

**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ  
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**

**Πρόγραμμα Σπουδών Επιλογής  
Τεχνολογία Ιατρικών Συστημάτων**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**‘Ασφάλεια Εργαζομένων στο Νοσοκομειακό  
Περιβάλλον. Εξοπλισμός Προστασίας  
έναντι μολυσματικών κινδύνων.’**

---

**Σπουδαστής: Καρούσης Αλέξανδρος  
Εισηγητής: Σταυρακάκης Αντώνης**

*Ημερομηνία παράδοσης: 10/6/2005*

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	1
1.2 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	1
1.3 ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ.....	2
1.4 ΠΗΓΕΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ.....	2
<b>2. ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ.....</b>	<b>2</b>
2.1 ΟΡΙΣΜΟΙ .....	2
2.2 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ.....	4
2.2.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΙΟΝΤΙΖΟΥΣΩΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΩΝ .....	4
2.2.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ.....	5
2.2.3 ΟΡΙΑ ΔΟΣΕΩΝ ΓΙΑ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΥΣ.....	6
2.2.4 ΙΑΤΡΙΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΕΚΤΙΘΕΜΕΝΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ.....	8
2.3 ΑΚΤΙΝΟΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ.....	11
2.3.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΧΩΡΩΝ.....	11
2.3.2 ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΚΑΤΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ.....	13
2.3.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΣΗΜΑΝΣΗ.....	13
2.3.4 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ.....	14
2.3.5 ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΚΤΙΝΟΣΚΟΠΗΣΗ.....	14
2.3.6 ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΗΣΗ.....	15
2.3.7 ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΓΙΑ ΚΙΝΗΤΑ ΑΚΤΙΝΟΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ.....	15
2.3.8 ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΓΙΑ ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΙΚΕΣ ΑΚΤΙΝΟΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ.....	16
2.4 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ.....	17
2.4.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΧΩΡΩΝ.....	17
2.4.2 ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΚΑΤΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ.....	18
2.4.3 ΕΙΔΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ.....	18
2.4.4 ΘΑΛΑΜΟΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ.....	19
2.5 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ.....	19
2.5.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΧΩΡΩΝ.....	19
2.5.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΣΗΜΑΝΣΗ .....	20
2.6 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΡΑΔΙΟΓΡΑΦΗΣΕΩΝ.....	20
2.6.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΧΩΡΩΝ .....	21
2.6.2 ΤΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΠΟΥ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ.....	21
<b>3. ΜΟΝΑΔΑ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ.....</b>	<b>21</b>
3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ.....	21
3.2 Ο ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΕΘ.....	22
3.3 ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΕΙΚΟΝΑ.....	22
3.4 ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΤΗΣ ΜΕΘ.....	23
3.5 ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΣΤΗΝ ΜΕΘ.....	24
3.5.1 ΠΑΘΟΓΟΝΑ BLOODBORNE.....	24

3.5.2 ΧΩΡΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	26
3.5.3 ΟΛΙΣΘΗΜΑΤΑ- ΠΑΡΑΠΑΤΗΜΑΤΑ- ΠΕΣΙΜΑΤΑ.....	27
3.5.4 ΑΛΛΕΡΓΙΑ ΣΕ ΛΑΤΕΞ.....	27
3.5.5 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ.....	28
3.5.6 ΒΙΑ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	28
3.5.7 ΠΙΕΣΗ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	28
3.5.8 ΧΡΥΣΟΣ ΣΤΑΦΥΛΟΚΟΚΚΟΣ ΜΕ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΤΗ ΜΕΘΙΚΛΑΙΝΗ (ΧΣΑΜ).....	29
3.5.9 ΈΛΕΓΧΟΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ.....	30
3.5.10 ΒΕΛΟΝΕΣ Ή ΚΟΦΤΕΡΟΙ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ.....	31
<b>4. ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΑ.....</b>	<b>32</b>
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	32
4.2 ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΣΤΑ ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΑ.....	33
4.2.1 ΑΕΡΙΑ ΑΝΑΙΣΘΗΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.....	33
4.2.2 ΠΑΘΟΓΟΝΑ BLOODBORNE.....	35
4.2.3 ΣΥΜΠΙΕΣΜΕΝΑ ΑΕΡΙΑ.....	35
4.2.4 ΣΤΑΤΙΚΕΣ Ή ΑΔΕΞΙΕΣ ΣΤΑΣΕΙΣ.....	35
4.2.5 ΟΛΙΣΘΗΜΑΤΑ- ΠΑΡΑΠΑΤΗΜΑΤΑ- ΠΕΣΙΜΑΤΑ.....	36
4.2.6 ΔΕΣΜΗ LASER.....	36
4.2.7 ΚΙΝΔΥΝΟΙ LASER.....	37
4.2.8 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ.....	39
4.2.9 ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΕΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ.....	39
4.2.10 ΑΛΛΕΡΓΙΑ ΣΕ ΛΑΤΕΞ.....	39
<b>5. ΚΛΙΝΙΚΕΣ-ΙΑΤΡΕΙΑ.....</b>	<b>39</b>
5.1 ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΣΤΙΣ ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΚΑ ΣΤΑ ΙΑΤΡΕΙΑ.....	40
5.1.1 ΜΟΛΥΣΜΑΤΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ.....	40
5.1.2 ΑΛΛΕΡΓΙΑ ΣΕ ΛΑΤΕΞ.....	40
5.1.3 ΒΕΛΟΝΕΣ Ή ΚΟΦΤΕΡΟΙ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ.....	40
<b>6. ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗ.....</b>	<b>40</b>
6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	40
6.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗΣ.....	43
6.2.1 ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ.....	43
6.2.2 ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ.....	46
6.2.3 ΑΛΛΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗΣ.....	47
6.3 ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗ.....	49
6.3.1 ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΕΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ.....	49
6.3.2 ΠΙΕΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ.....	50
6.3.3 ΕΓΚΑΥΜΑΤΑ.....	51
6.3.4 ΠΑΘΟΓΟΝΑ BLOODBORNE.....	51
<b>7. ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ.....</b>	<b>51</b>
7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	51
7.2 ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ.....	52
7.2.1 ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΕΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ.....	52
7.2.2 ΠΥΡΑΣΦΑΛΕΙΑ.....	53

7.2.3 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ.....	54
7.2.4 LOCKOUT / TAGOUT.....	54
7.2.5 ΕΚΘΕΣΗ ΑΜΙΑΝΤΟΥ.....	55
7.2.6 ΗΛΕΚΤΡΟΠΛΗΞΙΑ.....	56
7.2.7 ΔΙΑΡΡΟΗ ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΥ.....	58
7.2.8 ΚΑΙΠΝΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ.....	60
<b>8. ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ.....</b>	<b>61</b>
8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	61
8.2 ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ.....	62
8.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΣΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ.....	62
8.3.1 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ.....	63
8.3.2 ΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΕΠΙΠΕΔΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ.....	64
8.3.3 ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	64
8.4 ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	65
<b>9. ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....</b>	<b>65</b>
9.1 ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ.....	66
9.2 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ (ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΟΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ).....	67
9.3 ΣΧΕΔΙΟ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ).....	67
9.4 ΕΠΙΠΕΔΑ ΒΙΟΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	68
9.4.1 ΠΡΩΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΒΙΟΑΣΦΑΛΕΙΑΣ (BSL-1).....	68
9.4.2 ΔΕΥΤΕΡΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΒΙΟΑΣΦΑΛΕΙΑΣ (BSL-2).....	69
9.4.3 ΤΡΙΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΒΙΟΑΣΦΑΛΕΙΑΣ (BSL-3).....	70
9.4.4 ΤΕΤΑΡΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΒΙΟΑΣΦΑΛΕΙΑΣ (BSL-4).....	72
9.5 ΚΛΙΝΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ.....	72
9.6 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΔΙΑΚΡΑΤΙΚΗ ΑΠΟΣΤΟΛΗ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	73
<b>10. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....</b>	<b>74</b>
10.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΑΛΑΜΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	74
10.1.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ I Β.Θ.Α.....	75
10.1.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ II Β.Θ.Α.....	76
10.1.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ III Β.Θ.Α.....	82
10.2 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΙ Η ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ.....	83
10.3 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ.....	86
10.4 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ Β.Θ.Α.....	91
10.5 ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ Β.Θ.Α.....	93
<b>11. ΦΙΛΤΡΑ ΒΙΟΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΗΕΡΑ.....</b>	<b>96</b>
<b>12. ΘΑΛΑΜΟΣ ΝΗΜΑΤΙΚΗΣ ΡΟΗΣ.....</b>	<b>99</b>
12.1 ΘΑΛΑΜΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΝΗΜΑΤΙΚΗΣ ΡΟΗΣ.....	100
12.2 ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΑΘΕΤΗΣ ΝΗΜΑΤΙΚΗΣ ΡΟΗΣ.....	102
<b>13. ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....</b>	<b>104</b>

<b>13.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.....</b>	<b>104</b>
13.1.1 ΓΕΝΙΚΑ / ΜΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....	104
13.1.2 ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΑ / ΜΟΛΥΣΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....	104
13.1.3 ΕΙΔΙΚΑ Η ΥΨΗΛΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....	104
<b>13.4 ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.....</b>	<b>105</b>
<b>13.5 ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.....</b>	<b>106</b>
<b>13.6 ΣΤΕΡΕΑ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....</b>	<b>108</b>
13.6.1 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.....	108
13.6.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ.....	108
13.6.3 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	109

# 1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

## 1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Από την εμφάνιση του ο άνθρωπος χρησιμοποίησε την εργασία σαν μέσο για την επιβίωση του. Άπειρες φορές η εργασία έγινε αντικείμενο εκμετάλλευσης και στην πορεία των χρόνων υπάρχουν πολλές εξεγέρσεις και αγώνες για την καλύτερευση της ζωής και τη βελτίωση των συνθηκών εργασίας.

Στην πρωτόγονη ζωή, η εργασία ήταν απλά το μέσο για την εξασφάλιση της ζωής. Σήμερα με την πολιτιστική ανάπτυξη και την εξέλιξη της κοινωνίας, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι η εργασία αποσκοπεί στην ιδέα της ανθρώπινης ύπαρξης.

Στην Αρχαία Ελλάδα και στη Ρωμαϊκή εποχή, δεν εκτιμούσαν την εργασία που γίνεται για λόγους επιβίωσης και όσο αφορά την χειρωνακτική εργασία, θεωρούσαν ότι έπρεπε να την κάνουν μόνο οι δούλοι.

Για να φτάσει η εργασία να έχει την εννοιολογική σημασία με την οποία την αντιλαμβανόμαστε σήμερα, πέρασε από διάφορες φάσεις ανάλογα με την κοινωνική και πολιτική κατάσταση των διαφόρων εποχών, έτσι φτάσαμε στη διακήρυξη της Φιλαδέλφειας το 1944, με την οποία διακηρύχθηκε ότι η εργασία δεν είναι εμπόρευμα.

Σήμερα μπορούμε να δεχθούμε σαν εργασία, την σωματική ή διανοητική προσπάθεια που καταβάλλει ο άνθρωπος σκόπιμα και συστηματικά, για την επίτευξη ορισμένου σκοπού που αποβλέπει στη δημιουργία των υλικών ή πνευματικών αγαθών τα οποία είναι αναγκαία για την εξασφάλιση της ύπαρξης του.

Η ραγδαία αύξηση της βιομηχανικής δραστηριότητας, με την βιομηχανική επανάσταση, που άλλαξε σημαντικά τις αναλογίες συμμετοχής στην παραγωγική δραστηριότητα, σε σχέση με την αγροτική, δεν βελτίωσε ανάλογα και τις συνθήκες εργασίας. Αξίζει να αναφερθεί ότι τον 18<sup>ο</sup> αιώνα η ημερήσια απασχόληση για τους βιομηχανικούς εργάτες, ήταν κατά μέσο όρο 15 ώρες την ημέρα. Την ίδια εποχή ήταν σε πολύ μεγάλη έξαρση η απασχόληση ανηλίκων, κάτω των 10 ετών, κάτι που ακόμη και σήμερα παρατηρείται σε πολλές χώρες, κυρίως υποανάπτυκτες.

## 1.2 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο άνθρωπος από την αρχαιότητα, προσπαθούσε να βελτιώσει τις συνθήκες εργασίας του και για το σκοπό αυτό έπαιρνε μέτρα προστασίας, από τους κινδύνους που υπήρχαν. Πάρα πολλά ευρήματα και αναφορές σε κείμενα, το αποδεικνύουν αυτό.

Ο Όμηρος στη Οδύσσεια αναφέρει για πρώτη φορά τα μέσα ατομικής προστασίας της εποχής του. Αναφερόμενος σε κάποιον που εργαζόταν σε αγροτικές εργασίες, περιγράφει ότι χρησιμοποιούσε κνημίδες, για να προστατεύσει τα πόδια του και γάντια για την προστασία των χεριών του, από τα αγκάθια.

Στην Αρχαία Ελλάδα επίσης, για πρώτη φορά παρουσιάζονται αναφορές, καταγραφές και σκέψεις για τα εργατικά ατυχήματα και τις ασθένειες, που είχαν σχέση με την εργασία.

Στη νεότερη Ελλάδα, ουσιαστικά βήματα για τη βελτίωση των συνθηκών εργασίας άρχισαν να γίνονται μετά το 1911, με την έκδοση πολλών νομοθετημάτων για τους κινδύνους και τα μέτρα προστασίας από αυτούς. Τα νομοθετήματα αυτά αναφέρονται σε διάφορες εργασίες και ειδικότητες εργαζομένων.

Από τη χρονική αυτή περίοδο και μετά, οι συνθήκες εργασίας πέρασαν πολλές φάσεις μέχρι να βελτιωθούν σημαντικά. Στην βελτίωση αυτή συνέβαλαν ουσιαστικά οι θετικές επιρροές από τις αναπτυγμένες χώρες της Ευρώπης, η κοινωνική παρέμβαση του κράτους, η άνοδος του βιοτικού επιπέδου, η διαμορφούμενη αντίληψη για τη ζωή, οι εξελίξεις στη βιομηχανία και την τεχνολογία και οι διεκδικήσεις και παρεμβάσεις των συνδικάτων των εργαζομένων.

Σήμερα καθοριστικό ρόλο στη βελτίωση των συνθηκών εργασίας στη χώρα μας, παίζει η συμμετοχή μας στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Τα νομοθετήματα που εντάχθηκαν στο εθνικό μας δίκαιο τα τελευταία χρόνια, είναι σε εναρμόνιση της χώρας μας, με τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Η αντίληψη που έχουμε διαμορφώσει σήμερα, για τη βελτίωση των συνθηκών εργασίας δεν έχει να κάνει μόνο με την πρόληψη του εργατικού ατυχήματος ή της επαγγελματικής ασθένειας, αλλά και με τη δημιουργία ευχάριστου κλίματος στο χώρο εργασίας.

### 1.3 ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

Σε σύνολο 150.000.000 εργαζομένων στην Ευρωπαϊκή Ένωση, έχει υπολογιστεί ότι κάθε χρόνο 10.000.000 περίπου, πλήττονται από συμβάντα, ατυχήματα ή ασθένειες στο χώρο εργασίας. Από τα ατυχήματα αυτά, τα 8.000 περίπου είναι θανατηφόρα.

Το συνολικό κόστος των αποζημιώσεων, που καταβάλλουν οι χώρες της Ε.Ε. για τα εργατικά ατυχήματα και τις επαγγελματικές ασθένειες υπολογίζονται σε 20.000.000.000 ECU (περισσότερα από 6 τρισεκατομμύρια δραχμές).

Σαν επαγγελματικό κίνδυνο μπορούμε να θεωρήσουμε κάθε κίνδυνο που απειλεί τον εργαζόμενο στις σωματικές, μυϊκές και διανοητικές προσπάθειες που καταβάλλει στην εργασία του.

Όταν οι κίνδυνοι αυτοί δεν αντιμετωπιστούν άμεσα, μπορεί να συμβεί εργατικό ατύχημα ή να εμφανιστεί επαγγελματική ασθένεια ή να έχουμε πρόωρη φθορά της υγείας των εργαζομένων.

Για να είναι σε θέση κάποιος να προστατευτεί από τους επαγγελματικούς κινδύνους που υπάρχουν στην εργασία, είναι απαραίτητο να γνωρίζει τις πηγές του, από πού δηλαδή μπορεί να προέλθουν αυτοί οι κίνδυνοι.

### 1.4 ΠΗΓΕΣ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Σαν πηγή του επαγγελματικού κινδύνου, θεωρούμε την ιδιότητα ή την ικανότητα, που υπάρχει ή μπορεί να δημιουργηθεί σε κάποιο στοιχείο, η οποία (ιδιότητα ή ικανότητα) πιθανόν να προκαλέσει κάποια βλάβη.

## 2. ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

### 2.1 ΟΡΙΣΜΟΙ

Προτού αναφερθούμε για την ασφάλεια των εργαζομένων που εργάζονται σε χώρους όπου εκπέμπεται ακτινοβολία θα ήταν χρήσιμο να δώσουμε κάποιους ορισμούς έτσι ώστε τα παρακάτω κεφάλαια να γίνουν πιο κατανοητά.

**Ακτινοβολία:** Νοείται η ιοντίζουσα ακτινοβολία (βλαβερή), η οποία είναι η μεταφορά ενέργειας, με τη μορφή σωματιδίων ή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων μήκους

κύματος μικρότερο των 100 nm ή συχνότητας τουλάχιστον  $3 \times 10^{13}$  Hertz, ικανών να παράγουν αμέσως ή εμμέσως ιόντα.

**Ακτινοβολία φυσικού υποστρώματος:** Το σύνολο των ιοντιζουσών ακτινοβολιών που προέρχονται από φυσικές γήινες και κοσμικές πηγές, εφ' όσον η έκθεση η οποία προκύπτει από αυτές δεν αυξάνεται σημαντικά από ανθρώπινη παρέμβαση.

**Ακτινοπροστασία:** Το σύνολο των μέτρων και ελέγχων για την ανίχνευση και περιορισμό των παραγόντων εκείνων οι οποίοι κατά τη διάρκεια μιας οιασδήποτε πρακτικής, έργου ή δραστηριότητας με *ιοντίζουσες ακτινοβολίες*, ή *επέμβασης* σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης ή σαν επακόλουθο μιας κατάστασης έκτακτης ανάγκης ή/και παρελθούσας *πρακτικής*, ενδέχεται να αποτελέσουν κίνδυνο *έκθεσης* για τους εργαζόμενους και τον πληθυσμό γενικότερα.

**Δόση:** Το φυσικό μέγεθος που εκφράζει την ποσότητα της ενέργειας που αποτίθεται στην μονάδα της μάζας οποιουδήποτε υλικού μέσου από οποιαδήποτε ιοντίζουσα ακτινοβολία. Η μονάδα μέτρησης της είναι το **Gray (Gy)** και βρίσκεται από την σχέση:

$$\text{Δόση } 1\text{Gy} = 1 \text{ joule / Kgr}$$

**Ενεργός Δόση:** Η Δόση (Gy) σε σχέση με το είδος της ακτινοβολίας, **Παράγοντας ποιότητας Q** (π.χ. ακτίνες γ, σωματία α ή β, κ.τ.λ.) και με το ιστό ο οποίος ακτινοβολείται, **Συντελεστής βάρους ιστού  $W_T$** . Η μονάδα μέτρησης είναι το **Sievert (Sv)** και βρίσκεται από την σχέση:

$$\text{Ενεργός δόση} = \text{Gy} * \text{Q} * \text{W}_T$$

**Ραδιενέργεια (A):** Η ραδιενέργεια A, μιας ποσότητας ραδιενεργών πυρήνων σε συγκεκριμένη ενεργειακή κατάσταση σε δεδομένη χρονική στιγμή, είναι το πηλίκο  $dN$  δια  $dt$ , όπου  $dN$  είναι η αναμενόμενη τιμή του αριθμού των αυτόματων πυρηνικών μετατροπών από αυτή την ενεργειακή κατάσταση στο χρονικό διάστημα  $dt$ :

$$A = dN / dt$$

Η μονάδα ραδιενέργειας είναι το **Becquerel (Bq)**.

**Ραδιογράφηση:** Μη καταστρεπτική μέθοδος, για την εξέταση της μακροσκοπικής δομής υλικών, με τη χρήση ιοντιζουσών ακτινοβολιών.

**Έκθεση:** Η διαδικασία κατά την οποία το άτομο εκτίθεται σε ιοντίζουσες ακτινοβολίες.

Διακρίνεται σε :

- ❖ Εξωτερική έκθεση: έκθεση, που προκύπτει από πηγές που βρίσκονται έξω από το σώμα.
- ❖ Εσωτερική έκθεση: έκθεση που προκύπτει από πηγές που βρίσκονται μέσα στο σώμα.
- ❖ Ολική έκθεση: άθροισμα της εξωτερικής και εσωτερικής έκθεσης.
- ❖ Μερική έκθεση: η έκθεση, κυρίως, ενός μέρους του σώματος ή ενός ή περισσοτέρων οργάνων ή ιστών ή η έκθεση, που δεν θεωρείται ομοιογενής για ολόκληρο το σώμα.
- ❖ Ολόσωμη εξωτερική έκθεση : η έκθεση που θεωρείται ομοιογενής για ολόκληρο το σώμα.



**Όρια δόσεων:** Τιμές δόσεων η υπέρβαση των οποίων απαγορεύεται. Οι τιμές αυτές αφορούν στις δόσεις που προκύπτουν από την έκθεση εργαζομένων, μαθητευομένων, σπουδαστών και κοινού σε ιοντίζουσες ακτινοβολίες και οφείλονται στο σύνολο των εγκεκριμένων πρακτικών. Οι δόσεις αυτές είναι το άθροισμα των σχετικών δόσεων από εξωτερική έκθεση κατά την συγκεκριμένη περίοδο και των ενεργών δεσμευθεισών δόσεων 50ετίας (μέχρι την ηλικία των 70 ετών για τα παιδιά) από προσλήψεις κατά την ίδια περίοδο.

## 2.2 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Ο κανονισμός ακτινοπροστασίας αποτελεί νόμο του κράτους (αριθ. 1014 (ΦΟΡ) 94) και αποσκοπεί στην προστασία ανθρώπων αγαθών και περιβάλλοντος από τις επιβλαβείς επιδράσεις των ιοντίζουσών ακτινοβολιών που προέρχονται από την ειρηνική τους χρήση.

Πεδίο εφαρμογής των κανονισμών ακτινοπροστασίας είναι η παραγωγή, εισαγωγή, επεξεργασία, χρησιμοποίηση, κατοχή, αποθήκευση, μεταφορά και απόρριψη, ραδιενεργών ουσιών, φυσικών και τεχνητών. Ακόμη αφορά στη χρήση μηχανημάτων παραγωγής ιοντίζουσών ακτινοβολιών, καθώς και οποιαδήποτε άλλη δραστηριότητα που εγκυμονεί κίνδυνο προερχόμενο από τις ιοντίζουσες ακτινοβολίες.

Αρμόδια Αρχή για θέματα ακτινοπροστασίας από τους κινδύνους που προκύπτουν από τις ιοντίζουσες και μη-ιοντίζουσες ακτινοβολίες στην Ελλάδα είναι η Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ). Στο πλαίσιο των αρμοδιοτήτων της μεριμνά για την εφαρμογή των παρόντων Κανονισμών και εισηγείται πρόσθετα μέτρα, οποτεδήποτε κρίνει σκόπιμο, προκειμένου να υλοποιείται ο αντικειμενικός σκοπός των κανονισμών και να εξασφαλίζεται ο περιορισμός των ατομικών και συλλογικών δόσεων, που προκύπτουν ή μπορεί να προκύψουν από εκθέσεις που είναι δυνατόν να ελεγχθούν, εφαρμόζοντας τις παρακάτω γενικές αρχές.

