad}$ όπου $a_{\max} = 100 \text{ mrad}$
$T_2$	$\alpha < 1,5$	$T_2 = 10 \text{ s}$
	$1,5 < \alpha < 100$	$T_2 = 10 \cdot [10^{(\alpha - 1,5) / 98,5}] \text{ s}$
	$\alpha > 100$	$T_2 = 100 \text{ s}$

Παράμετρος όπως αναφέρεται στην ICNIRP	Ισχύουσα περιοχή διάρκειας έκθεσης (s)	Τιμή
γ	$t \leq 100$	$\gamma = 11$ [mrad]
	$100 < t < 10^4$	$\gamma = 1,1 t^{0,5}$ [mrad]
	$t > 10^4$	$\gamma = 110$ [mrad]

Πίνακας 2.6

#### Διορθώσεις για επαναλαμβανόμενη έκθεση

Σε όλες τις περιπτώσεις επαναλαμβανόμενης έκθεσης που προέρχεται από συστήματα λέιζερ επαναληπτικών παλμών ή από συστήματα λέιζερ σάρωσης θα πρέπει να εφαρμόζονται οι εξής τρεις γενικοί κανόνες:

1. Η έκθεση που προέρχεται από ένα μόνον παλμό μιας παλμοσειράς δεν πρέπει να υπερβαίνει την οριακή τιμή έκθεσης που ισχύει για ένα μόνον παλμό ίσης διάρκειας.
2. Η έκθεση που προέρχεται από κάθε ομάδα παλμών (ή υποομάδα παλμών μιας παλμοσειράς) που εκπέμπονται εντός χρονικού διαστήματος  $t$  δεν πρέπει να υπερβαίνει την οριακή τιμή έκθεσης που ισχύει για χρονικό διάστημα  $t$ .
3. Η έκθεση που προέρχεται από ένα μόνον παλμό εντός μιας ομάδας παλμών δεν πρέπει να υπερβαίνει την οριακή τιμή έκθεσης που ισχύει για ένα μόνον παλμό πολλαπλασιασμένη επί ένα συντελεστή αθροιστικής θερμικής διόρθωσης  $C_p = N^{-0,25}$ , όπου  $N$  είναι ο αριθμός των παλμών. Ο κανόνας αυτός ισχύει μόνον για τις οριακές τιμές έκθεσης που αποσκοπούν στην προστασία από θερμική βλάβη, όπου όλοι οι παλμοί που εκπέμπονται εντός χρονικού διαστήματος μικρότερου του  $T_{min}$  λογίζονται σαν ένας και μόνον παλμός.

Παράμετρος	Ισχύουσα φασματική περιοχή (nm)	Τιμή
$T_{min}$	$315 < \lambda \leq 400$	$T_{min} = 10^{-9}$ s (= 1 ns)
	$400 < \lambda \leq 1\ 050$	$T_{min} = 18 \cdot 10^{-6}$ s (= 18 μs)
	$1\ 050 < \lambda \leq 1\ 400$	$T_{min} = 50 \cdot 10^{-6}$ s (= 50 μs)
	$1\ 400 < \lambda \leq 1\ 500$	$T_{min} = 10^{-3}$ s (= 1 ms)
	$1\ 500 < \lambda \leq 1\ 800$	$T_{min} = 10$ s
	$1\ 800 < \lambda \leq 2\ 600$	$T_{min} = 10^{-3}$ s (= 1 ms)
	$2\ 600 < \lambda \leq 10^6$	$T_{min} = 10^{-7}$ s (= 100 ns)

#### ΔΗΛΩΣΗ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ

##### Δήλωση του Συμβουλίου σχετικά με τη χρήση του όρου «penalties» στο αγγλικό κείμενο των νομικών πράξεων της Ευρωπαϊκής Κοινότητας.

Κατά τη γνώμη του Συμβουλίου, όταν στο αγγλικό κείμενο νομοθετημάτων της Ευρωπαϊκής Κοινότητας χρησιμοποιείται η λέξη «penalties», αυτή έχει ουδέτερο νόημα και δεν σημαίνει ειδικά ποινικές κυρώσεις, αλλά και διοικητικές και οικονομικές κυρώσεις, καθώς και κυρώσεις άλλης φύσεως. Όταν τα κράτη μέλη υποχρεούνται από κάποιο κοινοτικό νομοθέτημα να θεσπίσουν «penalties», τα ίδια επιλέγουν το κατάλληλο είδος κυρώσεων που συνάδει με τη νομολογία του Δικαστηρίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων.