### 2.2.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΙΟΝΤΙΖΟΥΣΩΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΩΝ

Οι βασικές αρχές που επιβάλλονται από τον κανονισμό ακτινοπροστασίας και εφαρμόζονται κατά την χρήση των ιοντίζουσών ακτινοβολιών ώστε να περιορίζονται οι ατομικές και συλλογικές δόσεις είναι:

**α) Αρχή Αιτιολόγησης:** Τα διάφορα είδη δραστηριοτήτων με ιοντίζουσες ακτινοβολίες προτού εγκριθούν για πρώτη φορά, πρέπει να κριθούν αιτιολογημένα βάσει των κοινωνικό-οικονομικών ή άλλων πλεονεκτημάτων που παρέχουν σε σχέση με την βλάβη στην υγεία την οποία μπορεί να προκαλέσουν. Η αιτιολόγηση μπορεί να έχει γενικό και όχι ειδικό κατά περίπτωση χαρακτήρα.

**β) Αρχή Βελτιστοποίησης:** Κάθε έκθεση που οφείλεται σε μία αιτιολογημένη πρακτική ή μία πηγή, πρέπει να προγραμματίζεται ώστε το μέγεθος των συνεπαγομένων δόσεων, ο αριθμός των εκτιθεμένων ατόμων και η πιθανότητα να προκύψουν μη αναμενόμενες εκθέσεις, να διατηρηθούν τόσο χαμηλά όσο είναι λογικά εφικτό λαμβάνοντας υπ' όψη τις δυνατότητες της υπάρχουσας τεχνολογίας, τα πορίσματα της ανάλυσης κόστους-οφέλους και γενικά κάθε σχετικό κοινωνικό και οικονομικό παράγοντα. Η διαδικασία αυτή απαιτεί περιορισμό στις ατομικές εκθέσεις (εφαρμογή περιοριστικών επιπέδων δόσεων) καθώς και περιορισμό του ατομικού κινδύνου από δυνητικές εκθέσεις κατά τρόπον ώστε να περιορίζονται οι πιθανές ανισότητες που προκύπτουν από ενδογενείς, οικονομικούς και κοινωνικούς λόγους.

**γ) Αρχή Ορίων Δόσεων:** Δεν επιτρέπεται υπέρβαση των ορίων δόσεων παρά μόνο σε ειδικές περιπτώσεις και αφού ληφθεί υπόψη η Αρχή της Αιτιολόγησης. Η αρχή αυτή δεν ισχύει για τις ιατρικές εφαρμογές στους ασθενείς.

### 2.2.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ

Οι ακόλουθες αρχές πρέπει να τηρούνται κατά την εργασία, για την προστασία των επαγγελματικά εκτιθεμένων εργαζομένων.

**1.** Προκαταρκτική αξιολόγηση για τον προσδιορισμό της φύσης και του μεγέθους του κινδύνου ακτινοβολίας για τους εκτιθέμενους εργαζόμενους, και εφαρμογή της βελτιστοποίησης της ακτινοπροστασίας σε όλες τις συνθήκες εργασίας.

**2.** Ταξινόμηση των χώρων εργασίας σε διάφορες ζώνες, με βάση, κατά περίπτωση, τον υπολογισμό των προβλεπόμενων ετήσιων δόσεων καθώς και της πιθανότητας και κλίμακας των δυνητικών εκθέσεων. Έτσι οι χώροι εργασίας για την προστασία των εργαζομένων ταξινομούνται στις ακόλουθες περιοχές:

**α. Ελεγχόμενη ζώνη:** κάθε περιοχή μέσα στην οποία ενδέχεται να γίνει υπέρβαση των 6 mSv ετησίως, ή αλλιώς, κάθε περιοχή που ενδέχεται να γίνει υπέρβαση των 3/10 των ετησίων δόσεων που καθορίζεται για τους επαγγελματικά εκτεθειμένους. Τέτοιες περιοχές είναι:

- Ακτινοδιαγνωστικοί Θάλαμοι (εκτός των οδοντιατρείων)
- Ακτινοθεραπευτικοί Θάλαμοι
- Χώροι φύλαξης πηγών βραχυθεραπείας
- Χώροι εφαρμογής πηγών βραχυθεραπείας
- Χώροι απομόνωσης ασθενών που φέρουν πηγές βραχυθεραπείας
- Θερμό εργαστήριο Πυρηνικής ιατρικής
- Χώροι χορήγησης ραδιοφαρμάκων σε ασθενείς
- Χώροι όπου γίνονται χειρισμοί κάτω από ακτινοσκοπικό έλεγχο

**β. Επιβλεπόμενη ζώνη:** κάθε περιοχή θεωρείται κάθε περιοχή στην οποία ενδέχεται να γίνει υπέρβαση του 1 mSv ανά έτος, ή αλλιώς, κάθε περιοχή που ενδέχεται να γίνει υπέρβαση του 1/10 των ετησίων ορίων δόσεων που προβλέπονται για τους επαγγελματικά εκτεθειμένους και η οποία δεν θεωρείται ελεγχόμενη ζώνη.

Τέτοιες περιοχές είναι:

- Αίθουσες μετρήσεων και απεικονίσεων in vivo και in vitro Πυρηνικής ιατρικής
- Αίθουσες αναμονής ασθενών in vivo Πυρηνικής ιατρικής
- Χειριστήριο ακτινοδιαγνωστικών και ακτινοθεραπευτικών μονάδων

**γ. Περιοχές χωρίς ειδική πρόβλεψη:** Περιοχές όπου δεν υπάρχει πιθανότητα να γίνει υπέρβαση του 1/10 του ετήσιου ορίου δόσεων. Όλες οι περιοχές του νοσοκομείου εκτός αυτών που αναφέρθηκαν στις δύο προηγούμενες παραγράφους ανήκουν σε περιοχές χωρίς ειδική πρόβλεψη.

**3.** Ταξινόμηση των εργαζομένων σε διάφορες κατηγορίες για λόγους επίβλεψης. Έτσι έχουμε τις εξής κατηγορίες :

**Κατηγορία Α:** Οι εκτιθέμενοι εργαζόμενοι που ενδέχεται να δεχτούν ενεργό δόση μεγαλύτερη από 6 mSv ανά έτος ή ισοδύναμη δόση μεγαλύτερη από τα τρία δέκατα (3/10) των ορίων δόσης για τους φακούς των οφθαλμών, το δέρμα, τα άκρα κ.τ.λ.

**Κατηγορία Β:** Όσοι εκτιθέμενοι εργαζόμενοι δεν κατατάσσονται στους εκτιθέμενους εργαζόμενους της κατηγορίας Α.

4. Εφαρμογή κατάλληλων μέτρων ελέγχου και παρακολούθησης για τις διάφορες ζώνες και συνθήκες εργασίας, συμπεριλαμβανομένης, όπου αυτό απαιτείται, της ατομικής παρακολούθησης. Η εκτίμηση, η εφαρμογή των μέτρων και ο έλεγχος των οργάνων για την ακτινοπροστασία των εκτιθέμενων εργαζομένων, πρέπει να πραγματοποιούνται από τον υπεύθυνο ακτινοπροστασίας. Οι εξετάσεις και οι έλεγχοι των συσκευών προστασίας και των οργάνων μέτρησης, περιλαμβάνουν ειδικότερα :

- Την προκαταρκτική αξιολόγηση και έλεγχο των σχεδίων εγκαταστάσεων από την άποψη προστασίας από την ακτινοβολία.
- Την έγκριση λειτουργίας νέων ή τροποποιημένων πηγών από την άποψη προστασίας από την ακτινοβολία.
- Τον περιοδικό έλεγχο της αποτελεσματικότητας των μέσων και των τεχνικών προστασίας.
- Την τακτική βαθμονόμηση των οργάνων μέτρησης πεδίων ακτινοβολιών και ραδιενεργού ρύπανσης σε αναγνωρισμένο από την Ε.Ε.Α.Ε. υποπρότυπο εργαστήριο οργάνων μέτρησης ιοντίζουσών ακτινοβολιών και τον τακτικό έλεγχο της καλής κατάστασης λειτουργίας τους και της ορθής χρησιμοποίησής τους.

Τα αποτελέσματα των παραπάνω ελέγχων καταχωρούνται σε ειδικό βιβλίο το οποίο θεωρείται από τον αδειούχο του εργαστηρίου και υπόκειται στον έλεγχο της ΕΕΑΕ.

5. Ιατρική παρακολούθηση (βλέπε παράγραφο 2.2.4).

Οι παραπάνω αρχές εκτιμώνται και προτείνονται από τον υπεύθυνο ακτινοπροστασίας για κάθε πρακτική και διαβιβάζονται από τον αδειούχο στην ΕΕΑΕ, για τελική έγκριση.

### 2.2.3 ΟΡΙΑ ΔΟΣΕΩΝ ΓΙΑ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΥΣ

Εργαζόμενοι κάτω των 18 ετών δεν πρέπει να απασχολούνται σε θέση εργασίας στην οποία θα καθίστανται επαγγελματικά εκτιθέμενοι σε ακτινοβολίες. Μητέρες που γαλουχούν δεν πρέπει να απασχολούνται σε εργασίες που συνεπάγονται σημαντικό κίνδυνο ραδιενεργού ρύπανσης.

Το όριο της ενεργού δόσεως των επαγγελματικά εκτιθέμενων είναι 20 mSv κατά τη διάρκεια ενός έτους και 100 mSv κατά την περίοδο πέντε συνεχόμενων ετών. Είναι δυνατόν σε εξαιρετικές περιπτώσεις η ενεργός δόση κατά τη διάρκεια ενός μεμονωμένου έτους να φθάσει τα 50 mSv, με την προϋπόθεση ότι τα πέντε προηγούμενα συνεχόμενα έτη, συμπεριλαμβανομένου και του τρέχοντος, η ενεργός δόση δεν έχει υπερβεί τα 100 mSv. Η περίοδος των 5 συνεχόμενων ετών αρχίζει να προσμετράτε από το έτος 2000. Μόλις δηλώνεται εγκυμοσύνη από την εργαζόμενη έγκυο γυναίκα, πρέπει να λαμβάνονται μέτρα ώστε η έκθεση της γυναίκας στο επαγγελματικό περιβάλλον να είναι τόση ώστε η προς το έμβryo ισοδύναμη δόση που αθροίζεται κατά το χρονικό διάστημα μεταξύ της δήλωσης της εγκυμοσύνης και του τοκετού να είναι τόσο χαμηλή όσο είναι λογικά εφικτό και να μην υπερβαίνει σε οποιαδήποτε περίπτωση το 1mSv.

Χωρίς να παραβιάζεται το όριο που καθορίζεται στην προηγούμενη παράγραφο το όριο της ισοδύναμης δόσης για το φακό των οφθαλμών καθορίζεται σε 150 mSv ανά έτος. Το όριο της ισοδύναμης δόσης για το δέρμα καθορίζεται σε 500 mSv κατά τη

διάρκεια ενός έτους. Το όριο αυτό ισχύει για την κατά μέσο όρο δόση στην επιφάνεια  $1\text{cm}^2$  του δέρματος, ανεξαρτήτως της έκτασης της επιφάνειας του δέρματος που εκτίθεται. Το όριο ισοδύναμης δόσης για τις άκρες χείρες, τα αντιβράχια, το κάτω μέρος της κνήμης και τους άκρους πόδες, καθορίζεται σε 500 mSv κατά τη διάρκεια του έτους.

Μόνο εθελοντές εργαζόμενοι της κατηγορίας Α, όπως ορίζονται στην παράγραφο 1.2.2 επιτρέπεται να υποβληθούν σε εκθέσεις με ειδική έγκριση. Κάθε έκθεση με ειδική έγκριση πρέπει να αποτελεί αντικείμενο ειδικής έγκρισης, που χορηγείται από τον υπεύθυνο του εργαστηρίου ή ιδρύματος ή επιχείρησης, μετά σύμφωνη γνώμη του Υπεύθυνου Ακτινοπροστασίας και του εξουσιοδοτημένου ιατρού. Η Δ/ση του ιδρύματος, η επιχείρηση ή ο υπεύθυνος του εργαστηρίου θα πρέπει να δικαιολογήσει λεπτομερώς εκ των προτέρων κάθε έκθεση με ειδική έγκριση. Τέτοιου είδους εγκρίσεις θα πρέπει να δίνονται μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις, για περιορισμένο χρονικό διάστημα, κατά την κανονική λειτουργία, σε μία ορισμένη περιοχή, όταν εναλλακτικές τεχνικές που δεν περικλείουν τέτοια έκθεση δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ηλικία και η υγεία των εν λόγω εργαζομένων.

Τα περιοριστικά επίπεδα δόσεων ή δεσμευμένων δόσεων κατά τη διάρκεια εκθέσεων με ειδική έγκριση καθορίζονται από την ΕΕΑΕ και δεν πρέπει κατά τη διάρκεια κάθε έτους να υπερβαίνουν το διπλάσιο των ετησίων ορίων δόσεων και το πενταπλάσιο των ετήσιων ορίων δόσεων κατά τη διάρκεια της ζωής.

Οι εκθέσεις με ειδική έγκριση δεν επιτρέπονται:

- Σε εργαζόμενους που έχουν εκτεθεί κατά τους 12 προηγούμενους μήνες σε δόσεις που υπερβαίνουν τα ετήσια όρια δόσης.
- Σε εργαζόμενους που έχουν εκτεθεί προηγουμένως σε δόσεις οφειλόμενες σε ατύχημα ή σε έκτακτη ανάγκη, που τα άθροισμά τους υπερβαίνει το πενταπλάσιο των ετησίων ορίων δόσεων.
- Σε γυναίκες έγκυες καθώς και γαλουχούσες για τις οποίες υπάρχει πιθανότητα να υποστούν ραδιορύπανση στο σώμα τους.
- Σε εκπαιδευόμενους και σπουδαστές.

Κάθε έκθεση με ειδική έγκριση πρέπει να καταχωρείται στον ιατρικό φάκελο (βλέπε παράγραφο 1.2.4) όπου θα αναφέρεται επίσης η εκτιμώμενη δόση και η προσληφθείσα από τον οργανισμό ραδιενέργεια. Επίσης ενημερώνεται και η ΕΕΑΕ η οποία καταχωρεί τη δόση στο αρχείο δοσιμετρίας.

Ο εργαζόμενος, πριν υποβληθεί σε μία έκθεση με ειδική έγκριση, πρέπει να ενημερώνεται εκ των προτέρων, καταλλήλως και επαρκώς για τους κινδύνους και τις προφυλάξεις που πρέπει να λαμβάνει κατά τη διάρκεια αυτών των εργασιών. Η ενημέρωση γίνεται από τον Υπεύθυνο Ακτινοπροστασίας και τον εξουσιοδοτημένο ιατρό.

Όλες οι εκθέσεις που οφείλονται σε ατύχημα ή προκύπτουν από έκτακτη ανάγκη, πρέπει να καταχωρούνται στον ιατρικό φάκελο του εργαζομένου. Οι δόσεις και οι δεσμευμένες δόσεις που λαμβάνονται από εκθέσεις που οφείλονται σε ατύχημα ή προκύπτουν από έκτακτη ανάγκη εκτιμώνται κατά το μέτρο του δυνατού και καταχωρούνται χωριστά στο δελτίο έκθεσης. Σε εκθέσεις που προκύπτουν από έκτακτη ανάγκη υποβάλλονται μόνο εθελοντές, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να ανακαλούν την προσφορά τους. Οι εθελοντές ενημερώνονται προηγουμένως για τους κινδύνους που συνεπάγεται η επέμβασή τους. Η ενημέρωση αυτή παρέχεται από τον υπεύθυνο ακτινοπροστασίας και τον εξουσιοδοτημένο ιατρό. Μετά από εθελοντική έκθεση, που

αυτή αποδεδειγμένα υπερβαίνει τα όρια του κανονισμού, ο εργαζόμενος υπόκειται σε ιατρική παρακολούθηση και προσφέρει προσωρινά ή μόνιμα, τις συνηθισμένες ανάλογα με την ειδικότητά του υπηρεσίες, χωρίς να εκτίθεται σε ακτινοβολία. Τα περιοριστικά επίπεδα δόσεων ή δεσμευμένων δόσεων κατά τις εκθέσεις για τους εθελοντές που μετέχουν στην αντιμετώπιση έκτακτης ανάγκης, καθορίζονται κατά περίπτωση από την ΕΕΑΕ και δύναται να υπερβαίνουν το διπλάσιο των ετησίων ορίων δόσεων. Δεν μπορούν να υπερβαίνουν το πενταπλάσιο των ετησίων ορίων δόσεων κατά τη διάρκεια της ζωής του εργαζομένου.

Όσον αφορά την έκθεση εξαιτίας της παρουσίας του ραδονίου και των θυγατρικών του σε εργασιακούς χώρους ισχύουν τα ακόλουθα :

- Εργασιακοί χώροι στους οποίους η μέση ετήσια ολοκληρωμένη συγκέντρωση ραδονίου (που αντιστοιχεί σε χρονική διάρκεια εργασίας 2000 ωρών), είναι μικρότερη από  $400\text{Bq/m}^3$ , εξαιρούνται περαιτέρω ελέγχου και μέτρων ακτινοπροστασίας.
- Σε εργασιακούς χώρους στους οποίους η μέση ετήσια ολοκληρωμένη συγκέντρωση ραδονίου (που αντιστοιχεί σε χρονική διάρκεια εργασίας 2000 ωρών), είναι μεγαλύτερη από  $400\text{Bq/m}^3$  και μικρότερη από  $1000\text{Bq/m}^3$ , θα πρέπει να διερευνηθεί η δυνατότητα μείωσης των ανωτέρω συγκεντρώσεων με κατάλληλες τεχνικές. Οι χώροι αυτοί χαρακτηρίζονται ως επιβλεπόμενες περιοχές τα δε λαμβανόμενα μέτρα ακτινοπροστασίας εγκρίνονται από την ΕΕΑΕ.
- Εργασιακοί χώροι στους οποίους η μέση ετήσια ολοκληρωμένη συγκέντρωση ραδονίου (που αντιστοιχεί σε χρονική διάρκεια εργασίας 2000 ωρών), είναι μεγαλύτερη από  $1000\text{Bq/m}^3$  και μικρότερη από  $3000\text{Bq/m}^3$ , χαρακτηρίζονται ως ελεγχόμενες περιοχές και οι πρακτικές αδειοδοτούνται από τη ΕΕΑΕ, τα δε λαμβανόμενα μέτρα ακτινοπροστασίας εγκρίνονται από την ΕΕΑΕ.
- Η μέση ετήσια ολοκληρωμένη συγκέντρωση του ραδονίου σε εργασιακούς χώρους, δεν μπορεί να υπερβαίνει τα  $3000\text{Bq/m}^3$  λαμβανομένων υπ' όψη των 2000 ωρών διάρκειας εργασίας.

Οι δοσιμετρικές μετρήσεις και η δοσιμετρική παρακολούθηση των εργασιακών δραστηριοτήτων που ορίζονται στην προηγούμενη παράγραφο πραγματοποιούνται από την ΕΕΑΕ ή από εξουσιοδοτημένα από την ΕΕΑΕ φυσικά και νομικά πρόσωπα. Τα κριτήρια για την ανωτέρω εξουσιοδότηση καθορίζονται κατά περίπτωση από την ΕΕΑΕ. Τα εξουσιοδοτημένα από την ΕΕΑΕ φυσικά και νομικά πρόσωπα που πραγματοποιούν τις ανωτέρω μετρήσεις πρέπει να κοινοποιούν στην ΕΕΑΕ τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

#### **2.2.4 ΙΑΤΡΙΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΕΚΤΙΘΕΜΕΝΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ**

Η Ιατρική παρακολούθηση των εκτιθέμενων εργαζομένων στηρίζεται στις αρχές που διέπουν την ιατρική της εργασίας και στις ειδικές αρχές που προκύπτουν από τις απαιτήσεις της ακτινοπροστασίας και περιλαμβάνει εξετάσεις πριν από την πρόσληψή του και περιοδικές εξετάσεις υγείας, των οποίων η φύση και η συχνότητα καθορίζονται από την κατάσταση της υγείας του εργαζομένου, τις συνθήκες εργασίας του και τα περιστατικά που είναι δυνατό να έχουν σχέση με αυτές.

Αποκλείεται η απασχόληση οποιουδήποτε εργαζόμενου σε θέση στην οποία είναι πιθανόν να εκτεθεί σε ακτινοβολία λόγω της εργασίας του, εφόσον τα αποτελέσματα των ιατρικών εξετάσεων δεν το επιτρέπουν, σύμφωνα με γνωμοδότηση του αρμόδιου εξουσιοδοτημένου ιατρού ή των υγειονομικών υπηρεσιών εργασίας.

### **Ιατρική επίβλεψη των εργαζομένων της Κατηγορίας Α.**

Η ιατρική επίβλεψη των εργαζομένων της κατηγορίας Α είναι υποχρεωτική και αποτελεί ευθύνη των εξουσιοδοτημένων ιατρών ή εξουσιοδοτημένων υγειονομικών υπηρεσιών εργασίας και περιλαμβάνει:

**1. Ιατρική εξέταση πριν από την πρόσληψη:** Ο σκοπός της διεξοδικής αυτής εξέτασης είναι να διαπιστωθεί εάν ο εν λόγω εργαζόμενος είναι ικανός να απασχολείται ως εργαζόμενος της κατηγορίας Α στη θέση στην οποία πρόκειται να τοποθετηθεί.

Περιλαμβάνει: ιστορικό, στο οποίο αναφέρονται και όλες οι προηγούμενες γνωστές εκθέσεις σε ιοντίζουσα ακτινοβολία, που είναι αποτέλεσμα είτε των μέχρι τότε ενασχολήσεων του εργαζόμενου, είτε γνωστών ιατρικών εξετάσεων και θεραπειών, καθώς και τα παρακάτω:

- Πλήρη κλινική εξέταση
- Εργαστηριακές εξετάσεις όπως:
  - Γενική εξέταση ούρων
  - Γενική εξέταση αίματος (αιματοκρίτη, αιμοσφαιρίνη, αριθμό λευκών, ερυθρών, αιμοπεταλίων, λευκοκυτταρικό τύπο και δικτυοερυθροκύτταρα)
  - Ακτινογραφία θώρακος
- Ειδικές κλινικές εξετάσεις όπως:
  - Οφθαλμολογική εξέταση που να περιλαμβάνει ειδικότερα και την εξέταση του φακού του οφθαλμού
  - Ψυχιατρική εξέταση

Εάν προκύψουν παθολογικά ευρήματα από τις παραπάνω εξετάσεις, θα πρέπει να γίνεται πλήρης κλινικό-εργαστηριακός έλεγχος για τη διερεύνηση του παθολογικού ευρήματος.

**2. Γενική ιατρική επίβλεψη:** Ο εξουσιοδοτημένος ιατρός ή οι υγειονομικές υπηρεσίες εργασίας δικαιούνται να έχουν πρόσβαση σε κάθε πληροφορία που θεωρείται αναγκαία για την εκτίμηση της καταστάσεως της υγείας των υπό ιατρική παρακολούθηση εργαζομένων και για την αξιολόγηση των συνθηκών, του περιβάλλοντος στους χώρους εργασίας, στο μέτρο κατά το οποίο θα ήταν δυνατόν να επηρεάσουν την καταλληλότητα, από απόψεως υγείας, των εργαζομένων, για την άσκηση των καθηκόντων που τους ανατίθενται.

**3. Περιοδική επίβλεψη της υγείας:** Η υγεία των εργαζομένων πρέπει να αποτελεί αντικείμενο τακτικών εξετάσεων, για να διαπιστώνεται, αν αυτοί συνεχίζουν να είναι ικανοί για την άσκηση των καθηκόντων τους. Οι εξετάσεις αυτές εξαρτώνται από το είδος και την έκταση της έκθεσης σε ιοντίζουσες ακτινοβολίες και από την κατάσταση της υγείας του εργαζόμενου. Οι περιοδικές εξετάσεις γίνονται κατά προτίμηση το πρώτο τρίμηνο κάθε ημερολογιακού έτους, εκτός αν οι υπηρεσιακές ανάγκες ορίζουν άλλη χρονική κατανομή.

Η κατάσταση της υγείας κάθε εργαζόμενου της κατηγορίας Α ελέγχεται τουλάχιστον μία φορά το χρόνο, προκειμένου να καθοριστεί εάν παραμένει ικανός να

εκτελέσει τα καθήκοντά του. Η φύση των εν λόγω ελέγχων, οι οποίοι μπορούν να διενεργηθούν όσες φορές κρίνει αναγκαίο ο εξουσιοδοτημένος ιατρός, εξαρτάται από τον τύπο της εργασίας και από την κατάσταση υγείας του συγκεκριμένου εργαζομένου.

Ο εξουσιοδοτημένος ιατρός ή οι εξουσιοδοτημένες υγειονομικές υπηρεσίες εργασίας μπορούν να υποδείξουν την ανάγκη ιατρικής επίβλεψης και μετά την παύση της εργασίας για όσο διάστημα κρίνουν αναγκαίο για τη διαφύλαξη της υγείας του ενδιαφερόμενου ατόμου.

#### **Κατάταξη Εργαζομένων Κατηγορίας Α.**

Υιοθετείται η ακόλουθη ιατρική ταξινόμηση όσον αφορά την καταλληλότητα των εργαζομένων της κατηγορίας Α για εργασία:

- α) κατάλληλος
- β) κατάλληλος υπό ορισμένες προϋποθέσεις
- γ) ακατάλληλος

Ο εργαζόμενος κρίνεται ακατάλληλος για εργασία με ακτινοβολίες αν διαπιστωθεί ψυχική ή σωματική διαταραχή της υγείας του, που είναι ασύμβατη με την εργασία του. Σε περίπτωση που ο εξουσιοδοτημένος ιατρός θεωρεί πολύ πιθανό ότι η σοβαρή διαταραχή της υγείας του εργαζομένου είναι αναστρέψιμη, ο εργαζόμενος κρίνεται κατάλληλος για εργασία με ακτινοβολίες υπό προϋποθέσεις, οπότε τίθεται υπό συνεχή ιατρικό έλεγχο. Σε κάθε άλλη περίπτωση ο εργαζόμενος κρίνεται κατάλληλος.

#### **Ιατρικοί Φάκελοι.**

Για κάθε εργαζόμενο κατηγορίας Α τηρείται ιατρικός φάκελος, ο οποίος ενημερώνεται για όσο διάστημα ο εργαζόμενος παραμένει στην κατηγορία αυτή. Ο φάκελος φυλάσσεται στο αρχείο μέχρι το άτομο να φτάσει ή να είχε φτάσει στην ηλικία των 75 ετών, αλλά οπωσδήποτε όχι λιγότερο από 30 έτη μετά την οριστική διακοπή της εργασίας που συνεπάγεται έκθεση σε ιοντίζουσες ακτινοβολίες. Ο ιατρικός φάκελος περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τη φύση της απασχόλησης, τα αποτελέσματα των ιατρικών εξετάσεων πριν από την πρόσληψη ή την κατάταξή του ως εργαζόμενου της κατηγορίας Α, τις περιοδικές ιατρικές εξετάσεις και την καταγραφή των δόσεων.

#### **Ειδική επίβλεψη εκτιθεμένων εργαζομένων.**

Ειδική ιατρική επίβλεψη πραγματοποιείται σε κάθε περίπτωση κατά την οποία έχει συμβεί υπέρβαση ή υπάρχει δικαιολογημένη υπόνοια ότι έχει συμβεί υπέρβαση ενός από τα όρια δόσης. Οι μετέπειτα συνθήκες έκθεσης υπόκεινται στην έγκριση του εξουσιοδοτημένου ιατρού ή των εξουσιοδοτημένων υγειονομικών υπηρεσιών εργασίας.

Ο ενδεικτικός πίνακας των κριτηρίων, που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την εκτίμηση της καταλληλότητας των εργαζομένων, από απόψεως υγείας, για έκθεση σε ιοντίζουσες ακτινοβολίες, εκτός από αυτά που αναφέραμε στην παράγραφο για την ιατρική παρακολούθηση των εργαζομένων της κατηγορίας Α λαμβάνονται υπόψη ενδεχόμενες ενδείξεις για τα παρακάτω:

- Μείωση των κινητικών δραστηριοτήτων που οδηγούν στην παραγωγή έμμορφων στοιχείων του αίματος (όπως π.χ. λευκών αιμοσφαιρίων κάτω από 3.500/κ.κ.χ., ουδετερόφιλων κάτω από 2.500/κ.κ.χ. κτλ) ή μείωση στην παραγωγή σπερματοζωαρίων.
- Ύπαρξη σοβαρών παθολογικών καταστάσεων που μπορεί να προκαλέσουν απώλεια της συνειδήσεως (όπως π.χ. επιληψία).

- Ύπαρξη σοβαρών χρόνιων νευρολογικών συνδρόμων που επηρεάζουν την κινητική ή αισθητική λειτουργία (όπως π.χ. σκλήρυνση κατά πλάκας).
- Ύπαρξη προ καρκινικών καταστάσεων (όπως π.χ. πολυπόδων).
- Ύπαρξη παθολογικών καταστάσεων που μπορεί να υποκρύπτουν νεοπλάσματα (όπως π.χ. ψυχρών όζων του θυρεοειδούς).
- Ύπαρξη οποιασδήποτε άλλης σοβαρής παθολογικής κατάστασης που είναι ασύμβατη με την εργασία με ακτινοβολίες.
- Σύνδρομο εξάρτησης από φαρμακολογικές ουσίες (όπως π.χ. ναρκωτικά) ή οινόπνευμα.

Οι συνθήκες έκθεσης και η προστασία στην πράξη των μαθητευομένων και σπουδαστών ηλικίας 18 ετών και άνω, είναι ισοδύναμη με αυτή των εκτιθέμενων εργαζομένων της κατηγορίας Α ή Β, ανάλογα με την περίπτωση.

Οι συνθήκες έκθεσης και η προστασία στην πράξη των μαθητευομένων και σπουδαστών ηλικίας μεταξύ 16 και 18 ετών, είναι ισοδύναμη με αυτή των εκτιθέμενων εργαζομένων της κατηγορίας Β.

## 2.3 ΑΚΤΙΝΟΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ

Στην παράγραφο αυτή θα αναφερθούμε στα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται για την προστασία από τις ιοντίζουσες ακτινοβολίες που χρησιμοποιούνται σε ακτινοδιαγνωστικά εργαστήρια

### 2.3.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΧΩΡΩΝ

Τα ιατρικά εργαστήρια που χρησιμοποιούν πηγές ακτινοβολιών για διαγνωστικούς σκοπούς κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες (Πίνακας 1.1):

**Κατηγορία X1:** Εργαστήρια τα οποία περιλαμβάνουν έναν από τους παρακάτω συνδυασμούς ακτινολογικών συστημάτων:

- Ένα ακτινολογικό σύστημα (ακτινογράφησης ή /και ακτινοσκόπησης) ή /και ένα μαστογράφο.
- Ένα ακτινολογικό (ακτινογράφησης ή /και ακτινοσκόπησης) ή /και ένα απλό ακτινογράφησης.
- Δύο μαστογράφους ή /και ένα απλό ακτινογράφησης.
- Δύο απλά ακτινογράφησης ή /και ένα μαστογράφο.
- Ένα σύστημα μέτρησης οστικής πυκνότητας ή /και ένα πανοραμικό-κεφαλομετρικό οδοντιατρικό ακτινολογικό, ή /και μέχρι δύο κινητά ακτινολογικά.
- Το εργαστήριο εξακολουθεί να εντάσσεται στην κατηγορία X1, εφόσον στις παραπάνω περιπτώσεις περιλαμβάνονται επιπλέον ένα σύστημα οστικής πυκνότητας ή/και ένα πανοραμικό-κεφαλομετρικό οδοντιατρικό ακτινολογικό, ή /και μέχρι δύο κινητά ακτινολογικά.

**Κατηγορία X2:** Εργαστήρια τα οποία περιλαμβάνουν έναν από τους παρακάτω συνδυασμούς ακτινολογικών συστημάτων:

- Ένα αξονικό τομογράφο ή ένα αγγειογραφικό επεμβατικής ακτινολογίας ή δύο ακτινολογικά (ακτινογράφησης και ακτινοσκόπησης).
- Έναν αξονικό τομογράφο και μία από τις 4 πρώτες περιπτώσεις της κατηγορίας X1.



- Ένα αγγειογραφικό επεμβατικής ακτινολογίας και μία από τις 4 πρώτες περιπτώσεις της κατηγορίας X1.
- Ένα ακτινολογικό (ακτινογράφησης και ακτινοσκόπησης), μία ακτινογράφηση και ένα μαστογράφο.
- Δύο ακτινολογικά (ακτινογράφησης και ακτινοσκόπησης) και μία λυχνία είτε απλής ακτινογράφησης είτε μαστογράφου.
- Δύο αγγειογραφικά επεμβατικής ακτινολογίας.
- Ένα αξονικό και ένα αγγειογραφικό επεμβατικής ακτινολογίας και δύο λυχνίες είτε ακτινογράφησης είτε ακτινοσκόπησης είτε μαστογράφου.
- Δύο συστήματα μέτρησης οστικής πυκνότητας και μέχρι και δύο πανοραμικά-κεφαλομετρικά οδοντιατρικά ακτινολογικά, ή /και μέχρι και τρία κινητά ακτινολογικά.
- Τρία συστήματα μέτρησης οστικής πυκνότητας.
- Τέσσερα κινητά ακτινολογικά συστήματα ακτινογράφησης ή ακτινοσκόπησης τύπου C-arm.
- Εφόσον στις παραπάνω περιπτώσεις περιλαμβάνονται επιπλέον μέχρι και δύο συστήματα μέτρησης οστικής πυκνότητας ή /και μέχρι και δύο πανοραμικά-κεφαλομετρικά οδοντιατρικά ακτινολογικά, ή /και μέχρι και τρία κινητά ακτινολογικά.

**Κατηγορία X3:** Εργαστήρια στα οποία λειτουργούν περισσότερα ακτινολογικά συστήματα από αυτά της κατηγορίας X2.

**Κατηγορία X.Οδ.:** Εργαστήρια στα οποία λειτουργούν κλασσικά οδοντιατρικά ακτινολογικά συστήματα ή και ένα πανοραμικό κεφαλομετρικό οδοντιατρικό ακτινολογικό.

Κατηγορία	Ακτινολογικό	Μαστογράφος	Απλή Ακτινογράφηση	Αξονικός Τομογράφος	Αγγειογράφος	Οστικής Πυκνότητας	Πανοραμικό	Κινητά
X1	1	1				1	1	1ή2
X1	1		1			1	1	1ή2
X1		2	1			1	1	1ή2
X1		1	2			1	1	1ή2
X2				1		2	2	3
X2					1	2	2	3
X2	2					2	2	3
X2	1	1		1		2	2	3
X2	1		1	1		2	2	3
X2		2	1	1		2	2	3

X2	1	1			1	2	2	3
X2	1		1		1	2	2	3
X2	1	1	1			2	2	3
X2		2	1		1	2	2	3
X2	2	1				2	2	3
X2	2		1			2	2	3
X2					2	2	2	3
X2				1	1	2	2	3
X2								4
X2						3	3	
X3	Περισσότερα συστήματα από αυτά της κατηγορίας X2							

**Πίνακας 1.1 Κατηγορίες Ακτινοδιαγνωστικών Εργαστηρίων X1, X2 και X3. Μέγιστος αριθμός και είδος ακτινολογικών συστημάτων ανά κατηγορία.**

### **2.3.2 ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΚΑΤΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ**

Για τα εργαστήρια κατηγορίας X1, X2 και X3 χρειάζεται το εξής προσωπικό:

- Ένας ιατρός ακτινολόγος, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.
- Ένας ακτινοφυσικός ιατρικής, ως σύμβουλος ακτινοπροστασίας για την κατηγορία X1 προαιρετικός και ως υπεύθυνος ακτινοπροστασίας με μερική ή πλήρη απασχόληση για τις κατηγορίες X2 και X3. Ο αριθμός και το είδος απασχόλησης (μερική ή πλήρης) των ακτινοφυσικών ιατρικής εγκρίνονται από την Ε.Ε.Α.Ε.
- Ένας τεχνολόγος-ακτινολόγος προαιρετικά για την κατηγορία X1 και υποχρεωτικά για τις κατηγορίες X2 και X3.

### **2.3.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΣΗΜΑΝΣΗ**

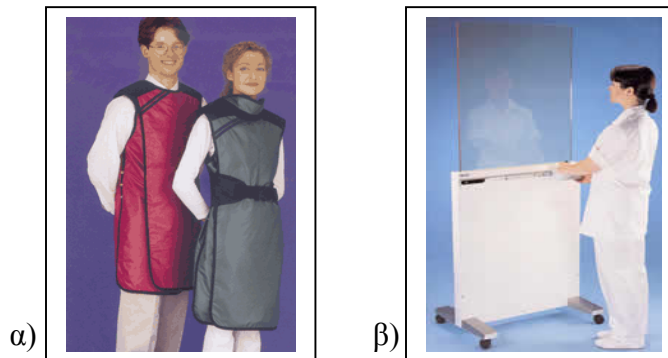
Η λειτουργική σήμανση που πρέπει να υπάρχει σε χώρους όπου εκπέμπεται ακτινοβολία είναι:

- ❖ Πρέπει να υπάρχει εμφανές οπτικό ή/και ακουστικό σήμα στην είσοδο του ακτινοδιαγνωστικού θαλάμου, που θα ενεργοποιείται κατά τον χρόνο λειτουργίας του μηχανήματος.
- ❖ Πρέπει να υπάρχουν πινακίδες σήμανσης των χώρων του εργαστηρίου.
- ❖ Στην αίθουσα αναμονής των εργαστηρίων πρέπει να υπάρχουν αναρτημένες ευανάγνωστες οδηγίες που αφορούν στις εγκύους . Το κείμενο των οδηγιών εγκρίνεται από την ΕΕΑΕ.

### 2.3.4 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Παρακάτω δίνονται κάποια μέτρα τα οποία πρέπει να τηρούνται για την καλύτερη δυνατή ασφάλεια κατά την διάρκεια της εξέτασης στα ακτινοδιαγνωστικά εργαστήρια:

- Απαγορεύεται η παρουσία άλλων ατόμων εκτός του εξεταζομένου μέσα στον ακτινοδιαγνωστικό θάλαμο κατά τη διάρκεια της εξέτασης.
- Κατά τη διάρκεια των ακτινοδιαγνωστικών εξετάσεων, το προσωπικό πρέπει να παραμένει πίσω από προστατευτικά πετάσματα ή θώρακες. Εάν αυτό δεν είναι εφικτό, τότε πρέπει να φοράει προστατευτική ποδιά ισοδύναμου πάχους τουλάχιστον 0,25mm μολύβδου (Σχ.1.1).



Σχήμα 1.1 α) Ποδιά ακτινοπροστασίας β) Μεταφερόμενο πέτασμα Ακτινοπροστασίας.

- Σε περίπτωση εγκυμοσύνης πρέπει να γίνονται μόνο οι τελείως απαραίτητες ακτινολογικές εξετάσεις και αφού προηγουμένως έχει εξετασθεί το ενδεχόμενο άλλων εναλλακτικών τεχνικών. Πριν από την εξέταση ο σύμβουλος ή ο υπεύθυνος ακτινοπροστασίας εκτιμά τη δόση στο έμβρυο και τους παράγοντες επικινδυνότητας και προτείνει τα απαραίτητα μέτρα ακτινοπροστασίας.
- Πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για την προστασία των οργάνων αναπαραγωγής σε όλες τις ακτινοδιαγνωστικές εξετάσεις.
- Πρέπει να τηρείται αρχείο δοσιμετρίας των εργαζομένων στο εργαστήριο το οποίο συνυπογράφεται από τον υπεύθυνο του εργαστηρίου και ελέγχεται από τον υπεύθυνο ακτινοπροστασίας.

### 2.3.5 ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΚΤΙΝΟΣΚΟΠΗΣΗ

Τα μέτρα τα οποία πρέπει να παίρνονται κατά την διάρκεια μιας ακτινοσκόπησης είναι:

- Η ελάχιστη απόσταση εστίας-δέρματος πρέπει εκ κατασκευής της συσκευής να είναι 40 cm.
- Πρέπει να υπάρχει πέτασμα που αποτελείται από τεμάχια μολυβδούχου ελαστικού για διευκόλυνση της ψηλάφησης (Σχ 1.2). Το πέτασμα αυτό πρέπει να προσφέρει θωράκιση ισοδύναμου πάχους 0.5 mm μολύβδου και οι διαστάσεις του να μην είναι μικρότερες από 45 x 45 cm.



**Σχήμα 1.2** Διάφορα εξαρτήματα Ακτινοπροστασίας μέσα στα οποία συμπεριλαμβάνετε ένα Ελαστικό γάντι από μόλυβδο-βινύλιο.

- Ο μέγιστος χρόνος έκθεσης, ο οποίος είναι δυνατόν να επιλεγεί με τον αυτόματο μηχανισμό διακοπής, δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 10 λεπτά της ώρας.
- Επιβάλλεται η χρήση ατομικού προστατευτικού εξοπλισμού όπου απαιτείται όπως ποδιά, γάντια, γυαλιά κλπ (Σχ. 1.3).



α)



β)

**Σχήμα 1.3** α) Ακτινοπροστατευτικά γάντια β) Ακτινοπροστατευτικά γυαλιά.

- Εάν η ακτινοσκόπηση θώρακος είναι απολύτως αναγκαία και ιατρικώς αιτιολογημένη, η τάση της λυχνίας πρέπει να είναι μεταξύ 80-100kV, ο ολικός ηθμός ισοδύναμος με 4 mm Al τουλάχιστον και η ένταση του ρεύματος να μην ξεπερνάει τα 2mA.

### **2.3.6 ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΗΣΗ**

Παρακάτω αναφέρονται τα μέτρα τα οποία πρέπει να παίρνονται κατά την διάρκεια μιας εξέτασης ακτινογραφίας είναι:

- Το πεδίο ακτινοβολίας πρέπει να περιορίζεται μόνο στην περιοχή του ενδιαφέροντος ή το πολύ στις διαστάσεις του συστήματος αποτύπωσης εικόνας, μειωμένο περιμετρικώς κατά 1 cm.
- Η έκθεση πρέπει να ελέγχεται μόνο από τη θέση του χειριστηρίου, εκτός από τις ειδικές διαγνωστικές τεχνικές, κατά τις οποίες το προσωπικό πρέπει να φοράει προστατευτικές ποδιές και γάντια.

### **2.3.7 ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΓΙΑ ΚΙΝΗΤΑ ΑΚΤΙΝΟΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ**

Παρακάτω αναφέρονται τα μέτρα τα οποία πρέπει να παίρνονται για την χρήση κινητών ακτινοδιαγνωστικών μηχανημάτων.

- Τα κινητά μηχανήματα πρέπει να ικανοποιούν τις προδιαγραφές και τις απαιτήσεις που ισχύουν για τα μόνιμα ακτινοδιαγνωστικά μηχανήματα..

- Κάθε κινητό μηχάνημα πρέπει να συνοδεύεται μονίμως από μία προστατευτική ποδιά, η οποία θα χρησιμοποιείται ανελλιπώς από τον χειριστή.
- Ο χειριστής κινητού μηχανήματος φροντίζει ώστε κατά τη διάρκεια της ακτινοβολήσης, το μόνο πρόσωπο που εκτίθεται στην χρήσιμη δέσμη είναι ο εξεταζόμενος.

### **2.3.8 ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΓΙΑ ΟΔΟΝΤΙΑΤΡΙΚΕΣ ΑΚΤΙΝΟΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ**

Τα συστήματα πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις των κανονισμών που αναφέρονται στο τμήμα των ιατρικών ακτινοδιαγνωστικών μηχανημάτων όσον είναι πρακτικά δυνατόν. Επιπρόσθετα πρέπει να πληρούνται τα παρακάτω:

- Η διαγνωστική οδοντιατρική μονάδα πρέπει να είναι έτσι κατασκευασμένη και εγκατεστημένη ώστε να επιτρέπει την παραμονή του χειριστή σε απόσταση τουλάχιστον 2 m από την χρήσιμη δέσμη και από τον ασθενή και στο χώρο που βρίσκεται μεταξύ 90° και 135° από τη φορά της πρωτογενούς δέσμης.
- Φόρτος εργασίας μεγαλύτερος των 30 mA/min ανά εβδομάδα επιβάλλει τη χρησιμοποίηση προστατευτικού πετάσματος για τον οδοντίατρο (Σχ.1.4) και θωράκιση του χώρου. Επίσης όταν στον ίδιο χώρο λειτουργούν πολλές ακτινολογικές μονάδες, αυτές πρέπει να διαχωρίζονται μεταξύ τους με κατάλληλα προστατευτικά πετάσματα.



**Σχήμα 1.4 Πετάσμα Ακτινοπροστασίας με λαμπτήρα οροφής.**

- Το κέλυφος της λυχνίας δεν επιτρέπεται να αγγίζεται από κανέναν κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της, ούτε να βρίσκεται κανείς στην πορεία της πρωτογενούς δέσμης.
- Όταν ο εξεταζόμενος βρίσκεται σε ηλικία αναπαραγωγής πρέπει να καλύπτονται τα όργανα αναπαραγωγής του με μολυβδούχο ελαστικό.
- Πρέπει να χρησιμοποιείται ειδικό μολυβδούχο περιλαίμιο με ισοδύναμο πάχος τουλάχιστον 0.25 mm μολύβδου, όταν το εξεταζόμενο άτομο είναι ηλικίας κάτω των 16 ετών.

Για όλα τα ακτινοδιαγνωστικά μηχανήματα επιβάλλονται περιοδικοί έλεγχοι ποιότητας. Η μέριμνα για τη διεξαγωγή των ελέγχων είναι ευθύνη του υπευθύνου του εργαστηρίου ενώ η οργάνωση, η εποπτεία και – κατά περίπτωση - η εκτέλεση γίνεται από τον σύμβουλο ή τον υπεύθυνο ακτινοπροστασίας ακτινοφυσικό ιατρικής.

Οι έλεγχοι ποιότητας και οι μετρήσεις ακτινοβολιών πρέπει γίνονται με μεθόδους επιστημονικά αποδεκτές. Τα σημεία ελέγχου, τα όρια ανοχής των λειτουργικών παραμέτρων καθώς και η περιοδικότητα των ελέγχων καθορίζονται με ειδικές εγκυκλίους που εκδίδει η ΕΕΑΕ για κάθε κατηγορία ακτινολογικών συστημάτων.

Για τους ελέγχους ποιότητας πρέπει να χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα όργανα, δοσίμετρα και ομοιώματα τα οποία πρέπει να είναι αναγνωρισμένα από την Ε.Ε.Α.Ε. Τα όργανα (kVp-meters, survey meters κλπ) και τα δοσίμετρα (ηλεκτρόμετρα, θάλαμοι ιονισμού, ανιχνευτές κλπ) πρέπει να έχουν πιστοποιητικό βαθμονόμησης από το Εργαστήριο Βαθμονόμησης Οργάνων Ιονιζουσών Ακτινοβολιών της ΕΕΑΕ ή από άλλο πρότυπο εργαστήριο βαθμονόμησης το οποίο είναι αναγνωρισμένο από την ΕΕΑΕ. Η χρονική ισχύς του πιστοποιητικού βαθμονόμησης για κάθε όργανο ή δοσίμετρο αναγράφεται στο πιστοποιητικό αυτό, και δεν πρέπει να υπερβαίνει τα δύο χρόνια.