Στην κοινοτική γλωσσική τράπεζα δεδομένων, η λέξη «penalties» μεταφράζεται ως εξής σε ορισμένες άλλες γλώσσες:

Στα τσέχικα «sankce», στα ισπανικά «sanciones», στα δανικά «sanktioner», στα γερμανικά «Sanktionen», στα εσθονικά «sanktsioonid», στα γαλλικά «sanctions», στα ελληνικά «κυρώσεις», στα ουγγρικά «jogkövetkezmények», στα ιταλικά «sanzioni», στα λεττονικά «sankcijas», στα λιθουανικά, «sankcijos», στα μαλτέζικα «penali», στα ολλανδικά «sancties», στα πολωνικά «sankcje», στα πορτογαλικά «sanções», στα σλοβένικα «kazni», στα σλοβακικά «sankcie», στα φινλανδικά «seuraamukset» και στα σουηδικά «sanktioner».

Όταν, σε αναθεωρημένα αγγλικά κείμενα νομοθετημάτων, προηγουμένως είχε χρησιμοποιηθεί η λέξη «sanctions» και αργότερα αντικαθίσταται με τη λέξη «penalties», δεν υπάρχει διαφορά ουσίας.









Ευρωπαϊκή Επιτροπή

**Μη δεσμευτικός οδηγός ορθής πρακτικής για την εφαρμογή της οδηγίας 2006/25/EK (τεχνητή οπτική ακτινοβολία)**

Λουξεμβούργο: Υπηρεσία Εκδόσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης

2011 — 150 σ. — 21 × 29,7 cm

ISBN 978-92-79-19806-9

doi:10.2767/30096

Η πλειοψηφία των εργασιακών χώρων περιέχει τεχνητή οπτική ακτινοβολία και η οδηγία 2006/25/EK ορίζει τις ελάχιστες προδιαγραφές υγείας και ασφάλειας όσον αφορά στην έκθεση των εργαζομένων σε τέτοιου είδους πηγές ακτινοβολίας. Ο οδηγός ορθής πρακτικής μη δεσμευτικού χαρακτήρα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την εφαρμογή της οδηγίας 2006/25/EK προσδιορίζει εφαρμογές με ελάχιστους κινδύνους και προσφέρει καθοδήγηση σχετικά με άλλες. Ο οδηγός προσφέρει μεθοδολογία αξιολόγησης και παρουσιάζει μέτρα για τη μείωση των απειλών και τον έλεγχο των αρνητικών συνεπειών για την υγεία.

Η έκδοση διατίθεται σε έντυπη μορφή στα αγγλικά, γαλλικά και γερμανικά και σε ηλεκτρονική μορφή στις υπόλοιπες επίσημες γλώσσες της ΕΕ. Διατίθεται επίσης CD με 22 γλωσσικές εκδόσεις (κωδικός καταλόγου: KE-32-11-704-1X-Z, ISBN 978-92-79-19829-8).

## ΠΩΣ ΘΑ ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΕΙΤΕ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΕ

### **Δωρεάν εκδόσεις:**

- από το EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>).
- από τα γραφεία εκπροσώπησης ή τις αντιπροσωπείες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.  
Στοιχεία επικοινωνίας θα βρείτε στο διαδίκτυο (<http://ec.europa.eu>) ή θα τα ζητήσετε με φαξ στον αριθμό +352 2929-42758.

### **Εκδόσεις επί πληρωμή:**

- από το EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>).

### **Συνδρομές επί πληρωμή (π.χ. ετήσιες σειρές της *Επίσημης Εφημερίδας της Ευρωπαϊκής Ένωσης*, συλλογές της νομολογίας του Δικαστηρίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης):**

- μέσω των εμπορικών αντιπροσώπων της Υπηρεσίας Εκδόσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης ([http://publications.europa.eu/others/agents/index\\_el.htm](http://publications.europa.eu/others/agents/index_el.htm)).

Σας ενδιαφέρουν οι **εκδόσεις** της Γενικής Διεύθυνσης Απασχόλησης,  
Κοινωνικών Υποθέσεων και Ένταξης;

Αν ναι, μπορείτε να τις μεταφορτώσετε ή να εγγραφείτε για δωρεάν  
συνδρομή:

***<http://ec.europa.eu/social/publications>***

Μπορείτε επίσης να εγγραφείτε δωρεάν στο ηλεκτρονικό πληροφοριακό  
δελτίο *Social Europe* της Ευρωπαϊκής Επιτροπής:

***<http://ec.europa.eu/social/e-newsletter>***

**<http://ec.europa.eu/social>**



**[www.facebook.com/social europe](http://www.facebook.com/social europe)**



■ Υπηρεσία Εκδόσεων

ISBN 978-92-79-19806-9



9 789279 198069