## 2.4 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

Στην παράγραφο αυτή θα γίνει ένας καθορισμός στα μέτρα που πρέπει να παίρνονται για την προστασία από τις ιοντίζουσες ακτινοβολίες που χρησιμοποιούνται σε εργαστήρια ραδιονουκλιδίων ανοικτών πηγών Ιατρικών Εφαρμογών.

### 2.4.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΧΩΡΩΝ

Τα εργαστήρια της πυρηνικής ιατρικής ανάλογα με τις ιατρικές εφαρμογές κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες:

**Κατηγορία Α-1:** Εργαστήρια στα οποία γίνονται εφαρμογές in vitro.

**Κατηγορία Α-2:** Εργαστήρια στα οποία γίνονται εφαρμογές και in vitro και in vivo.

**Κατηγορία Α-3:** Εργαστήρια στα οποία εκτός από τις παραπάνω εφαρμογές γίνονται και θεραπευτικές διαδικασίες.

Παρακάτω δίνεται ένας συνοπτικός πίνακας για την κατάταξη των χώρων (Πιν. 1.2).

Κατηγορία	Ιατρικές Εφαρμογές		
	In vitro	In vivo	Θεραπευτικές
A-1	+		
A-2	+	+	+
A-3	+	+	+

### Πίνακας 1.2 Κατηγορίες Εργαστηρίων Πυρηνικής Ιατρικής.

Οι εφαρμογές in vitro δεν είναι υποχρεωτικές για τα εργαστήρια Α-2, και Α-3. Οι απαιτήσεις ακτινοπροστασίας στους χώρους του εργαστηρίου καθορίζονται βάσει της δυνητικής εσωτερικής και εξωτερικής έκθεσης (χαμηλής, μέσης και υψηλής) η οποία προκύπτει από το είδος ραδιονουκλιδίων και τις μέγιστες ποσότητες ραδιενέργειας που προβλέπονται ότι θα χρησιμοποιούνται. Στον Πίνακα 1.3 καθορίζονται οι ποσότητες ραδιενέργειας σε σχέση με τη έκθεση.

Μέγιστη χρησιμοποιούμενη ποσότητα ραδιενέργειας	Δυνητική έκθεση
Έως 37 MBq (1mCi)	Χαμηλή
37 MBq (1 mCi) - 37 GBq (1 Ci)	Μέση
Άνω των 37 GBq (1 Ci)	Υψηλή

**Πίνακας 1.3 Έκθεση σε εργαστήρια ανοικτών πηγών σε σχέση με τη μέγιστη χρησιμοποιούμενη ημερησία ποσότητα ραδιενέργειας.**

Οι ποσότητες ραδιενέργειας που αναγράφονται στον Πίνακα 4.2. είναι οι μέγιστες προβλεπόμενες για ημερήσια χρήση. Οι παραπάνω τιμές ραδιενέργειας είναι δυνατόν να αυξηθούν ή και να μειωθούν στα πλαίσια της μελέτης ασφαλούς λειτουργίας του εργαστηρίου λαμβάνοντας υπόψη παραμέτρους όπως η φυσική κατάσταση και ο τρόπος διαχείρισης των πηγών, ο φόρτος εργασίας και το είδος των πραγματοποιούμενων εξετάσεων.

Απαγορεύεται η στέγαση των εργαστηρίων κατηγορίας A-2 καθώς και των εργαστηρίων κατηγορίας A-1 στα οποία γίνονται ιωδιώσεις, σε κτίρια στα οποία έστω και ένα διαμέρισμά τους χρησιμοποιείται ως κατοικία. Εξαιρούνται τα εργαστήρια A-2 και A-1 των οποίων η άδεια λειτουργίας είχε εκδοθεί πριν από το 1991.

#### **2.4.2 ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΚΑΤΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ**

Το υποχρεωτικό προσωπικό κατά κατηγορία εργαστηρίου είναι:

- Ένας πυρηνικός ιατρός, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, για τα εργαστήρια A-1, A-2 και A-3.
- Ένας ακτινοφυσικός ιατρικής, ως σύμβουλος ακτινοπροστασίας για τα εργαστήρια κατηγορίας A-1.
- Ένας ακτινοφυσικός ιατρικής ως υπεύθυνος ακτινοπροστασίας με μερική ή πλήρη απασχόληση που εγκρίνεται από την Ε.Ε.Α.Ε. ανάλογα με το φόρτο εργασίας για την κατηγορία εργαστηρίων A-2 και με πλήρη απασχόληση για την κατηγορία εργαστηρίων A-3.
- Και τέλος το τεχνολογικό ή και τεχνικό ή και βοηθητικό ή και νοσηλευτικό προσωπικό εφόσον προβλέπεται από την κείμενη νομοθεσία ανάλογα με την κατηγορία και το φόρτο εργασίας του εργαστηρίου, με κατάλληλες εγκεκριμένες γνώσεις για την ασφαλή εκτέλεση της εργασίας και με αναγνωρισμένη από την Ε.Ε.Α.Ε. εκπαίδευση στην ακτινοπροστασία.

#### **2.4.3 ΕΙΔΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ**

Παρακάτω δίνονται κάποιες κατασκευαστικές απαιτήσεις έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η καλύτερη δυνατή ασφάλεια των εργαζομένων.

- Οι εξωτερικοί τοίχοι τα πατώματα, οι οροφές, οι θύρες, τα παράθυρα, τα διαχωριστικά πετάσματα, τα πετάσματα παρακολούθησης και όλος ο εξοπλισμός που απαιτείται για τη χρήση και αποθήκευση των ραδιονουκλιδίων πρέπει να έχουν επαρκή θωράκιση.

- Οι τοίχοι και οι λοιπές επιφάνειες που ενδέχεται να υποστούν ραδιορύπανση πρέπει να καλύπτονται από λεία και μη απορροφητικά υλικά που θα έχουν τη δυνατότητα να πλένονται.
- Οι πάγκοι εργασίας καθώς και οποιαδήποτε άλλη επιφάνεια που ενδέχεται να γίνουν εργασίες με ανοικτές πηγές πρέπει να είναι καλυμμένοι από σκληρό μη απορροφητικό υλικό.
- Οι κρουνοί, του in vitro εργαστηρίου, του θερμού εργαστηρίου καθώς και των θαλάμων θεραπείας πρέπει να ενεργοποιούνται με φωτοκύτταρο, με τον αγκώνα ή με άλλο σύστημα που δεν είναι χειροκίνητο.
- Σε όλους τους χώρους της θερμής περιοχής πρέπει να υπάρχει επαρκής σήμανση με τους εγκεκριμένους από την ΕΕΑΕ συμβολισμούς που αφορούν τον κίνδυνο ραδιενεργούς ρύπανσης και τον κίνδυνο ακτινοβολίας καθώς και ειδικές απαγορευτικές διαρρυθμίσεις εισόδου ή διακίνησης.

#### **2.4.4 ΘΑΛΑΜΟΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

Κατά την πρόσβαση στον θάλαμο θεραπείας θα πρέπει να είναι γνωστά τα παρακάτω:

- Απαγορεύεται γενικά η πρόσβαση μη εξουσιοδοτημένων ατόμων, εγκύων και μικρών παιδιών στον θάλαμο απομόνωσης των ασθενών μετά τη θεραπευτική χορήγηση ραδιονουκλιδίων.
- Κατά την είσοδο στον θάλαμο απομόνωσης, το προσωπικό θα πρέπει υποχρεωτικά να χρησιμοποιεί προστατευτικά γάντια και ποδηγάρια τα οποία θα αποβάλλει αμέσως μετά την έξοδο του και θα τα αποθέτει σε ειδικό χώρο προσωρινής φύλαξης.
- Η πρόσβαση στον θάλαμο θεραπείας του προσωπικού ή των συγγενών θα γίνεται μόνο για περιορισμένο χρόνο και κάτω από ένα σύστημα γραπτών οδηγιών του υπεύθυνου ακτινοφυσικού του εργαστηρίου.
- Πριν την είσοδο του βοηθητικού προσωπικού που θα ετοιμάσει το δωμάτιο για την επόμενη θεραπεία με Ιώδιο I-131 πρέπει να γίνεται έλεγχος πιθανής ραδιορύπανσης του θαλάμου από τον υπεύθυνο ακτινοπροστασίας και εφόσον διαπιστωθεί ραδιορύπανση πρέπει να γίνεται η σχετική απορρύπανση με ευθύνη του.

## **2.5 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

Η παράγραφο αυτή καθορίζει τα μέτρα για την προστασία και την ασφάλεια, ατόμων έναντι ιοντιζουσών ακτινοβολιών που παράγονται από επιταχυντικές διατάξεις ή εκπέμπονται από κλειστές ή μερικώς κλειστές πηγές, φυσικών ή τεχνικών ραδιονουκλιδίων και χρησιμοποιούνται για θεραπευτικούς σκοπούς.

### **2.5.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΧΩΡΩΝ**

Τα ιατρικά εργαστήρια που χρησιμοποιούν πηγές ακτινοβολιών για θεραπεία κατατάσσονται ανάλογα με τον εξοπλισμό τους στις εξής κατηγορίες:

**Κατηγορία Θ:** Εργαστήρια Ακτινοθεραπείας Ακτινών X στα οποία λειτουργεί τουλάχιστον μία λυχνία παραγωγής ακτινών X υψηλής τάσης μέχρι 400 kV θεραπευτικού τύπου.



**Κατηγορία Β:** Εργαστήρια στα οποία χρησιμοποιούνται κλειστές ή μερικώς κλειστές πηγές βραχυθεραπείας, για τοπική ακτινοβόληση σε ενδοκοιλιακές, ενδοϊστικές, ενδοαγγειακές ή ενδοαυλικές εφαρμογές. Οι πηγές αυτές εφαρμόζονται στους ασθενείς είτε με τη χρήση συσκευών μεταφόρτισης (afterloading) είτε χειροκίνητα κατά τη διάρκεια χειρουργικής επέμβασης.

**Κατηγορία Τ:** Εργαστήρια στα οποία χρησιμοποιούνται μονάδες τηλεθεραπείας με κλειστές πηγές κοβάλτιο 60 (Co-60). Μονάδες τηλεθεραπείας με κλειστές πηγές Cs137 απαγορεύεται να λειτουργούν.

**Κατηγορία Ε:** Εργαστήρια στα οποία λειτουργεί τουλάχιστον ένας επιταχυντής.

### 2.5.2 ΤΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΠΟΥ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ

Το προσωπικό που απαιτείτε για το εργαστήριο ακτινοθεραπείας είναι:

- Ένας ιατρός ακτινοθεραπευτής, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.
- Ένας ακτινοφυσικός ιατρικής ως υπεύθυνος ακτινοπροστασίας, με μερική ή πλήρη απασχόληση για τα Β και Χ-Θ ανάλογα με φόρτο εργασίας και με πλήρη απασχόληση για τα Τ και Ε. Η ΕΕΑΕ καθορίζει κατά περίπτωση τον αριθμό των ακτινοφυσικών ιατρικής που απαιτούνται σε εργαστήρια με πολλές μονάδες ακτινοθεραπείας.
- Και το τεχνολογικό, τεχνικό, βοηθητικό και νοσηλευτικό προσωπικό σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία με κατάλληλες εγκεκριμένες γνώσεις για την ασφαλή εκτέλεση της εργασίας και αναγνωρισμένη από την ΕΕΑΕ εκπαίδευση στην ακτινοπροστασία..

### 2.5.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΣΗΜΑΝΣΗ

Η λειτουργική σήμανση που πρέπει να υπάρχει στα εργαστήρια ακτινοθεραπείας αναφέρονται παρακάτω:

- Πρέπει να υπάρχει εμφανές οπτικό σήμα στην είσοδο του θαλάμου θεραπείας, που θα λειτουργεί καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου ακτινοβόλησης.
- Πρέπει να υπάρχει κατάλληλη και εμφανής σήμανση των ελεγχόμενων και των επιβλεπόμενων περιοχών του εργαστηρίου
- Πρέπει να υπάρχουν ανηρτημένες ευανάγνωστες οδηγίες στις εισόδους των θαλάμων θεραπείας και στους χώρους φύλαξης, και εργασίας με πηγές βραχυθεραπείας.
- Στο χώρο του χειριστηρίου πρέπει να υπάρχουν συστήματα τηλεόρασης που θα εξασφαλίζουν συνεχώς την οπτική παρακολούθηση του ασθενή, καθώς και αμφίδρομο σύστημα ακουστικής επικοινωνίας μεταξύ του ασθενούς και του προσωπικού του χειριστηρίου.

## 2.6 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΡΑΔΙΟΓΡΑΦΗΣΕΩΝ

Στην παράγραφο αυτή γίνεται μια αναφορά στα θέματα ακτινοπροστασίας που αφορούν στην εγκατάσταση και λειτουργία των εργαστηρίων βιομηχανικών ραδιογραφίσεων.

### 2.6.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΧΩΡΩΝ

Τα εργαστήρια βιομηχανικών ραδιογραφήσεων κατατάσσονται στις ακόλουθες 4 κατηγορίες, ανάλογα με το είδος της εγκατάστασης και τον αριθμό των χρησιμοποιούμενων πηγών.

**Κατηγορία P-1:** Μόνιμη εγκατάσταση ραδιογράφησης.

**Κατηγορία P-2:** Χρήση μέχρι πέντε (5) πηγών (ακτίνες X ή γ).

**Κατηγορία P-3:** Χρήση περισσότερων των πέντε (5) πηγών (ακτίνες X ή γ).

**Κατηγορία P-4:** Ανεξάρτητα του είδους της εγκατάστασης και του αριθμού των χρησιμοποιούμενων πηγών, τα εργαστήρια που ανήκουν σε Δημόσιους Οργανισμούς και επιχειρήσεις, σε Νομικά Πρόσωπα Δημοσίου Δικαίου, σε εργοστάσια και γενικά όπου η εκτέλεση των ραδιογραφήσεων δεν αποτελεί πλήρη και αποκλειστική απασχόληση.

### 2.6.2 ΤΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΠΟΥ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ

Το προσωπικό που απαιτείται για τη στελέχωση των εργαστηρίων ραδιογραφήσεων περιλαμβάνει:

- Τον υπεύθυνο ακτινοπροστασίας (για όλες τις κατηγορίες των εργαστηρίων).
- Τον υπεύθυνο ασφαλείας πηγής (για τις κατηγορίες P-1, P-2, P-3. Για την κατηγορία P-4 ο ως άνω υπεύθυνος ορίζεται μόνο στην περίπτωση χρήσης μόνιμης εγκατάστασης ραδιογράφησης).
- Ραδιογράφο (ους) με τεκμηριωμένη εκπαίδευση για την εκτέλεση της εργασίας του (τους).
- Βοηθό (ους) ραδιογράφου και μαθητευόμενους.

Οι παραπάνω αναφερόμενοι θεωρούνται ως εκτιθέμενοι εργαζόμενοι κατηγορίας Α και είναι υποχρεωτική η ατομική δοσιμέτρησή τους.

Οι ραδιογραφήσεις πρέπει να πραγματοποιούνται αποκλειστικά από συνεργείο ραδιογραφήσεων.

Σε περιπτώσεις που καθίσταται ανέφικτη η παρουσία του υπεύθυνου ακτινοπροστασίας ή του υπευθύνου ασφαλείας πηγής, λόγω ταυτόχρονης απασχόλησής τους σε διαφορετικές περιοχές απασχόλησης συνεργείων ραδιογράφησης του αυτού εργαστηρίου, ο υπεύθυνος ασφαλείας πηγής μπορεί να αναθέτει την ευθύνη για την ασφάλεια της πηγής στο ραδιογράφο του συνεργείου.

Η Ε.Ε.Α.Ε. προβαίνει σε περιοδικούς και έκτακτους ελέγχους στα εργαστήρια και στους τόπους ραδιογραφήσεων, προς διαπίστωση της καταλληλότητας των εγκαταστάσεων, μηχανημάτων και συνθηκών λειτουργίας από άποψη ακτινοπροστασίας.

Ο εργοδότης υποχρεώνεται να παρέχει στον ελέγχοντα εκπρόσωπο της Ε.Ε.Α.Ε. κάθε διευκόλυνση για τη διενέργεια του ελέγχου, καθώς και τα αιτούμενα πληροφοριακά στοιχεία τα σχετικά με την εφαρμογή των μέτρων ακτινοπροστασίας κατά τη λειτουργία του εργαστηρίου.

## 3. ΜΟΝΑΔΑ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

### 3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Η εντατική θεραπεία (Intensive care medicine or critical care medicine) είναι κλάδος της ιατρικής επιστήμης που ασχολείται κατ' εξοχήν με την αντιμετώπιση

ασθενών με οξεία απειλητικά νοσήματα για τη ζωή, μέσα σε έναν ειδικά διαμορφωμένο χώρο. Περιλαμβάνει επίσης την ανάνηψη και μεταφορά βαρέως πασχόντων ή πολυτραυματιών, είτε από κάποιο άλλο τμήμα του νοσοκομείου, είτε από έξω.

**Η Μονάδα Εντατικής Θεραπείας - ΜΕΘ (Intensive Care Unit - ICU) είναι ένα ειδικά εξοπλισμένο και στελεχωμένο τμήμα του νοσοκομείου, αφιερωμένο στην αντιμετώπιση ασθενών με απειλητικά για τη ζωή νοσήματα, βαριές κακώσεις ή επιπλοκές.**

Η ιστορική εξέλιξη των ΜΕΘ σχετίζεται με την ανάπτυξη των αιθουσών μετεγχειρητικής ανάνηψης ή με την εμφάνιση της επιδημίας πολιομυελίτιδας στις αρχές του 1950, όταν η χρήση της μηχανικής αναπνοής είχε σαν αποτέλεσμα την ελάττωση της θνησιμότητας. Όμως, η εντατική θεραπεία δεν περιορίζεται στη μετεγχειρητική ανάνηψη ή τη χρήση των αναπνευστήρων. Τη δεκαετία 1960-70 αναπτύχθηκαν οι μονάδες εμφραγμάτων για την αντιμετώπιση των αρρυθμολογικών επιπλοκών των εμφραγμάτων του μυοκαρδίου. Στη δεκαετία 1970-80 οι Gram(-) λοιμώξεις, η σήψη και η σηπτική καταπληξία και η βαρύτητα των εκδηλώσεών τους άρχισαν να αναγνωρίζονται. Στο διάστημα 1980-90 το ενδιαφέρον της εντατικής θεραπείας στράφηκε στην παθοφυσιολογική αντιμετώπιση του συνδρόμου της πολλαπλής οργανικής ανεπάρκειας. Σήμερα, η εντατική θεραπεία είναι ξεχωριστή ειδικότητα με ευρύ φάσμα νοσημάτων τα οποία έχουν ως κοινό παρονομαστή τη μεγάλη βαρύτητα, τις αναπτυσσόμενες επιπλοκές και την απειλή της ζωής.

### 3.2 Ο ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΕΘ

Τα συνήθη νοσήματα τα οποία αντιμετωπίζονται στη ΜΕΘ αφορούν τις παρακάτω νοσολογικές οντότητες: την αντιμετώπιση και ανάνηψη κάθε μορφής καταπληξίας (shock), την οξεία αναπνευστική ανεπάρκεια, την αντιμετώπιση του πολυτραυματία ασθενούς, ανεπάρκειες από τα διάφορα οργανικά συστήματα (καρδιαγγειακή, οξεία νεφρική ανεπάρκεια, οξεία αιματολογικά και επείγοντα γαστρεντερολογικά νοσήματα, οξείες μεταβολικές και ηλεκτρολυτικές ανωμαλίες), δηλητηριάσεις, περιβαλλοντικές βλάβες, σοβαρές λοιμώξεις, σήψη, χειρουργικά ορθοπεδικά, γυναικολογικά, νευροχειρουργικά και επείγοντα νευρολογικά περιστατικά, μετεγχειρητικές επιπλοκές, καρδιοχειρουργικές επεμβάσεις, μεταμοσχεύσεις οργάνων κ.λπ.

Ορθά η ΜΕΘ χαρακτηρίζεται ως **το νοσοκομείο μέσα στο νοσοκομείο** για να υποδηλωθεί η μεγάλη σπουδαιότητά της όσον αφορά το φάσμα και τη βαρύτητα των νοσημάτων που καλείται να αντιμετωπίσει.

### 3.3 ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΕΙΚΟΝΑ

Ο τύπος, το μέγεθος και η θέση της ΜΕΘ, βασίζεται στην πολιτική υγείας, στη δομή του νοσοκομείου και τα γεωγραφικά δεδομένα της περιοχής. Με εξαίρεση τις στεφανιαίες μονάδες και τις νεογνικές ΜΕΘ, οι βαρέως πάσχοντες ασθενείς εισάγονται στην εντατική μονάδα του νοσοκομείου και αντιμετωπίζονται από ειδικούς εντατικολόγους.

Ο αριθμός των κρεβατιών της ΜΕΘ σε ένα νοσοκομείο κυμαίνεται σε 4-10% του συνολικού αριθμού. Η ΜΕΘ επιβάλλεται να βρίσκεται πλησίον των σχετικά κρίσιμων περιοχών του νοσοκομείου όπως επείγοντα ιατρεία, χειρουργεία. Επίσης, προβλέπεται να υπάρχει άμεση πρόσβαση σε ακτινολογικά εργαστήρια και αξονικό τομογράφο. Η ΜΕΘ

πρέπει να διαθέτει ευρυχωρία ώστε να επιτυγχάνεται εύκολη πρόσβαση στον ασθενή. Ο χώρος για κάθε κρεβάτι πρέπει να είναι 5-10 τ.μ. και η ύπαρξη ορισμένων δωματίων των 10-15 τ.μ. είναι αναγκαία για περιπτώσεις μεταδοτικών λοιμώξεων. Η περιοχή των ασθενών πρέπει να εκτείνεται σε ανοικτή μεγάλη επιφάνεια με φυσικό φως, κεντρικό νοσηλευτικό σταθμό με σωστή αρχιτεκτονική ώστε να διευκολύνεται η νοσηλευτική παρακολούθηση.

Κάθε κρεβάτι είναι εξοπλισμένο με αναπνευστήρες, μόνιτορ, συσκευές αναρρόφησης, 2 παροχές πεπιεσμένου αέρα και 3 οξυγόνου, αρκετές πρίζες, μηχανισμούς και θέσεις ανάρτησης μηχανικών συσκευών με τέτοιο τρόπο ώστε να μην παρακωλύεται η νοσηλεία. Άλλα τμήματα της ΜΕΘ περιλαμβάνουν χώρους εργαστηρίου, βιβλιοθήκης, ανάπαυσης, συλλογής ακαθάρτων ειδών κ.ά.

### 3.4 ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΤΗΣ ΜΕΘ

Η στελέχωση της ΜΕΘ περιλαμβάνει ειδικά εκπαιδευμένο ιατρικό προσωπικό το οποίο έχει εξειδικευθεί στην επείγουσα και εντατική θεραπεία και του οποίου η ποιότητα πιστοποιείται σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες με τη χορήγηση ειδικού διπλώματος κατόπιν εξετάσεων (European diploma in intensive care). Το νοσηλευτικό προσωπικό αποτελείται από πεπειραμένους νοσηλευτές με ικανότητα παρακολούθησης των ζωτικών λειτουργιών του ασθενούς, εκτέλεσης επειγόντων παρεμβάσεων (διασωλήνωσης) και συλλογής αιμοδυναμικών παραμέτρων. Η εκπαίδευση του νοσηλευτικού προσωπικού γίνεται μέσα από καλά οργανωμένα σεμινάρια και παρακλινική άσκηση. Η αριθμητική σχέση νοσηλευτικού προσωπικού ανά ασθενή κυμαίνεται από 1:1 μέχρι 1:2 ανάλογα με τη ΜΕΘ. Οι φυσιοθεραπευτές, οι κλινικοί φαρμακοποιοί, οι τεχνολόγοι ιατρικών οργάνων αποτελούν επίσης αναπόσπαστο τμήμα για την εύρυθμη λειτουργία της ΜΕΘ. Οι πρώτοι ασχολούνται με τη φυσιοθεραπεία του αναπνευστικού συστήματος και χειρίζονται επίσης τους αναπνευστήρες, οι δεύτεροι έχουν σοβαρό ρόλο στον καθορισμό και την επιλογή των φαρμακευτικών ουσιών που θα χρησιμοποιηθούν στη θεραπεία, ενώ οι τρίτοι ασχολούνται με τη συντήρηση και ανάπτυξη των πολυσύνθετων ιατρικών μηχανημάτων (αναπνευστήρων, ειδικών μόνιτορ, ηλεκτρονικών υπολογιστών κ.λπ.) τα οποία είναι απαραίτητα για την παθοφυσιολογική παρακολούθηση των βαρέως πασχόντων.

Οι ΜΕΘ, περισσότερο από κάθε τμήμα του νοσοκομείου, αναπτύσσουν ερευνητικά προγράμματα, εκπαιδευτικά σεμινάρια και κλινικές συναντήσεις για την εκτίμηση θεραπευτικών παρεμβάσεων.

Το σύστημα κλινικού αυτοελέγχου (audit) το οποίο είναι σημαντικό για τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας, τις ανεπάρκειες, τη βελτίωση των υπηρεσιών αλλά και του κόστους νοσηλείας, αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της ομαλής λειτουργίας της μονάδας.

Κάθε ΜΕΘ οφείλει να έχει γραπτά πρωτόκολλα για την εισαγωγή και έξοδο των ασθενών, σαφή καθορισμό κλινικών αρμοδιοτήτων και δραστηριοτήτων. Επίσης η θεραπεία, οι αιμοδυναμικοί έλεγχοι οι παράμετροι των αναπνευστήρων, η διασωλήνωση και αποσωλήνωση, η αντιμετώπιση και πρόληψη των λοιμώξεων, πρέπει να στηρίζονται αυστηρά σε γραπτά πρωτόκολλα τα οποία θα πρέπει να αναθεωρούνται κανονικά.

### 3.5 ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΣΤΗΝ ΜΕΘ

Στις παρακάτω παραγράφους θα αναφερθούμε σε μερικούς από τους πιο σημαντικούς κινδύνους για την ασφάλεια των εργαζομένων στην Μονάδα Εντατικής Θεραπείας (ΜΕΘ). Επίσης θα προτείνουμε τρόπους αντιμετώπισης των κινδύνων αυτών.

#### 3.5.1 ΠΑΘΟΓΟΝΑ BLOODBORNE

Τα παθογόνα Bloodborne είναι παθογόνοι μικροοργανισμοί που βρίσκονται στο ανθρώπινο αίμα τα οποία μπορούν να προκαλέσουν διάφορες ασθένειες στο προσωπικό. Αυτά τα παθογόνα περιλαμβάνουν, Ιό ηπατίτιδας β (ΙΗΒ), Ιό ηπατίτιδας γ (ΙΗΓ), και Ιό ανθρώπινης ανεπάρκειας αντισωμάτων (ΙΑΑΑ). Η ηπατίτιδα β μπορεί να επιζήσει στα δείγματα ξηρού αίματος για αρκετές ημέρες.

##### Πιθανός κίνδυνος:

Οι εργαζόμενοι στη ΜΕΘ διατρέχουν ιδιαίτερα τον κίνδυνο κατά την έκθεση τους στο αίμα, σε μολυσματικά υλικά (ΟΡΙΜ), και στα παθογόνα Bloodborne.

Η έκθεση των εργαστηριακών υπαλλήλων στα παθογόνα Bloodborne μπορεί να γίνει ενώ χειρίζονται τα μολυσμένα δείγματα εργαστηρίων όπως το αίμα ή άλλα ρευστά δείγματα (π.χ. εγκεφαλικό νωτιαίο ρευστό).

##### Πιθανές λύσεις:

Συμμόρφωση με τα πρότυπα για την προστασία από παθογόνα Bloodborne. Παραδείγματος χάριν:

Φορέστε κατάλληλο προσωπικό προστατευτικό εξοπλισμό (ΠΠΕ) όπως απαιτείται από τα πρότυπα παθογόνων Bloodborne εάν αναμένεται η έκθεση στο αίμα ή σε άλλα ενδεχομένως μολυσματικά υλικά (ΟΡΙΜ). Ο τύπος και η ποσότητα του ΠΠΕ εξαρτώνται από την προσδοκώμενη έκθεση.

- Τα γάντια πρέπει να φορεθούν όταν υπάρχει επαφή των χεριών με το αίμα, ή κατά το χειρισμό μολυσμένων στοιχείων.
- Παρέχετε τους αποτελεσματικούς ελέγχους πρακτικής εφαρμοσμένης μηχανικής και εργασίας για να βοηθήσετε στο να μειωθούν οι εκθέσεις στο αίμα και τα παθογόνα Bloodborne.
- Οι εργοδότες πρέπει να προσφέρουν τον εμβολιασμό ηπατίτιδας β υπό την επίβλεψη ενός εξουσιοδοτημένου παθολόγου με κανένα κόστος σε όλους τους υπαλλήλους που έχουν την επαγγελματική έκθεση στο αίμα ή σε άλλα ενδεχομένως μολυσματικά υλικά (ΟΡΙΜ).

Οι πρόσθετες τυποποιημένες απαιτήσεις για πρόληψη από παθογόνα Bloodborne ισχύουν για τα ερευνητικά εργαστήρια HIV (AIDS) και ΙΗΒ (Ιό ηπατίτιδας β). Δεν ισχύουν για τα κλινικά ή διαγνωστικά εργαστήρια που συμμετέχουν απλώς στην ανάλυση του αίματος, των ιστών, ή των οργάνων. Μερικές από αυτές τις πρόσθετες απαιτήσεις περιλαμβάνουν:

##### ➤ **Χημικά Απόβλητα:**

- Όλα τα ρυθμισμένα απόβλητα είτε θα αποτεφρωθούν είτε θα απολυμανθούν με μια μέθοδο όπως η αποστείρωση που είναι γνωστή για να καταστρέφει αποτελεσματικά τα παθογόνα Bloodborne.
- Τα μολυσμένα υλικά που πρόκειται να απολυμανθούν σε χώρο μακριά από την περιοχή εργασίας θα τοποθετηθούν σε ένα ανθεκτικό

εμπορευματοκιβώτιο, που είναι κλειστό πριν αφαιρεθεί από την περιοχή εργασίας.

➤ **Πρόσβαση:**

- Οι εργαστηριακές πόρτες θα κρατηθούν κλειστές όταν η εργασία που περιλαμβάνει το HIV ή IHB είναι υπό εξέλιξη.
- Η πρόσβαση στην περιοχή εργασίας θα περιοριστεί στα εξουσιοδοτημένα πρόσωπα. Θα καθιερωθούν γραπτές διαδικασίες έτσι ώστε μόνο τα πρόσωπα που έχουν συμβουλευθεί του πιθανού βιοκινδύνου, θα έχουν πρόσβαση σε περιοχές εργασίας και στα ζωικά δωμάτια.
- Οι πόρτες πρόσβασης στην περιοχής εργασίας θα είναι αυτόματες.
- Οι περιοχές εργασίας θα χωριστούν από τις περιοχές που είναι ανοικτές όπου υπάρχει απεριόριστη κυκλοφοριακή ροή. Η μετάβαση μέσω δύο πόρτων θα είναι η βασική προϋπόθεση για την είσοδο μέσα στην περιοχή εργασίας από τους διαδρόμους πρόσβασης ή άλλες παρακείμενες περιοχές. Ο φυσικός χωρισμός της περιοχής εργασίας υψηλής-συγκράτησης από τους διαδρόμους πρόσβασης ή άλλες περιοχές μπορεί επίσης να παρασχεθεί από ένα δωμάτιο διπλής-πόρτας ενδυμασίας-αλλαγής (τα ντους μπορούν να περιληφθούν), ή άλλη δυνατότητα πρόσβασης που απαιτεί μέσω δύο πόρτων πριν την είσοδο στην περιοχή εργασίας.
- Οι επιφάνειες των πόρτων, των τοίχων, των πατωμάτων και των οροφών στην περιοχή εργασίας θα είναι ανθεκτικές στο νερό έτσι ώστε να μπορούν να καθαριστούν εύκολα. Τα ανοίγματα (π.χ. αρμοί) σε αυτές τις επιφάνειες θα πρέπει να είναι δυνατό να σφραγιστούν για να διευκολύνουν την απολύμανση.

➤ **Ετικέτες:**

- Όταν άλλα ενδεχομένως μολυσματικά υλικά ή μολυσμένα ζώα είναι παρόντα στην ενότητα περιοχής εργασίας, ένα σημάδι προειδοποίησης κινδύνου που ενσωματώνει το διεθνές σύμβολο βιοκινδύνου θα κολληθεί σε όλες τις πόρτες πρόσβασης (Σχ. 3.1)



➤ **Πρακτική ελέγχων και εργασίας εφαρμοσμένης μηχανικής:**

- Όλες οι δραστηριότητες που περιλαμβάνουν άλλα ενδεχομένως μολυσματικά υλικά θα διευθετηθούν στους θαλάμους βιολογικής ασφάλειας ή άλλες συσκευές φυσικής-συγκράτησης μέσα στην ενότητα συγκράτησης. Καμία εργασία με τα άλλα ενδεχομένως μολυσματικά υλικά δεν θα διευθετηθούν στον ανοικτό πάγκο.

- Θάλαμοι βιολογικής ασφάλειας (η κατηγορία I, II, ή III) ή άλλοι κατάλληλοι συνδυασμοί προσωπικής προστασίας ή φυσικών συσκευών συγκράτησης, όπως ο ειδικός προστατευτικός ιματισμός, αναπνευστι-κές συσκευές, σφραγισμένοι στροφείς φυγοκέντρισης, θα χρησιμο-ποιηθούν για όλες τις δραστηριότητες με άλλα ενδεχομένως μολυσματικά υλικά που θέτουν μια απειλή της έκθεσης στα σταγονίδια, τους παφλασμούς, τις διαρροές, ή τα αερολύματα.
- Κάθε περιοχή εργασίας περιέχει έναν νεροχύτη για τα χέρια πλύσης και μια διαθέσιμη δυνατότητα πλυσίματος ματιών. Ο νεροχύτης θα είναι χειριζόμενος με το πόδι, αγκώνα, ή αυτόματος και θα βρίσκεται κοντά στις πόρτες εξόδων της περιοχής εργασίας.

### Οι εργοδότες

Παρακάτω αναφέρονται μερικοί κανόνες που θα πρέπει να ακολουθούν οι εργοδότες με σκοπό την ασφάλεια των εργαζομένων:

- Εξασφαλίστε κατάλληλο προσωπικό προστατευτικό εξοπλισμό ένδυσης υπαλλήλων (ΠΠΕ), (π.χ., γάντια, τηβέννους, μάσκες προσώπου), κατά την πρόγνωση του αίματος ή της έκθεσης σε άλλα μολυσματικά υλικά.
- Εξασφαλίστε ότι οι υπάλληλοι απορρίπτουν τις μολυσμένες βελόνες και άλλα αιχμηρά όργανα αμέσως ή μόλις είναι εφικτό μετά από τη χρήση στα κατάλληλα εμπορευματοκιβώτια.
- Παρέχετε εφαρμογές κατάλληλων εμπορικά διαθέσιμων και αποτελεσματικών ελέγχων εφαρμοσμένης μηχανικής με σκοπό να αποβάλουν ή να ελαχιστοποιήσουν την έκθεση στο αίμα και σε μολυσματικά υλικά.
- Καθολικές προφυλάξεις πρακτικής: Μεταχειριστείτε όλο το αίμα και άλλα ενδεχομένως μολυσματικά ρευστά σωμάτων σαν να είναι μολυσμένα και πάρετε τις κατάλληλες προφυλάξεις για να αποφύγετε την επαφή με αυτά τα υλικά. Τα πρότυπα παθογόνων Bloodborne επιτρέπουν στα νοσοκομεία για να ασκήσουν τις αποδεκτές εναλλακτικές λύσεις.

### **3.5.2 ΧΩΡΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

#### Πιθανός κίνδυνος:

Οι μονάδες εντατικής παρακολούθησης (ΜΕΘ), ιδιαίτερα οι ΜΕΘ νεογνών, μπορούν να σχεδιαστούν χωρίς τοίχους μεταξύ των διαστημάτων των ασθενών. Αυτό μπορεί να επιτρέψει στους υπαλλήλους να εκτεθούν, χωρίς να το γνωρίζουν, στις χημικές ουσίες με αεροζόλ και την ακτινοβολία των ακτίνων X που δραπετεύουν από τις γειτονικές περιοχές.

#### Πιθανές λύσεις:

- Όλα τα δωμάτια πρέπει να έχουν τον επαρκή εξαερισμό για να αφαιρέσουν τους μολυσματικούς παράγοντες. Εάν η επανακυκλοφορία αέρα απαιτείται, πρέπει να εγκατασταθεί το κατάλληλο φίλτράρισμα.
- Το προσωπικό στους γειτονικούς χώρους των ασθενών, μπορεί να πρέπει να προειδοποιηθεί και να απομακρυνθεί εάν υπάρχει λόγος όπως εμφάνιση ακτίνων X.

- Οι χημικές ουσίες με αεροζόλ πρέπει να αντιμετωπιστούν έτσι ώστε να μην εκτεθεί το προσωπικό ή οι ασθενείς της περιοχής σε κίνδυνο.

### 3.5.3 ΟΛΙΣΘΗΜΑΤΑ- ΠΑΡΑΠΑΤΗΜΑΤΑ- ΠΕΣΙΜΑΤΑ

#### Πιθανός κίνδυνος:

Λόγω της ατμόσφαιρας έκτακτης ανάγκης, (δηλ., υψηλή κυκλοφορία και συμπαγή διαστήματα επεξεργασίας) για τις περιοχές της ΜΕΘ, τα ολισθήματα ή παραπατήματα ή πεσίματα μπορεί να είναι μια ανησυχία. Υπάρχει ένας πιθανός κίνδυνος ολίσθησης και πτώσης εάν το ύδωρ ή κάποιο άλλο ρευστό ανατρέπεται στο πάτωμα, ή εάν ο εξοπλισμός ή οι προμήθειες έκτακτης ανάγκης εμποδίζουν τη μετάβαση.

#### Πιθανές λύσεις:

Παρέχετε τον ασφαλή καθαρισμό των διαρροών και κρατήστε τις διαβάσεις πεζών χωρίς παρεμπόδιση.

### 3.5.4 ΑΛΛΕΡΓΙΑ ΣΕ ΛΑΤΕΞ

#### Πιθανός κίνδυνος:

Τα γάντια πρέπει να φοριούνται συχνά στη ΜΕΘ, λόγω πιθανής επαγγελματικής έκθεσης στο αίμα ή σε άλλα ενδεχομένως μολυσματικά υλικά. Αυτή η έκθεση μπορεί ενδεχομένως να οδηγήσει στην αλλεργία από την χρήση γαντιών λατέξ (Σχ.3.2).



Σχήμα 3.2 Γάντια λατέξ.

#### Πιθανές λύσεις:

Οι εργοδότες πρέπει να παρέχουν τα κατάλληλα γάντια όταν υπάρχει η έκθεση στο αίμα ή άλλα ενδεχομένως μολυσματικά υλικά.

Οι εναλλακτικές λύσεις θα είναι εύκολα προσιτές σε εκείνους τους υπαλλήλους που είναι αλλεργικοί στα γάντια που θα παρέχονται κανονικά (Σχ.3.3). Μεταξύ των εναλλακτικών λύσεων είναι τα συνθετικά γάντια, χαμηλής πρωτεΐνης και γάντια ελεύθερης-σκόνης. Τα ελεύθερης-σκόνης γάντια μπορούν να μειώσουν τα αλλεργικά περιστατικά.



Σχήμα 3.3 Γάντια μη-λατέξ νιτριλίων.



Αποβάλετε την περιττή χρήση των γαντιών λατέξ όταν δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος έκθεσης στο αίμα ή άλλα ενδεχομένως μολυσματικά υλικά (OPIM).

### **3.5.5 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ**

#### Πιθανός κίνδυνος:

Η ζημία μπορεί να εμφανιστεί στους υπαλλήλους από την μη κατάλληλη εκπαίδευση ή τη χρήση του εξοπλισμού.

#### Πιθανές λύσεις:

Ένα πρόγραμμα που ελέγχει συνήθως τη θέση του εξοπλισμού και την κατάλληλη εκπαίδευση των υπαλλήλων για να χρησιμοποιήσουν τον εξοπλισμό ακίνδυνα.

### **3.5.6 ΒΙΑ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

#### Πιθανός κίνδυνος:

Η βία στον χώρο εργασίας είναι ένα ζήτημα στη ΜΕΘ λόγω των συσσωρευμένων, συναισθηματικών καταστάσεων που μπορούν να εμφανιστούν με τους κρίσιμους ασθενείς.

#### Πιθανές λύσεις:

Η ορθή πρακτική εργασίας συστήνει ένα πρόγραμμα ασφάλειας που εξετάζει τη βία εργασιακών χώρων στη ΜΕΘ και θα μπορούσε να περιλάβει:

- Εκπαιδευμένο προσωπικό για να αναγνωριστούν οι βίαιες καταστάσεις. Για παράδειγμα:
  - Να είστε άγρυπνος για την πιθανή βία και την ύποπτη συμπεριφορά και να το αναφέρετε.
  - Σε περίπτωση κρούσματος βίας επέμβετε λεκτικά, κοινωνικά ή φαρμακολογικά, έτσι ώστε να αποφευχθεί η κρίση βίας.
  - Τα σημάδια προειδοποίησης του αυξανόμενου θυμού ή βίας περιλαμβάνουν:
    - Ανησυχία
    - Σφιγμένη πυγμή
    - Όλο και περισσότερο δυνατή ομιλία
    - Υπερβολική επιμονή
    - Απειλές
    - Κατάρρα

### **3.5.7 ΠΙΕΣΗ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Διάφορες μελέτες δείχνουν ότι η πίεση στον χώρο εργασίας μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο ενός προσώπου για καρδιαγγειακή πάθηση, ψυχολογικές αναταραχές, τον τραυματισμό σε χώρους εργασίας και άλλα προβλήματα υγείας. Τα σημάδια έγκαιρης προειδοποίησης μπορούν να περιλάβουν τους πονοκέφαλους, τις διαταραχές ύπνου, δυσκολία συγκέντρωσης, τη δυσαρέσκεια εργασίας και το χαμηλό ηθικό.

#### Πιθανός κίνδυνος:

Όλοι οι υπάλληλοι νοσοκομείων εκτίθενται στην πίεση, αλλά οι υπάλληλοι που εργάζονται σε μερικές περιοχές όπως τη ΜΕΘ, ή το Τμήμα Έκτακτων Περιστατικών αντιμετωπίζουν μια πρόσθετη πίεση. Εκτίθενται στους αυστηρά άρρωστους ασθενείς και πρέπει να εξετάσουν τις συναισθηματικές καταστάσεις ζωής / θανάτου σε καθημερινή βάση, που αυξάνει τον κίνδυνό τους για την πίεση σε χώρους εργασίας και την ουδετεροποίηση εργασίας.

### Πιθανές λύσεις :

- Εκπαιδεύστε τους υπαλλήλους για τη διαχείριση και την πίεση εργασίας.
- Καθιερώστε τα προγράμματα για να εξεταστεί η πίεση εργασιακών χώρων, όπως τα Προγράμματα Βοήθειας Υπαλλήλων (ΠΒΥ) ή τα οργανωτικά προγράμματα αλλαγής.
  - **Ένα Πρόγραμμα Βοήθειας Υπαλλήλων (ΠΒΥ)** μπορεί να βελτιώσει τη δυνατότητα των εργαζομένων να αντιμετωπίσουν τις δύσκολες καταστάσεις εργασίας. Τα διοικητικά προγράμματα πίεσης διδάσκουν τους εργαζομένους για τη φύση και τις πηγές πίεσης, τα αποτελέσματα της πίεσης στην υγεία και τις προσωπικές δεξιότητες για να μειώσουν την πίεση, για παράδειγμα ασκήσεις χαλάρωσης. Στο ΠΒΥ παρέχετε επίσης η μεμονωμένη παροχή συμβουλών για τους υπαλλήλους και για την εργασία και για τα προσωπικά τους προβλήματα.
  - **Τα Οργανωτικά Προγράμματα Αλλαγής** αλλάζουν τις διαδικασίες των νοσοκομείων για την μείωση των οργανωτικών πηγών πίεσης. Αυτό γίνεται φέρνοντας έναν σύμβουλο για να συστήσει τους τρόπους για το πως θα βελτιωθούν οι συνθήκες εργασίας. Αυτή η προσέγγιση είναι ο αμεσότερος τρόπος να μειωθεί η πίεση στην εργασία. Περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των αγχωτικών πτυχών της εργασίας (π.χ., υπερβολικός φόρτος εργασίας, συγκρουόμενες προσδοκίες) και το σχέδιο των στρατηγικών για να μειώσει ή να αποβάλει τους προσδιορισμένους παράγοντες άγχους. Μερικές στρατηγικές περιλαμβάνουν:
    - Εξασφαλίστε ότι ο φόρτος εργασίας συμφωνεί με τις ικανότητες και τους πόρους των εργαζομένων.
    - Εργασίες για να παρέχει τη σημασία, την υποκίνηση και τις ευκαιρίες στους εργαζομένους να χρησιμοποιήσουν τις δεξιότητές τους.
    - Καθορίστε σαφώς τους ρόλους και τις ευθύνες των εργαζομένων.
    - Δώστε ευκαιρίες στους εργαζομένους να συμμετέχουν στις αποφάσεις και τις ενέργειες που έχουν επιπτώσεις στις εργασίες τους.

### **3.5.8 ΧΡΥΣΟΣ ΣΤΑΦΥΛΟΚΟΚΚΟΣ ΜΕ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΤΗ ΜΕΘΙΚΛΙΝΗ (ΧΣΑΜ)**

#### Πιθανός κίνδυνος:

Έκθεση του προσωπικού στις νοσολογικές μολύνσεις όπως το ΧΣΑΜ από την έκθεση ρευστών σωμάτων. Αυτό είναι ιδιαίτερα κοινό στην περιοχή της ΜΕΘ, όπου οι υπάλληλοι πρέπει να φροντίσουν για τους ασθενείς που έχουν τις ανοικτές πληγές θεραπείας από την πρόσφατη χειρουργική επέμβαση.

#### Πιθανές λύσεις:

Οι συστάσεις του Κέντρου Ελέγχου Ασθενειών για την παρεμπόδιση της μετάδοσης ΧΣΑΜ στα νοσοκομεία αποτελούνται από Τυποποιημένες προφυλάξεις, οι οποίες πρέπει να χρησιμοποιηθούν με υπομονετική προσοχή. Επιπλέον τα Κέντρα για τον Έλεγχο και πρόληψη Ασθενειών (ΚΕΑ) συστήνουν προφυλάξεις επαφών σε ειδικές περιπτώσεις, όταν οι δυνατότητες (που εδρεύουν στους εθνικούς ή τοπικούς κανονισμούς) κρίνουν ότι ο ανθεκτικός σε πολλά φάρμακα μικροοργανισμός είναι ειδικής κλινικής και επιδημιολογικής σημασίας.

### 3.5.9 ΈΛΕΓΧΟΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

#### Πιθανοί κίνδυνοι:

Οι εργαζόμενοι στην ΜΕΘ διατρέχουν μεγάλο κίνδυνο έκθεσης σε μολυσματικά υλικά ή οργανισμούς.

#### Πιθανές λύσεις:

Έλεγχος εφαρμοσμένης μηχανικής χρήσης όπως

- Προστατευτικά Ραντίσματος έτσι ώστε να μην επιτραπεί στο ράντισμα να πλησιάσει τον υπάλληλο, (π.χ., εμπόδια πλεξιγκλάς Σχ.3.4).



**Σχήμα 3.4** Εμπόδια πλεξιγκλάς.

- Ελεγχόμενοι με αισθητήρες "αυτόματοι νεροχύτες", όπου ο έλεγχος με το πόδι, το γόνατο, ή τους αγκώνες είναι διαθέσιμος στους νεροχύτες για να ενεργοποιήσουν τις εγκαταστάσεις πλυσίματος χεριών χωρίς χρησιμοποίηση των χεριών (Σχ.3.5).



**Σχήμα 3.5** Αυτόματος νεροχύτης.

- Σωλήνες φυγοκεντρωτών με τα καλύμματα
- Θάλαμοι βιολογικής ασφάλειας (Σχ.3.6), όπου πρέπει να γίνεται:



**Σχήμα 3.6 Θάλαμος βιολογικής ασφάλειας.**

- Έλεγχος καθημερινά για την κατάλληλη ανταλλαγή αέρα και τη ροή αέρα.
  - Διατήρηση των αρχείων συντήρησης για τα συστήματα εξαερισμού και άλλο εξοπλισμό.
- Αρχεία συντήρησης για τις εργαστηριακές κουκούλες και άλλο εξοπλισμό.

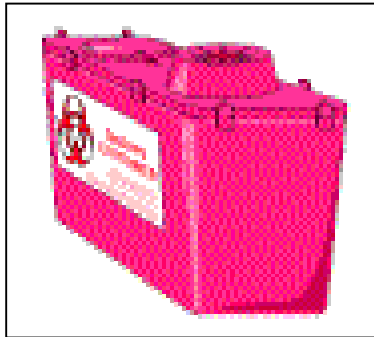
### **3.5.10 ΒΕΛΟΝΕΣ Ή ΚΟΦΤΕΡΟΙ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ**

#### Πιθανός κίνδυνος:

Έκθεση υπαλλήλων στα παθογόνα Bloodborne από τους τραυματισμούς βελόνων ή τις κοπές από τα αιχμηρά αντικείμενα κατά την εργασία.

#### Πιθανές λύσεις:

- Έλεγχοι εφαρμοσμένης μηχανικής χρήσης (π.χ., ασφαλέστερες συσκευές βελόνων), και έλεγχοι πρακτικής εργασίας (π.χ., που αλλάζουν τον τρόπο εκτέλεσης μια διαδικασίας για να μειώσει την πιθανότητα του τραυματισμού όπως η απαγόρευση της επανατοποθέτησης των καλυμμάτων στις βελόνες με μια αμφιδέξια τεχνική), για να αποβάλει ή να ελαχιστοποιήσει την έκθεση στα παθογόνα Bloodborne.
- Ο Osha, το FDA και NIOSH προειδοποιούν τους εργαζομένους υγειονομικής περίθαλψης για τους κινδύνους από τη θραύση των τριχοειδών σωλήνων γυαλιού και συστήνουν τους τριχοειδείς σωλήνες μη-γυαλιού.
- Μην επιτρέψτε στα εμπορευματοκιβώτια κοφτερών ελλειμμάτων(Σχ. 3.7) να υπερχειλίσουν, αλλά αντικαταστήστε τα εγκαίρως .
  - Απορρίψτε μολυσμένα κοφτερά ελλείμματα αμέσως ή μόλις είναι εφικτό στα κατάλληλα εμπορευματοκιβώτια.
  - Τα κατάλληλα εμπορευματοκιβώτια, πρέπει να είναι:
    - Κλειστά και ανθεκτικά σε οπές και σε διαρροές στις πλευρές και στο κατώτατο σημείο.
    - Προσιτά, να παραμένουν τοποθετημένα κατακόρυφα, και να μην επιτρέπεται να υπερχειλίσουν.
    - Χρωματισμένα κόκκινα ή κίτρινα, φέροντας ένδειξη βιοκινδύνου.



**Σχήμα 3.7 Εμπορευματοκιβώτιο.**

- Οι πρόσθετες τυποποιημένες απαιτήσεις παθογόνων Bloodborne που ισχύουν για τα ερευνητικά HIV και IHB εργαστήρια περιλαμβάνουν:
  - Οι υποδερμικές βελόνες και οι σύριγγες θα χρησιμοποιηθούν μόνο για την παρεντερική έγχυση και τη αναρρόφηση των ρευστών από τα πειραματόζωα και τα μπουκάλια διαφραγμάτων. Μόνο οι σύριγγες που ασφαλίζουν πάνω τους οι βελόνες ή μονάδες σύριγγας-βελόνων μίας χρήσης (δηλ., η βελόνα να είναι ακέραια στη σύριγγα) θα χρησιμοποιηθεί για την έγχυση ή τη αναρρόφηση άλλων ενδεχομένως μολυσματικών υλικών. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί κατά τον χειρισμό των βελόνων και των συριγγών. Μια βελόνα δεν θα καμφθεί, θα κοπεί και θα αντικατασταθεί στη θήκη ή θα αφαιρεθεί από τη σύριγγα μετά από τη χρήση. Η βελόνα και η σύριγγα θα τοποθετηθούν αμέσως σε ένα ανθεκτικό σε τρυπήματα εμπορευματοκιβώτιο, και θα αποστειρωθούν ή θα απολυμανθούν πριν από την επαναχρησιμοποίηση τους.

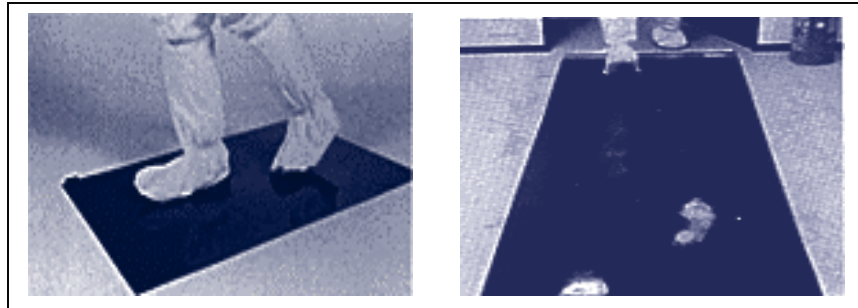
## 4. ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΑ

### 4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα χειρουργεία αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους χώρους μέσα σε ένα νοσοκομείο. Εκεί γίνονται όλες οι επεμβάσεις παρέχοντας πάντα το απαραίτητο καταρτισμένο προσωπικό. Οι αίθουσες των χειρουργείων αποτελούνται από τον προθάλαμο, τον κυρίως θάλαμο και το δωμάτιο ανάνηψης όπου μεταφέρεται ο ασθενείς αμέσως μετά την εγχείρηση του έως ότου αποκτήσει ξανά τις αισθήσεις του (μετά από την αναισθησία), από όπου αργότερα θα μεταφερθεί στον θάλαμο νοσηλείας.

Το προσωπικό του χειρουργείου είναι προφανές ότι δεν αποτελείτε μόνο από τον εκάστοτε χειρουργό. Υπάρχει ο αναισθησιολόγος, το νοσηλευτικό προσωπικό, οι καθαρίστριες, αλλά και οι τεχνικοί (π.χ. βιοϊατρική).

Ο χώρος των χειρουργείων πρέπει να παραμένει καθαρός και αποστειρωμένος. Έτσι το προσωπικό του χειρουργείου πρέπει να ντυθεί κατάλληλα πριν προσέλθει στον χώρο αυτό. Στην κάθε είσοδο υπάρχει ένα ειδικό υλικό (Σχ. 4.1) στο πάτωμα το οποίο κατακρατεί όλα τα μολυσμένα στοιχεία από τον πάτο κάθε παπουτσιού. Έτσι κατά κάποιο τρόπο μειώνεται ο κίνδυνος μεταφοράς μολυσμένων ουσιών εντός των χώρων του χειρουργείου.



**Σχήμα 4.1** Ειδικό υλικό σε κάθε είσοδο.

Είναι κατανοητό ότι το προσωπικό του χειρουργείου θα πρέπει να λαμβάνει τα κατάλληλα μέτρα προστασίας, καθώς τα χειρουργεία είναι ένας από τους πιο επικίνδυνους, όσον αφορά τις μολύνσεις, χώρους του νοσοκομείου.

## **4.2 ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΣΤΑ ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΑ**

Στις παρακάτω παραγράφους θα αναφερθούμε σε μερικούς από τους πιο σημαντικούς κινδύνους για την ασφάλεια των εργαζομένων στα χειρουργεία, καθώς επίσης θα αναφέρουμε πιθανές λύσεις αντιμετώπισης των κινδύνων αυτών.

### **4.2.1 ΑΕΡΙΑ ΑΝΑΙΣΘΗΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ**

Το αναισθητικό αέριο και οι ατμοί που διαρρέουν έξω και μέσα στο περιβάλλοντα δωμάτιο κατά τη διάρκεια των ιατρικών διαδικασιών θεωρούνται αέρια αναισθητικών αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένου του νιτρώδους οξειδίου και των αλογονημένων παραγόντων (ατμοί) όπως το αλοθένιο, φθόριο, το τριχλωροαιθυλένιο, και το χλωροφόρμιο. Η έκθεση στα αέρια αποβλήτων προκύπτει συνήθως από τις φτωχές πρακτικές εργασίας κατά τη διάρκεια της αναισθητοποίησης των ασθενών, της διαρροής ή των φτωχών gas-line συνδέσεων, της ανάρμοστης ή ανεπαρκούς συντήρησης της μηχανής, ή/ και της υπομονετικής εκπνοής μετά από τη χειρουργική διαδικασία, κατά στην αποκατάσταση.

#### Πιθανός κίνδυνος:

**Έκθεση των υπαλλήλων στα αέρια αναισθητικών αποβλήτων κατά τη διάρκεια των χειρουργικών διαδικασιών στο εν λειτουργία δωμάτιο και επίσης στο δωμάτιο αποκατάστασης ή ανάνηψης (PACU), κατά τη διάρκεια της από-αεριοποίησης των χειρουργημένων ασθενών.** Μερικές πιθανές επιπτώσεις, στην υγεία με την έκθεση στα αέρια αναισθητικών αποβλήτων, περιλαμβάνουν ναυτία, ίλιγγο, πονοκέφαλοι, κούραση, οξυθυμία, υπνηλία, προβλήματα με το συντονισμό και την κρίση, καθώς επίσης και τη στειρότητα, τις αποβολές, τις δυσκολίες γέννησης, τον καρκίνο, και την ασθένεια ήπαρ και νεφρών.

#### Πιθανές λύσεις:

- Αέρια αναισθητικού: Οδηγίες για τις εκθέσεις εργασιακών χώρων. Osha συμβουλευτικές οδηγίες (το 2000, 18) Μαΐου, προτείνει τα εξής:
- Κατάλληλα συστήματα καθαρισμού αναισθητικού αερίου στα εν λειτουργία δωμάτια. Η κατάλληλη εκκένωση αερίου αποβλήτων περιλαμβάνει τη συλλογή και την αφαίρεση των αερίων αποβλήτων, ανίχνευση και διόρθωση των

διαρροών, εξέταση των πρακτικών εργασίας, και τον αποτελεσματικό εξαερισμό του δωματίου (Dorsch και Dorsch 1994).

- Για να ελαχιστοποιήσει τις συγκεντρώσεις αναισθητικού αερίου αποβλήτων στο εν λειτουργία δωμάτιο, η συνιστώμενη συναλλαγματική ισοτιμία αέρα (εξαερισμός των διαλυμάτων στα δωμάτια) είναι ένα ελάχιστο σύνολο 15 εναλλαγών αέρα ανά ώρα με ένα ελάχιστο 3<sup>ov</sup> εναλλαγών αέρα του υπαίθριου αέρα (φρέσκος αέρας) ανά ώρα (αμερικανικό ίδρυμα αρχιτεκτόνων 1996-1997). Μην διανείμετε εκ νέου τον αέρα λειτουργούντων δωματίων που περιέχει τα αέρια αναισθητικών αποβλήτων στο εν λειτουργία δωμάτιο ή σε άλλες θέσεις νοσοκομείων.
- Ένα κατάλληλα σχεδιασμένο και λειτουργικό σύστημα εξαερισμού διαλυμάτων πρέπει να στηριχθεί επάνω για να ελαχιστοποιήσει τις συγκεντρώσεις αναισθητικού αερίου αποβλήτων στις περιοχές δωματίων αποκατάστασης.
  - ο Αυτό το σύστημα πρέπει να παρέχει ένα ελάχιστο σύνολο 6 εναλλαγών αέρα ανά ώρα με ελάχιστο σύνολο 2 εναλλαγών αέρα του υπαίθριου αέρα ανά ώρα στα επαρκώς αραιά αέρια αναισθητικών αποβλήτων.
  - ο Περιοδικός έλεγχος έκθεσης με την ιδιαίτερη έμφαση στα μέγιστα επίπεδα αερίου στη ζώνη αναπνοής του νοσηλευτικού προσωπικού που εργάζεται άμεσα στην γύρω περιοχή του κεφαλιού του ασθενή. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούν την τυχαία δειγματοληψία δωματίων για να αξιολογήσουν τις περιβαλλοντικές συγκεντρώσεις των αερίων αναισθητικών αποβλήτων στο δωμάτιο αποκατάστασης δεν είναι ένας ακριβής δείκτης του επιπέδου έκθεσης που βιώνεται από τις νοσοκόμες που παρέχουν βοήθεια στο κρεβάτι. Λόγω της στενότητας των δωματίων αποκατάστασης του ασθενή, τέτοιες μέθοδοι θα υποτιμούσαν το επίπεδο αερίων αναισθητικών αποβλήτων στη ζώνη αναπνοής.
  - ο Εφαρμόστε ένα στερεότυπο πρόγραμμα συντήρησης συστημάτων εξαερισμού για να περιοριστούν τα επίπεδα έκθεσης αερίου αποβλήτων στο ελάχιστο.

Ο οργανισμός Osha (παράγραφος VI, κεφάλαιο 1 τεχνολογίας) και το πρόγραμμα Οι κίνδυνοι υγείας συστήνουν:

- Κλείστε τους ψεκαστήρες των μηχανών αναισθησίας όταν δεν είναι σε χρήση. Επίσης, οι κατάλληλες μάσκες προσώπου, οι αρκετά διογκωμένοι ενδοτραχειακοί σωλήνες, και η πρόληψη των χυσιμάτων αναισθητικού θα μειώσουν το ποσό αερίων αναισθητικού αποβλήτων στο λειτουργούντα δωμάτιο.
- Επιθεωρήστε και ελέγξτε τη μηχανή αναισθησίας τουλάχιστον κάθε τέσσερις μήνες. Αυτό πρέπει να γίνει από τους αντιπροσώπους εταιριών ή άλλο καταρτισμένο προσωπικό. Η διαρροή του αερίου πρέπει να είναι λιγότερο από 100 ml./λεπτό κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας.
- Η ορθή πρακτική εργασίας συστήνει τον πλήρη έλεγχο όλου του εξοπλισμού αναισθησίας πριν από τη χρήση κάθε ημέρας (συνδετήρες, σωλήνωση, κ.λπ) διαρροές των υγρών παραγόντων αναισθητικού που καθαρίζονται επάνω αμέσως.
- Εκτελέστε τις πληροφορίες και το επιμορφωτικό πρόγραμμα για όλους τους εργοδότες που εκτίθενται στα αέρια αναισθητικών αποβλήτων, που

συμμορφώνονται με τα πρότυπα επικοινωνίας κινδύνου osha. Δείτε τους ευρείς κινδύνους HealthCare - Επικίνδυνες χημικές ουσίες.

#### **4.2.2 ΠΑΘΟΓΟΝΑ BLOODBORNE**

Για τον κίνδυνο και την ασφάλεια του προσωπικού από τα παθογόνα Bloodborn ισχύουν τα ίδια όπως και στην Μονάδα Εντατικής Θεραπείας (βλέπε παράγραφο 3.5.1)

#### **4.2.3 ΣΥΜΠΙΕΣΜΕΝΑ ΑΕΡΙΑ**

Πιθανός κίνδυνος:

Πυρκαγιά, έκρηξη, και τοξικότητα των συμπιεσμένων αερίων. Αυτά τα αποτελέσματα προκύπτουν από τη συμπίεση του αερίου και τις επιπτώσεις στην υγεία της ίδιας της χημικής ουσίας. Τα συμπιεσμένα αέρια μέσα σε μια δυνατότητα υγειονομικής περιθάλψης είναι συνήθως είτε σταθερά διοχετευμένα με σωλήνες συστήματα αερίου είτε μεμονωμένες φιάλες αερίων (Σχ. 4.2).



**Σχήμα 4.2 Φιάλες αερίων.**

Πιθανές λύσεις:

Η χειρονακτική συμπίεση των αερίων σύμφωνα με το τεύχος P-1-1965 της Ένωσης Συμπιεσμένου Αερίου. Άλλη καθοδήγηση σχετικά με τον ασφαλή χειρισμό των ιατρικών αερίων συμπεριλαμβάνεται στα πρότυπα NFPA 99 για τις εγκαταστάσεις υγειονομικής περιθάλψης.

- Συμπιεσμένα αέρια.
- Υδρογόνο.
- Οξυγόνο.
- Νιτρώδες οξύ

Κρατήστε ασφαλισμένες τις φιάλες των συμπιεσμένων αερίων. Δεν πρέπει ποτέ να πέσουν ή να χτυπήσουν η μία την άλλη με δύναμη.

#### **4.2.4 ΣΤΑΤΙΚΕΣ Ή ΑΔΕΞΙΕΣ ΣΤΑΣΕΙΣ**

Πιθανός κίνδυνος:

Έκθεση του προσωπικού σε:

- **Στατικές θέσεις** από συνεχές στάσιμο σε μια θέση κατά τη διάρκεια των μεγάλων χειρουργικών διαδικασιών, να προκαλέσει την κούραση μυών και συγκέντρωση του αίματος στα χαμηλότερα άκρα. Η στάση στις σκληρές επιφάνειες εργασίας όπως το σκυρόδεμα δημιουργεί τραύμα και πόνο στα πόδια.



- **Αδέξιες στάσεις** από γέριμο του κεφαλιού προς τα κάτω για μεγάλες χρονικές περιόδους.

#### Πιθανές λύσεις:

- Παρέχετε σκαμνάκια όπου η χρήση τους είναι εφικτή.
- Χρησιμοποιείτε παπούτσια που να σας βολεύουν στους τارسούς και στα πέλματα (π.χ. παπούτσια με καλούς πάτους).
- Παρέχετε ένα χαμηλό σκαμνί, έτσι ώστε οι υπάλληλοι να μπορούν συνεχώς να αλλάζουν τη στάση τους με το σήκωμα ενός ποδιού.
- Χρησιμοποιείστε υψηλά ρυθμιζόμενες επιφάνειες εργασίας.

#### **4.2.5 ΟΛΙΣΘΗΜΑΤΑ- ΠΑΡΑΠΑΤΗΜΑΤΑ- ΠΕΣΙΜΑΤΑ**

Ο κίνδυνος του προσωπικού από πεσίματα και ολισθήματα έχει αναφερθεί ήδη στην παράγραφο 3.5.3. Ακριβώς τα ίδια πράγματα ισχύουν και για τα χειρουργεία.

#### **4.2.6 ΔΕΣΜΗ LASER**

Κατά τη διάρκεια των χειρουργικών επεμβάσεων που χρησιμοποιούν Laser ή μια ηλεκτρο-χειρουργική μονάδα, η θερμική καταστροφή του ιστού δημιουργεί ένα υποπροϊόν καπνού. Κατ' εκτίμηση 500.000 εργαζόμενοι εκτίθενται στο Laser ή τον ηλεκτρο-χειρουργικό καπνό κάθε έτος, συμπεριλαμβανομένων των χειρουργών, των νοσοκόμων, των ανεσθησιολόγων, και των τεχνικών.

#### Πιθανός κίνδυνος:

Σύμφωνα με την έρευνα NIOSH οι μελέτες έχουν επιβεβαιώσει ότι αυτή η δέσμη καπνού μπορεί να περιέχει τοξικά αέρια και ατμούς όπως το βενζόλιο, το υδροκυάνιο, και η φορμαλδεΐδη, βιοαεροζόλ, νεκρό και ζωντανό κυτταρικό υλικό (συμπεριλαμβανομένων των τεμαχίων αίματος), και ιούς. Στις υψηλές συγκεντρώσεις ο καπνός προκαλεί την οφθαλμική και αναπνευστικών οδών ενόχληση στο προσωπικό υγειονομικής περίθαλψης, και δημιουργεί οπτικά προβλήματα για το χειρουργό. Ο καπνός έχει δυσάρεστες μυρωδιές και έχει αποδειχθεί ότι έχει μεταλλαξιογονική δυνατότητα. Αν και δεν έχει υπάρξει καμία τεκμηριωμένη μετάδοση της μολυσματικής ασθένειας μέσω του χειρουργικού καπνού, μπορεί να υπάρξει δυνατότητα παραγωγής μολυσματικών τεμαχίων προερχόμενων από ιό, ιδιαίτερα μετά από την επεξεργασία των αφροδίσιων κρεατοελιών. Οι ερευνητές έχουν προτείνει ότι ο καπνός μπορεί να ενεργήσει ως διάλυμα για τα καρκινώδη κύτταρα που μπορούν να εισπνευστούν από τη χειρουργική ομάδα και άλλα εκτεθειμένα άτομα

#### Πιθανές λύσεις:

- **Έλεγχοι εφαρμοσμένης μηχανικής:** Χρήση Φορητών εκκενωτών καπνού και συστημάτων αναρρόφησης δωματίων.
- **Έλεγχοι πρακτικής εργασίας:**
  - Κρατήστε τον εκκενωτή καπνού ή μέσα σε 2 ίντσες από τη χειρουργική περιοχή, έτσι ώστε να συλλάβετε αποτελεσματικά τους αερομεταφερόμενους μολυσματικούς παράγοντες.
  - Κρατήστε το εκκενωτή καπνού ανοιχτό (ενεργοποιημένο) πάντα όταν παράγονται τα αερομεταφερόμενα μόρια κατά τη διάρκεια όλων των χειρουργικών ή άλλων διαδικασιών.

- Θεωρήστε όλες τις σωληνώσεις, τα φίλτρα, και τους απορροφητές ως μολυσματικά απόβλητα και ξεφορτωθείτε τους κατάλληλα.
- Εγκαταστήστε νέα φίλτρα και νέα σωλήνωση πριν από κάθε διαδικασία.
- Επιθεωρήστε τακτικά τα συστήματα εκκένωσης καπνού, για να αποτρέψετε τις πιθανές διαρροές.

#### 4.2.7 ΚΙΝΔΥΝΟΙ LASER

##### Πιθανός κίνδυνος:

Η έκθεση των υπαλλήλων στα Laser που χρησιμοποιούνται στα λειτουργούντα δωμάτια κατά τη διάρκεια της κοπής και του καυτηριασμού του ιστού. Οι κατηγορίες Laser που χρησιμοποιούνται συχνότερα είναι οι 3b και 4. Η έκθεση συνήθως οφείλεται στην ακούσια λειτουργία ή/ και όταν οι κατάλληλοι έλεγχοι δεν είναι αποτελεσματικοί. Η υψηλή ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται για να παραχθεί η ακτίνα είναι ένας πιθανός κίνδυνος ηλεκτροπληξίας. Η άμεση έκθεση ακτινών μπορεί να προκαλέσει εγκαύματα στο δέρμα και στα μάτια με συνέπεια ενδεχομένως την τύφλωση. Η ηλεκτροπληξία και η πυρκαγιά είναι επίσης πιθανοί κίνδυνοι κατά την χρησιμοποίηση των λέιζερ. Οι τέσσερις κατηγορίες λέιζερ είναι:

- **Κατηγορία 1:** Είναι η πιο ελάχιστα-επικίνδυνη κατηγορία. Τα καταστρεπτικά επίπεδα εκπομπής Laser θεωρούνται ανίκανα
- **Κατηγορία 2:** Εφαρμόζεται μόνο για τις ορατές εκπομπές Laser και μπορεί να αντιμετωπισθεί άμεσα για χρονικά διαστήματα λιγότερα ή ίσα προς 0,25 του δευτερολέπτου, όπου είναι ο χρόνος απόκρισης
- **Κατηγορία 3a:** Επικίνδυνη κάτω από άμεσο ή ανακλώμενο θέαμα. Αυτά τα Laser είναι περιορισμένα στο ορατό ηλεκτρομαγνητικό φάσμα.
- **Κατηγορία 3b:** Εφαρμόζεται και πέρα από ολόκληρο το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα και είναι επικίνδυνη όταν παρατηρείτε ενδιάμεσου μιας δέσμης φωτός.
- **Κατηγορία 4:** Η υψηλότερη ενεργειακά κατηγορία Laser, που και αυτή επεκτείνεται πέρα από το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα. Αυτή η κατηγορία Laser παρουσιάζει τη σημαντικότερους κινδύνους για πυρκαγιά, για το δέρμα, και για τα μάτια.

##### Πιθανές λύσεις:

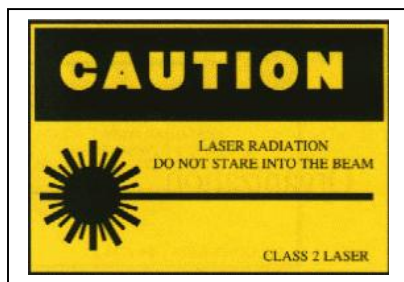
Ο οργανισμός Osha (παράγραφος VI, κίνδυνοι τεχνολογίας 1) συστήνει:

Όλο το προσωπικό στο εν λειτουργία δωμάτιο κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης Laser πρέπει να φοράει προστατευτικές διόπτρες για την προστασία του κερατοειδούς χιτώνα, και άλλου οφθαλμικού ιστού. Το μήκος κύματος της παραγωγής Laser είναι ο σημαντικότερος παράγοντας στον καθορισμό του τύπου προστασίας ματιών που χρησιμοποιείται. Το κέντρο Lion Lasers Skin παρέχει παραδείγματα διαθέσιμου προστατευτικού εξοπλισμού ματιών.

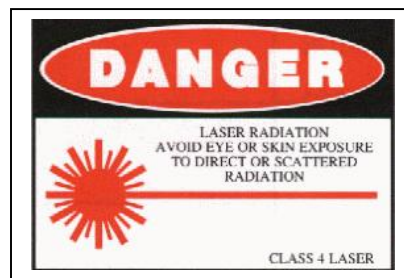
- Τοποθετήστε σύμβολα προειδοποίησης στις περιοχές όπου η έκθεση στα Laser είναι πιθανή (Σχ. 4.3).
- Διατηρήστε και συντηρήστε ολόκληρο το σύστημα Laser σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Μόνο ο κατασκευαστής ή καταρτισμένο προσωπικό πρέπει να διατηρήσει το σύστημα. Η

συντήρηση μπορεί μόνο να γίνει σύμφωνα με τις γραπτές τυποποιημένες λειτουργικές διαδικασίες.

- Επάρκεια συστημάτων κάλυψης Laser, ειδικά αυτά με την ικανότητα υψηλής τάσης. Όλες οι πόρτες λειτουργούντων δωματίων στα δωμάτια που στεγάζονται τα Laser πρέπει να περιέχουν ασφάλεια κλειδώματος έτσι ώστε εάν εισέρθει κάποιος στο δωμάτιο, το σύστημα Laser να μπορεί να κλείσει αυτόματα.
- Κάλυψη ή συσκοτίση, σε όλα τα παράθυρα των χειρουργικών περιοχών Laser για να προστατεύσει τους υπαλλήλους που βρίσκονται έξω από τη χειρουργική περιοχή.
- Τα λέιζερ βαθμονομούνται από τον κατασκευαστή, αλλά το σύστημα Laser ελέγχεται, πριν από κάθε διαδικασία και κατά τη διάρκεια των εκτεταμένων διαδικασιών. Γενικά, οι μετρήσεις απαιτούνται όταν οι πληροφορίες του κατασκευαστή δεν είναι διαθέσιμες, όταν δεν ταξινομηθεί το σύστημα Laser, ή όταν γίνουν οι αλλαγές στο σύστημα Laser που μπορεί να είχε αλλάξει την ταξινόμησή του. Μόνο το προσωπικό που εκπαιδεύεται στην τεχνολογία Laser πρέπει να κάνει μετρήσεις.



α)



β)

**Σχήμα 4.3 Σύμβολα προειδοποίησης. α) Για Laser Κατηγορίας 2, β) Για Laser Κατηγορίας 4**

Οι οδηγίες για την αξιολόγηση της ασφάλειας και του κινδύνου των Laser (PUB 8-1,7) Γενικές βασικές προφυλάξεις ασφάλειας, παρέχουν τις οδηγίες αυτές συμπεριλαμβανομένου:

- Η προστασία του δέρματος μπορεί να επιτευχθεί καλύτερα μέσω των ελέγχων εφαρμοσμένης μηχανικής. Εάν υπάρχει η δυνατότητα για την καταστροφή της έκθεσης δέρματος, ιδιαίτερα για υπεριώδη λέιζερ (200-400 NM), συνιστάται η κάλυψη του δέρματος.
  - Χέρια - Τα περισσότερα γάντια θα παράσχουν κάποια προστασία ενάντια στην ακτινοβολία Laser. Τα στενά σύνθετα υφάσματα και τα αδιαφανή γάντια παρέχουν την καλύτερη προστασία.
  - Βραχίονες - Ένα εργαστηριακό σακάκι ή ένα παλτό μπορεί να παρέχει την προστασία για τους βραχίονες. Εκτιμάται ότι για την κατηγορία Laser 4, πρέπει να δοθούν τα ανθεκτικά υλικά φλογών.
  - Το προσωπικό πρέπει να χρησιμοποιήσει τον προστατευτικό ματισμό όταν εκτίθεται στα επίπεδα ακτινοβολίας που υπερβαίνουν τη μέγιστη επιτρεπόμενη έκθεση για το δέρμα.

#### 4.2.8 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Όσον αφορά την προστασία του προσωπικού από κινδύνους εξοπλισμού ισχύουν τα ίδια πράγματα που ισχύουν και για την Μ.Ε.Θ (βλέπε παράγραφο 3.5.5)

#### 4.2.9 ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΕΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

##### Πιθανός κίνδυνος:

Έκθεση στις πιθανές επικίνδυνες χημικές ουσίες που βρίσκονται και που χρησιμοποιούνται στη χειρουργική περιοχή, π.χ., το παρασιτικό οξύ που χρησιμοποιείται σε κρύες μηχανές αποστειρωτικού διαλύματος και μεθυλικό μεθακρυλική (ΜΜΑ), και ακρυλικό τσιμέντο όπως η ουσία που χρησιμοποιείται για να ασφαλίσει τις προθέσεις του οστού κατά τη διάρκεια μιας ορθοπεδικής χειρουργικής επέμβασης. Η έκθεση εμφανίζεται συνήθως κατά τη διάρκεια της μίξης, της προετοιμασίας, και στο εν λειτουργία δωμάτιο.

##### Πιθανές λύσεις:

- Μεθυλικό-μεθακρυλικό μίγμα μόνο σε ένα κλειστό σύστημα.
- Οι υπάλληλοι πρέπει προσεκτικά να διαβάσουν και να ακολουθήσουν τις οδηγίες και τις προειδοποιήσεις που αναγράφονται στις ετικέτες, (π.χ., κατά τη χρησιμοποίηση των κρύων μηχανών αποστειρωτικού διαλύματος για τον εξοπλισμό που δεν μπορεί να αποστειρωθεί, να χρησιμοποιήσει την προστατευτική δίοπτρα υπό τον όρο ότι δεν θα ανοιχθεί η μηχανή έως ότου βρεθεί σε ένα ασφαλές κιβώτιο).
- Οι υπάλληλοι πρέπει να ακολουθήσουν όλες τις οδηγίες MSDS σχετικά με τον ασφαλή χειρισμό, την αποθήκευση, και τη διάθεση των επικίνδυνων χημικών ουσιών.
- Οι εργοδότες πρέπει να σκεφτούν απολυμαντικά ή άλλα προϊόντα που δεν είναι επικίνδυνα.
- Σύμφωνα με τα **Πρότυπα επικοινωνίας κινδύνου**: Οι εργοδότες πρέπει να ενημερώσουν τους υπαλλήλους για τους χημικούς κινδύνους και να διαθέτουν όλα τα εγχειρίδια ασφάλειας (MSDS) για όλες τις επικίνδυνες χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις τους.

#### 4.2.10 ΑΛΛΕΡΓΙΑ ΣΕ ΛΑΤΕΞ

Η προστασία του προσωπικού από αλλεργικά συμπτώματα λόγω των γαντιών λατέξ αναφέρετε στην παράγραφο 3.5.4. Ακριβώς τα ίδια πράγματα ισχύουν και εδώ.

## 5. ΚΛΙΝΙΚΕΣ-ΙΑΤΡΕΙΑ

Στις Κλινικές και στα Ιατρεία ενός Νοσοκομείου καθημερινά παρακολουθούνται ή νοσηλεύονται ασθενείς με χρόνια ή όχι προβλήματα. Είναι λοιπόν χώροι τους οποίους καθημερινά επισκέπτονται μεγάλος αριθμός ατόμων. Οι εργαζόμενοι που έχουν πρόσβαση σε τέτοιους χώρους κυρίως είναι:

- Ιατροί
- Νοσηλεύτριες /τές και
- Εργαζόμενοι της Τεχνικής Υπηρεσίας

## 5.1 ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΣΤΙΣ ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΣΤΑ ΙΑΤΡΕΙΑ

Στις παρακάτω παραγράφους θα αναφερθούμε σε μερικούς από τους πιο σημαντικούς κινδύνους για την ασφάλεια των εργαζομένων σε κλινικές και ιατρεία, καθώς επίσης θα αναφέρουμε πιθανές λύσεις αντιμετώπισης.

### 5.1.1 ΜΟΛΥΣΜΑΤΙΚΕΣ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Πιθανός κίνδυνος:

Σε χώρους όπως κλινικές και ιατρεία όπου καθημερινά φιλοξενείτε μεγάλο αριθμό ασθενών είναι πολύ πιθανό να αναπτυχθούν μικρόβια τα οποία να είναι κολλητικά και έτσι να δημιουργήσουν ασθένειες και στο προσωπικό του Νοσοκομείου.

Πιθανές λύσεις:

Να παρέχεται σε όλους τους εργαζόμενους προστατευτικός εξοπλισμός (π.χ. γάντια, μάσκες προσώπου, ειδικές στολές για δωμάτια απομόνωσης κ.τ.λ.).

Να υπάρχουν ειδικά αντισηπτικά υγρά για τον καθαρισμό του προσωπικού από μολυσματικούς παράγοντες.

### 5.1.2 ΑΛΛΕΡΓΙΑ ΣΕ ΛΑΤΕΞ

Η προστασία του προσωπικού από αλλεργικά συμπτώματα λόγω των γαντιών λατέξ αναφέρετε στην παράγραφο 3.5.4. Ακριβώς τα ίδια πράγματα ισχύουν και για το προσωπικό των κλινικών και των ιατρείων.

### 5.1.3 ΒΕΛΟΝΕΣ Ή ΚΟΦΤΕΡΟΙ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ

Η προστασία του προσωπικού από τραυματισμούς βελονών ή κοπές από αιχμηρά αντικείμενα αναφέρονται στην παράγραφο 3.5.10. Ακριβώς τα ίδια πράγματα ισχύουν και εδώ.

## 6. ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗ

### 6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με τον όρο αποστείρωση εννοούμε την οποιαδήποτε φυσική ή χημική επικυρωμένη διαδικασία που καταστρέφει όλη τη διαμορφωμένη ζωή, ειδικότερα έχει να κάνει με τους μικροοργανισμούς (συμπεριλαμβανομένων των βακτηριδίων και των σπορογεννών μορφών), και αδρανοποιεί τους ιούς. Η απολύμανση καταστρέφει μόνο τις φυτικές μορφές.

Επομένως οι όροι "αποστειρωμένοι" και "αποστείρωση", υπό μια αυστηρά βιολογική έννοια, περιγράφουν την απουσία ή την καταστροφή όλων των βιώσιμων μικροοργανισμών. Με άλλα λόγια, είναι απόλυτοι όροι: ένα αντικείμενο ή ένα σύστημα είναι είτε "αποστειρωμένο" είτε "μη αποστειρωμένο".

Όλο και περισσότερες, μολυσματικές ασθένειες διαμορφώνουν μια σοβαρή απειλή στην υγεία των ανθρώπων. Ο επαρκής αποστειρωμένος ανεφοδιασμός διαδραματίζει έναν ουσιαστικό ρόλο στην προσπάθεια να μειωθεί η διάδοση των ασθενειών μέσα στην υγειονομική υπηρεσία.

Οι άνθρωποι έρχονται στις εγκαταστάσεις υγείας για να θεραπευθούν από τις ασθένειες και τους τραυματισμούς. Πολλές από τις ασθένειες τους προκαλούνται από τους μικροοργανισμούς. Επομένως οι εγκαταστάσεις υγείας είναι θέσεις με μια υψηλή

συχνότητα της πρόκλησης των ασθενειών από τους μικροοργανισμούς που διαδίδονται εύκολα από ασθενή σε ασθενή, από το προσωπικό και τον εξοπλισμό και άλλα υλικά που χρησιμοποιούνται για την περίθαλψη. Επιπλέον πολλοί άνθρωποι που επισκέπτονται τα νοσοκομεία είναι αδύνατοι και επομένως είναι επιπλέον ευαίσθητοι για την απόκτηση μιας ασθένειας. Ο στόχος των εγκαταστάσεων υγείας είναι όχι μόνο να θεραπευτούν οι ασθενείς των ασθενών αλλά και να αποτραπεί η μετάδοση των ασθενειών από έναν ασθενή σε άλλο. Ένα σημαντικό μέτρο κατά της διάδοσης των ασθενειών είναι η απαίτηση ότι όλες οι ιατρικές προμήθειες, όπως τα όργανα, οι πατσαβούρες, τα υφάσματα κλπ..., που χρησιμοποιούνται στις ανοικτές πληγές και θα είναι σε επαφή με τα εσωτερικά υγρά (αίμα, βλέννα κλπ) του σώματος, θα είναι χωρίς οποιονδήποτε βιώσιμο μικροοργανισμό. Πρέπει να είναι αποστειρωμένα. Μερικά από αυτά τα υλικά αποστειρώνονται στο εργοστάσιο και σχεδιάζονται για μία χρήση. Εντούτοις, πολλά όργανα και υλικά που χρησιμοποιούνται για τις ιατρικές επεμβάσεις είναι πολύ ακριβά και σχεδιάζονται έτσι ώστε να μπορούν επαναχρησιμοποιηθούν. Ένας υψηλής ποιότητας επανεπεξεργασίας κύκλος είναι απαραίτητος στον οποίο τα χρησιμοποιημένα υλικά να αντιμετωπίζονται έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακίνδυνα και πάλι. Δεδομένου ότι η επανεπεξεργασία των αποστειρωμένων αγαθών έχει αναπτυχθεί σε μια ειδικότητα από μόνη της, εάν φυσικά η επανεπεξεργασία γίνεται συγκεντρωμένα σε ένα ενιαίο κεντρικό αποστειρωμένο τμήμα ανεφοδιασμού (CSSD) που εξυπηρετεί ολόκληρη τη διαδικασία. Σε παλαιότερες εγκαταστάσεις υγείας η αποστείρωση είναι αποκεντρωμένη ακόμα. Όλο και περισσότερο οι δραστηριότητες αποστείρωσης αυτών των τμημάτων τίθενται κάτω από την ενιαία ευθύνη επαγγελματιών και ενός υπεύθυνου αποστείρωσης για τον αποστειρωμένο ανεφοδιασμό ολόκληρης της διαδικασίας.

Η αποστείρωση πρέπει να χρησιμοποιηθεί για τα όργανα, εργαλεία και άλλα στοιχεία. Προσοχή δίνεται σε αυτούς που έρχονται σε άμεση επαφή με το ρεύμα, το αίμα ή τους διάφορους ανθρώπινους ιστούς. Ιατρικά εργαλεία που διατρύπουν τους ανθρώπινους ιστούς (π.χ. νυστέρια, βελόνες), πρέπει να αποστειρώνονται πριν από την επαφή με κάθε ασθενή. Ιατρικά εργαλεία που ακουμπούν αλλά δεν διατρύπουν βλεννογόνους (π.χ. κυκλώματα αναπνευστικής αναισθησίας, λαρυγγοσκόπια, κολποσκόπια, εύκαμπτα ενδοσκόπια), το ιδεώδες είναι να αποστειρώνονται. Αν αυτό δεν είναι εφικτό, πρέπει να υφίστανται υψηλού βαθμού απολύμανση. Η αποστείρωση μπορεί να επιτυγχάνεται από υψηλό ατμό (χύτρα πίεσεως), ξηρά θερμότητα (φούρνος), χημικά αποστειρωτικά (γλουταραλδεϋδες ή φορμαλδεϋδη) ή ακόμα από φυσικούς παράγοντες (ακτινοβολία). Επειδή η αποστείρωση είναι μια διαδικασία, πρέπει να πραγματοποιηθεί σωστά και να αποστειρωθούν όλα τα υλικά. Επίσης όταν πρόκειται να αποστειρώσουμε διάφορα υλικά ή αντικείμενα, πρέπει να έχουμε υπόψη κάποιες βασικές γενικές αρχές:

Η αποστείρωση πετυχαίνεται με φυσικά μέσα που αναφέραμε επιγραμματικά προηγουμένως. Για να έχουμε σωστή και τέλεια αποστείρωση αντικειμένων, πρέπει να επιλέγουμε τον καταλληλότερο τρόπο για κάθε περίπτωση. Εκείνο που μας καθορίζει την επιλογή του ενός ή του άλλου τρόπου αποστείρωσης είναι η φυσική κατάσταση του προς αποστείρωση υλικού (στερεό ή υγρό) και η χημική του σταθερότητα. Δεν είναι δυνατόν να αποστειρώσουμε π.χ. με γυμνή φλόγα ένα είδος ρουχισμού. Η εκλογή λοιπόν του μέσου αποστείρωσης έχει μεγάλη σημασία, γιατί έτσι πετυχαίνουμε σωστή και γρήγορη αποστείρωση, δεν καταστρέφουμε τα αντικείμενα ή υλικά που αποστειρώνουμε, δεν χάνουμε χρόνο και χρήμα και δεν γινόμαστε υπεύθυνοι για τη μετάδοση νοσημάτων. Δεν πρέπει να ξεχνάμε τους κανόνες αποστείρωσης που αφορούν τα αντικείμενα και τους

κανόνες που αφορούν τα όργανα αποστείρωσεως. Αποτελεί μεγάλη παράλειψη η μη συνεχής παρακολούθηση του οργάνου κατά τη διάρκεια της αποστείρωσης. Με την παράληψη αυτή μπορεί να γίνουμε και αίτιοι ατυχήματος. Η θερμότητα, που αποτελεί το κυριότερο μέσο αποστείρωσης, έχει επιτυχία ως μέθοδος καταστροφής μικροβίων, μόνο αν τηρηθούν ορισμένοι όροι, να υπάρχει δηλαδή στους κλίβανους η κατάλληλη θερμοκρασία και ο απαιτούμενος χρόνος.

Ο απλός βρασμός, έστω και παρατεταμένος, δε φονεύει τους σπόρους των μικροβίων. Ο τυνταλισμός μπορεί να εφαρμοσθεί μόνο στα υγρά, τα οποία επιτρέπουν τη βλάστηση των σπόρων. Η παστερίωση δεν είναι αποστείρωση, αλλά τρόπος αδρανοποίησης των παθογόνων μικροβίων και χρησιμοποιείται, επειδή δεν φέρνει μεταβολές στην υψηλή ποιότητα του γάλακτος ως τροφίμου. Τα σπορογόνα μικρόβια είναι πιο ανθεκτικά από τα μη σπορογόνα. Χρειάζεται προσοχή για την εκλογή του κατάλληλου σε κάθε περίπτωση απολυμαντικού. Η χρησιμοποίηση του απολυμαντικού πρέπει να γίνεται με τις καθορισμένες πυκνότητες και ποτέ σε χαμηλότερες ή με εμπειρικά διαλύματα. Δεν πρέπει να ξεχνάμε, ότι η παρουσία οργανικών ουσιών δυσκολεύει ή και δεν επιτρέπει την καταστροφή μικροβίων.

Η σωστή και τέλεια αποστείρωση ολοκληρώνεται αν πάρουμε και τα κατάλληλα μέσα συντηρήσεως των αντικειμένων και των υλικών που αποστειρώσαμε. Αν πρόκειται να χρησιμοποιήσουμε άμεσα τα αντικείμενα και υλικά που αποστειρώσαμε, πρέπει να τα τοποθετήσουμε σε ειδικούς χώρους ή με σωστή παρασκευή, ώστε να διατηρούνται απαλλαγμένα από μικρόβια, μέχρι να χρησιμοποιηθούν.

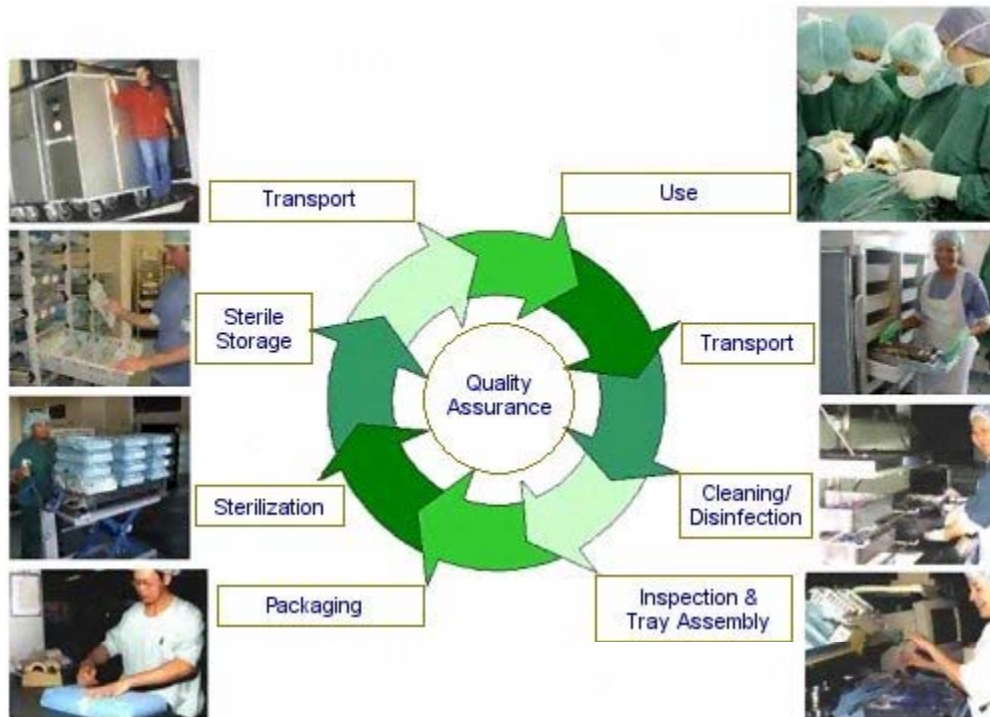
Για να είναι αποτελεσματική η αποστείρωση απαιτεί χρόνο, επαφή, θερμοκρασία. Η αποτελεσματικότητα οποιασδήποτε μεθόδου αποστείρωσης εξαρτάται επίσης από τέσσερις άλλους παράγοντες:

**1. Τον τύπο του μικροοργανισμού.** Μερικοί μικροοργανισμοί είναι πολύ δύσκολοι να σκοτωθούν. Άλλοι πεθαίνουν εύκολα. Σημείωση: Αν και ξεπλένοντας το στοιχείο με οινόπνευμα και έπειτα του γίνει ανάφλεξη με μια αντιστοιχία είναι μια προτεινόμενη μέθοδος αλλά η αποστείρωση αυτή δεν είναι αποτελεσματική.

**2. Τον αριθμό των μικροοργανισμών.** Είναι πολύ ευκολότερο να σκοτωθεί ένας οργανισμός από πολλούς.

**3. Το ποσό και τον τύπο του οργανικού υλικού που τρέφει μικροοργανισμούς.** Αίμα ή ιστός που παραμένουν σε κακώς καθαρισμένα όργανα, εργαλεία και υφάσματα συντελούν σαν ασπίδα στους μικροοργανισμούς κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της αποστείρωσης

**4. Τον αριθμό ρωγμών και το είδος τους σ' ένα όργανο που λυμαίνονται οι μικροοργανισμοί.** Οι μικροοργανισμοί μαζεύονται μέσα, και προστατεύονται σε γρατσουνιές, ρωγμές, ρωγμές όπως τα κομμένα οδοντωτά σαγόνια της λαβίδας για τους ιστούς. Τέλος, χωρίς λεπτομερή καθαρισμό, ο οποίος αφαιρεί οποιαδήποτε οργανική ουσία παραμένουν στα όργανα που με τη σειρά τους μπορούν να προστατεύσουν τους μικροοργανισμούς κατά τη διάρκεια της χρήσης τους.



**Σχήμα 6.1 Η πορεία της αποστείρωσης.**

Δεν υπάρχει καμία ιδανική διαδικασία αποστείρωσης αλλά γενικά:

- Για τα υγρά προϊόντα, όπου είναι δυνατόν, χρησιμοποιείται μια από τις παραλλαγές της αποστείρωσης ατμού. Αποφεύγετε η αντισηπτική διήθηση, γίνεται εκτός και αν υπαγορεύεται αυστηρός με βάση τη συμβατότητα των προϊόντων.
- Για τα μη-υγρά προϊόντα, ο ατμός, η ξηρά θερμότητα, και η αποστείρωση ακτινοβολίας προτιμούνται περισσότερο. Οι προαναφερθείσες διαδικασίες είναι σχετικά απλές, είναι υποκείμενες στην παραμετρική απελευθέρωση, και δεν αφήνουν τα τοξικά υπολείμματα στο προϊόν.

## 6.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗΣ

### 6.2.1 ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Η διαδικασία της αποστείρωσης πρέπει να εξασφαλίζει την απομάκρυνση ή την καταστροφή όλων των ζώντων μικροοργανισμών, ακόμη και των πιο ανθεκτικών μορφών τους, όπως είναι οι σπόροι τους. Αυτό είναι απαραίτητο, διότι σε ορισμένα μέρη του σώματος του ανθρώπου δεν επιτρέπεται η ύπαρξη ούτε ενός μικροοργανισμού. Τα χειρουργικά εργαλεία και ο ιματισμός πρέπει να είναι αποστειρωμένα.

Οι μικροοργανισμοί καταστρέφονται δυσκολότερα με την υγρή θερμότητα παρά με την ξηρή. Το βράσιμο του νερού δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αποστείρωση διότι δεν καταστρέφει τους σπόρους των μικροοργανισμών για τους οποίους πρέπει να χρησιμοποιηθεί θερμοκρασία άνω των  $100^{\circ}\text{C}$ , που είναι το σημείο βρασμού του νερού. Στα αυτόκαυστα, με υγρή θερμότητα επιτυγχάνεται η αποστείρωση σε θερμοκρασία  $121^{\circ}$



C για 15', ή σε 126<sup>0</sup> C για 10'. Στους κλίβανους με ξηρή θερμότητα χρειάζεται θερμοκρασία 160<sup>0</sup> C για 60' ή 180<sup>0</sup> C για 30'.

Η θερμότητα είναι ο σπουδαιότερος φυσικός παράγοντας που χρησιμοποιείται για την καταστροφή των μικροβίων. Καταστρέφει κυρίως το κυτταρόπλασμα των μικροβίων και προκαλεί πήξη, μετουσίωση και βραδεία οξειδωση των πρωτεϊνών.

Η θερμότητα εφαρμόζεται στην αποστείρωση με δυο τρόπους:

- 1) Ως υγρή και
- 2) ως ξηρή

❖ **Η υγρή αποστείρωση θερμότητας** είναι πιο δραστική από την ξηρή, διότι με την παρουσία νερού ή υδρατμών οι φυτικές μορφές των μικροβίων φονεύονται σε πιο χαμηλή θερμοκρασία και σε λιγότερο χρόνο. Προκαλεί πήξη και μετουσίωση των πρωτεϊνών, όπως ο βρασμός μετουσιώνει το λεύκωμα του αυγού. Τα περισσότερα μη σπορογόνα μικρόβια, οι μύκητες και οι περισσότεροι ιοί των ζώων φονεύονται εντός 10', σε θερμοκρασία από 50<sup>0</sup> C έως 65<sup>0</sup> C. Οι σπόροι των μικροβίων και ορισμένοι ιοί πιο ανθεκτικοί φονεύονται εντός 10' – 12', σε θερμοκρασία 100<sup>0</sup> C– 121<sup>0</sup> C. Επίσης η υγρή θερμότητα παρατείνεται, όταν το σώμα που πρόκειται να αποστειρωθεί είναι μεγάλο, ώστε να μπορεί η απαιτούμενη θερμότητα να φτάσει στο κέντρο του.

Εφαρμόζεται για την αποστείρωση: α) ιατρικών εργαλείων, β) συριγγών – βελονών, γ) μικροβιολογικών θρεπτικών υλικών, δ) χειρουργικών ειδών και ε) φαρμάκων και διαλυμάτων.

Δεν εφαρμόζεται για την αποστείρωση: α) οπτικών οργάνων, β) ειδών από πολυαιθέριο, γ) αντιτοξινών και δ) ορισμένων ορμονών και φαρμάκων, όπως η ινσουλίνη και η ατροπίνη.

Η υγρή θερμότητα μπορεί να εφαρμοσθεί: α) ως βρασμός στους 100<sup>0</sup> C, β) ως υδρατμοί σε 100<sup>0</sup> C, χωρίς πίεση και γ) ως υδρατμοί υπό πίεση (αυτοκαυστό).

Τα κύρια πλεονεκτήματα της αποστείρωσης ατμού είναι η απλότητα, οι σχετικά σύντομοι χρόνοι επεξεργασίας, και η έλλειψη τοξικών υπολειμμάτων του. Το κύριο μειονέκτημά του είναι η σχετικά υψηλή θερμοκρασία (γενικά χαμηλότερη από την ξηρά θερμότητα, εντούτοις) και δεν εφαρμόζεται για τα προϊόντα που είναι ευαίσθητα στην υγρασία.

❖ **Η ξηρά αποστείρωση θερμότητας** είναι μια σχετικά απλή διαδικασία που περιλαμβάνει την έκθεση του προϊόντος στον καυτό αέρα σε μια κατάλληλη μεγέθους αίθουσα. Για να βεβαιωθεί η ομοιομορφία της θερμοκρασίας στο θάλαμο, ο αέρας κυκλοφορεί μέσω ενός συστήματος ανεμιστήρων/ εξαεριστήρων. Τα χαρακτηριστικά προϊόντα που αποστειρώνονται από την ξηρά θερμότητα, εκτός από τα φιαλίδια, περιλαμβάνουν τα σταθερά ξηρά φαρμακευτικά είδη, τα πετρέλαια, και τα προϊόντα σκόνης θερμότητας που είναι στο χώρο θερμότητας και αλλά είτε ευαίσθητα στην υγρασία είτε μη διαπερασμένα από την υγρή θερμότητα προϊόντα - υλικά. Τα κύρια πλεονεκτήματα της ξηράς αποστείρωσης θερμότητας είναι η απλότητα, η δύναμη διείσδυσης, και η έλλειψη τοξικών υπολειμμάτων. Τα μειονεκτήματά της είναι ο σχετικά μακροχρόνιος χρόνος επεξεργασίας και η υψηλή θερμοκρασία, η οποία περιορίζει τους τύπους προϊόντων και υλικών συσκευασίας συμβατών με αυτήν την διαδικασία.

Οι αποστειρωτές ξηρής - θερμότητας (φούρνοι) είναι καλοί στα υγρά κλίματα αλλά χρειάζονται το συνεχές ανεφοδιασμό ηλεκτρικής ενέργειας, που έτσι τους καθιστά μη πρακτικούς σε πολλές μακρινές (αγροτικές) περιοχές. Επιπλέον, η αποστείρωση με ξηρή - θερμότητα, απαιτεί τη χρήση υψηλότατων θερμοκρασιών, και γι' αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο με αντικείμενα γυαλιού ή μετάλλων.

Όταν είναι διαθέσιμη η ξηρά θερμότητα τότε είναι ένας πρακτικός τρόπος να αποστειρωθούν οι βελόνες και διάφορα άλλα όργανα. Συστήνεται ένας φούρνος μεταφοράς με μια μονωμένη αίθουσα από ανοξείδωτο χάλυβα και ένα διατρυπημένο ράφι για να επιτρέπει την κυκλοφορία του καυτού αέρα, αλλά η αποστείρωση ξηρής -θερμότητας μπορεί να επιτευχθεί και με έναν απλό φούρνο εφ' όσον όμως το θερμομέτρο χρησιμοποιείται για να ελέγχει τη θερμοκρασία μέσα στο φούρνο.

Η αποτελεσματικότητα της αποστείρωσης με ξηρή - θερμότητα ολοκληρώνεται από τη θερμική διεξαγωγή (θερμότητα). Αρχικά, η θερμότητα απορροφάται από την εξωτερική επιφάνεια ενός στοιχείου και περνά έπειτα στο επόμενο στρώμα. Τελικά, ολόκληρο το αντικείμενο φθάνει στη θερμοκρασία που απαιτείται για αποστείρωση. Ο θάνατος των μικροοργανισμών εμφανίζεται με την ξηρά θερμότητα λόγω της διαδικασίας αργής καταστροφή των πρωτεϊνών τους. Η αποστείρωση με ξηρή θερμότητα παίρνει περισσότερο χρόνο από αυτήν με τον ατμό, επειδή η υγρασία στη διαδικασία αποστείρωσης ατμού επιταχύνει σημαντικά τη διεύθυνση της θερμότητας και το χρόνο που απαιτείται για να σκοτωθούν οι μικροοργανισμοί.

Ακριβώς όπως με την αποστείρωση ατμού, είναι κρίσιμος ο λεπτομερής καθαρισμός του αντικειμένου πριν από την ξηρή αποστείρωση θερμότητας. Εάν ένα όργανο δεν είναι κατάλληλα καθαρισμένο, η αποστείρωση δεν μπορεί να είναι εξασφαλισμένη, ανεξάρτητα από το πόσο πολύ το όργανο θερμαίνεται.

Αποβάλλει τα προβλήματα "υγρών πακέτων" στα υγρά κλίματα. Τα πλαστικά και λαστιχένια στοιχεία είναι ένα μειονέκτημα της ξηρής - θερμότητας γιατί δεν μπορούν να αποστειρωθούν επειδή οι θερμοκρασίες που χρησιμοποιούνται είναι (160–170 C<sup>0</sup>) και είναι πάρα πολύ υψηλές για αυτά τα υλικά. Η ξηρά θερμότητα διαπερνά τα υλικά αργά και άνισα. Απαιτεί φούρνο και συνεχής πηγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Είναι συχνά η καλύτερη επιλογή για να αποστειρώσουμε στοιχεία που θα ανεχτούν υψηλές θερμοκρασίες. Οι ξηρές διαδικασίες αποστείρωσης θερμότητας είναι γενικά λιγότερο περίπλοκες από τις διαδικασίες με ατμό, αν και υψηλότερη θερμοκρασία ή και πιο μακροχρόνιοι χρόνοι έκθεσης απαιτούνται επειδή η μικροβιακή φονικότητα με την ξηρά θερμότητα είναι πολύ χαμηλότερη από αυτήν με διαποτισμένο ατμό στην ίδια θερμοκρασία.

Η αποστείρωση με ξηρή θερμότητα σε ηλεκτρικό κλίβανο ή κλίβανο γκαζιού είναι η κατάλληλη μέθοδος για εργαλεία που αντέχουν σε θερμοκρασία 170<sup>0</sup> C (340<sup>0</sup> F). Αυτή η μέθοδος, επομένως, δεν είναι κατάλληλη για την αποστείρωση πλαστικών συριγγών πολλαπλής χρήσης.

Είναι λιγότερο δραστική από την υγρή θερμότητα. Προκαλεί βραδεία οξειδωση των πρωτεϊνών των μικροβίων όπως προαναφέραμε.

Εφαρμόζεται για την αποστείρωση: α) γυάλινων σκευών του εργαστηρίου, β) συριγγών και βελονών, γ) λιπών, ελαίων και κηρών, δ) μεταλλικών εργαλείων που δεν καταστρέφονται από αυτήν, ε) ειδών πορσελάνης, στ) διηθητικού χάρτου και ζ) βάμβακος. Ένδειξη άλλωστε της σωστής θερμάνσεως είναι ότι το βαμβάκι και το χαρτί παίρνουν από τη μερική απανθράκωση υποκίτρινη χροιά.

Δεν εφαρμόζεται για την αποστείρωση: α) διαλυμάτων, β) ρούχων, γ) αντικειμένων από ελαστική ή πλαστική ύλη και δ) εργαλείων που καταστρέφονται από αυτή.

Η ξηρή θερμότητα μπορεί να εφαρμοσθεί: α) με γυμνή φλόγα και β) σε ξηροκλίβανο.

### 6.2.2 ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ

Οι ακτινοβολίες δρουν βλαπτικός στα μικρόβια. Η βλαπτική δράση των ακτινοβολιών εκδηλώνεται με δύο τρόπους: 1) Προκαλούν χημικές μεταβολές στο πρωτόπλασμα του μικροβίου, οι οποίες είναι θανατηφόρες, και 2) δημιουργούν θανατηφόρες μεταλλάξεις.

Υπάρχουν οι υπεριώδεις ακτινοβολίες που έχουν μήκος κύματος από 2000 Å μέχρι 4000 Å, και η ιονίζουσα ακτινοβολία που έχει μήκος κύματος από 2000 Å και κάτω.

**Οι υπεριώδεις ακτινοβολίες** δεν προσφέρονται για την αποστείρωση αντικειμένων που έχουν σχετικό πάχος, γιατί η διεισδυτική τους ικανότητα είναι μικρή. Σήμερα χρησιμοποιούνται και μικρές ειδικές συσκευές, με υπεριώδεις ακτίνες μήκους κύματος περίπου 2000 Å (οι συσκευές αυτές έχουν πλάτος 50 εκ., ύψος 20 εκ. και βάθος 20 εκ.), οι οποίες προσφέρουν γρήγορη (5' – 10' λεπτά) αποστείρωση. Εκτός από την αποστειρωτική τους ικανότητα, οι συσκευές αυτές μπορούν να εκπέμψουν ατμούς όζοντος, που καθαρίζουν τον αέρα. Οι συσκευές αυτές μπορούν επίσης να διατηρήσουν για πολύ καιρό την αποστείρωση υλικού, που έχει αποστειρωθεί με άλλο τρόπο. Όταν κάνουμε αποστείρωση πρέπει να τονισθεί ότι δεν φορτώνουμε τις συσκευές αυτές με πολλά αντικείμενα, ούτε αποστειρώνουμε αντικείμενα με πάχος. Η χρήση των συσκευών αυτών είναι απλή.

Έχουν καταστρεπτική δράση για τα μικρόβια. Δεν καταστρέφουν όμως τους σπόρους τους. Όπως είναι γνωστό το ηλιακό φως περιέχει υπεριώδεις ακτίνες. Για να έχουμε όμως στην πράξη ισχυρή υπεριώδη ακτινοβολία, χρησιμοποιούμε λαμπτήρες από ατμό υδραργύρου. Οι λαμπτήρες αυτοί χρησιμοποιούνται για την αποστείρωση επιφανειών, δωματίων, χώρων, όπως π.χ. στα χειρουργεία ή σε ειδικούς θαλάμους μικροβιολογικών εργαστηρίων. Η UV ακτινοβολία δεν είναι ούτε μια πρακτική ούτε αποτελεσματική μέθοδος στις περισσότερες καταστάσεις.

**Η ιονίζουσα ακτινοβολία** έχει μεγαλύτερη διεισδυτικότητα και πιο αποτελεσματική δράση επί των μικροβίων, από ότι έχουν οι υπεριώδεις ακτίνες. Φονεύει ταχύτατα τους σπόρους των μικροβίων.

Η ανθεκτικότητα των ιών στην ιονίζουσα ακτινοβολία είναι αντίστροφη του μεγέθους τους. Η δράση της είναι είτε άμεση και προκαλεί ιονισμό του δεσοξυριβονουκλεϊνικού οξέος του μικροβίου, είτε έμμεση και προκαλεί ιονισμό του νερού, ο οποίος στη συνέχεια επιδρά επί του δεσοξυριβονουκλεϊνικού οξέος. Η

εφαρμογή της περιορίζεται στο εργαστήριο και αυτό γιατί αφ' ενός είναι γενικά πολύ επικίνδυνη για τον άνθρωπο και αφ' ετέρου γιατί για την καταστροφή απλών μικροβίων χρειάζεται ασύγκριτα μεγαλύτερες δόσεις από εκείνες που αρχίζουν να είναι επικίνδυνες για τον ανθρώπινο οργανισμό. Οι σχετικές εγκαταστάσεις στοιχίζουν επίσης πανάκριβα, γι' αυτό και χρησιμοποιούνται μόνο σε βιομηχανική κλίμακα.

Σε αυτές ανήκουν οι ακτίνες X, οι καθοδικές ακτίνες και οι ακτίνες ραδίου. Σήμερα χρησιμοποιούνται ακτίνες γ, από κοβάλτιο 60, για την αποστείρωση διαφόρων ιατρικών ειδών, όπως σύριγγες, βελόνες, καθετήρες, χειρουργικά ράμματα, χειρουργικά γάντια και άλλα είδη που κατασκευάζονται από πλαστική ύλη και σελοφάνη. Είναι κατάλληλη για θερμοευαίσθητα υλικά, καθώς τα αποστειρώνει χωρίς ανύψωση της θερμοκρασίας τους, αλλά δεν αποτελεί και την ιδανική λύση, διότι καταστρέφει ορισμένα υλικά. Επιπλέον σοβαρά προβλήματα συμβαίνουν με τους πλαστικούς καθετήρες της καρδιάς, διότι γίνονται εύθραυστοι με την ακτινοβολία και υπάρχει κίνδυνος να σπάσουν στην καρδιά του αρρώστου.

### **6.2.3 ΑΛΛΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗΣ**

#### **Αποστείρωση αερίου**

Η αποστείρωση αερίου χρησιμοποιεί ένα μικροβιοκτόνο αέριο σε μια χαμηλή θερμοκρασία σε ένα αεροστεγές σύστημα και πρέπει μόνο να χρησιμοποιηθεί για να απολυμάνει τον ευαίσθητο εξοπλισμό θερμότητας. Όταν αγοράζοντας ή αντικαθιστώντας τον εξοπλισμό, είναι πάντα προτιμητέο να αποκτηθούν τα όργανα ή οι συσκευές που μπορούν να αποστειρωθούν χρησιμοποιώντας τον ατμό. Επιπλέον, οποιοσδήποτε εξοπλισμός που αποστειρώνεται συνήθως χρησιμοποιώντας το αέριο πρέπει να αξιολογηθεί για την καταλληλότητά του για να υποβληθεί στην αποστείρωση ατμού.

Όλοι οι απαραίτητοι όροι για την αποστείρωση, δηλ. θερμοκρασία, υγρασία, συγκέντρωση αερίου και διάρκεια της έκθεσης πρέπει να επιτευχθούν σε όλες τις εσωτερικές και εξωτερικές επιφάνειες του αντικειμένου που αποστειρώνεται. Οποτε η αποστείρωση αερίου θεωρείται ως εναλλακτική λύση της αποστείρωσης ατμού, μια πλήρης αξιολόγηση των σχετικών κινδύνων συμπεριλαμβανομένων των τοξικολογικών κινδύνων για το προσωπικό και τους ασθενείς, και των οφελών όπως η παρατεταμένη χρήση - ζωής του εξοπλισμού, απαιτείται. Η επιλογή των διαδικασιών αποστείρωσης αερίου και η ταξινόμηση των αγαθών που υποβάλλονται στην αποστείρωση αερίου πρέπει να πραγματοποιηθούν κατόπιν διαβουλεύσεων με τον επιδημιολόγο νοσοκομείων. Η περιφερειακή συγκέντρωση της αποστείρωσης αερίου είναι ενδεδειγμένη

#### **Γλουταλδεΐδη**

Η γλουταραλδεΐδη είναι συνήθως διαθέσιμη σε υδατικό διάλυμα 2%, το οποίο χρειάζεται να ενεργοποιηθεί πριν από τη χρήση του. Η ενεργοποίηση περιλαμβάνει προσθήκη σκόνης ή υγρού ρυθμιστικού διαλύματος που προσφέρεται μαζί, αυτό κάνει το διάλυμα αλκαλικό.

Ολική εμβάπτιση στο ενεργοποιημένο διάλυμα καταστρέφει τις βλαστικές μορφές των βακτηριδίων, τους μύκητες και τους ιούς, γενικά, σε 30 λεπτά. Για την καταστροφή των σπόρων απαιτείται εμβάπτιση 10 ωρών (αποστείρωση).

Μετά την εμβάπτιση, όλα τα εργαλεία πρέπει να πλένονται προσεκτικά με απεσταγμένο νερό, ώστε να απομακρυνθούν όλα τα υπολείμματα της γλουταραλδεΐδης. Μετά την εμβάπτιση και το πλύσιμο, τα εργαλεία πρέπει να μεταχειρίζονται με

αποστειρωμένες λαβίδες και γάντια και να στεγνώνονται μόνο με αποστειρωμένες πετσέτες, για να προλαμβάνεται η επαναμόλυνσή τους.

Τα ενεργοποιημένα διαλύματα πρέπει να μη φυλάσσονται περισσότερο από δύο εβδομάδες, αν και μερικά εμπορικά διαλύματα μπορεί να διατηρούνται σταθερά για μακρύτερο διάστημα. Το διάλυμα πρέπει να πετιέται, όταν θολώνει.

Πρόσφατα, έχουν παραχθεί σταθερά διαλύματα γλουταραλδεϋδης που δεν απαιτούν ενεργοποίηση. Τα δεδομένα, όμως, που υπάρχουν από τη χρήση τους, είναι ανεπαρκή, ώστε να συστηθούν σήμερα.

Τα διαλύματα γλουταραλδεϋδης είναι δαπανηρά. Παράγουν τοξικό ερεθιστικό ατμό, που πρέπει να αποφεύγεται από αυτούς που το χρησιμοποιούν. Επαφή του υγρού με το δέρμα πρέπει, επίσης να αποφεύγεται.

#### **Αντισηπτική Επεξεργασία – Διήθηση**

Η μέθοδος αυτής της αποστείρωσης διαφέρει από τις άλλες, γιατί ενώ όλοι οι τρόποι αποστείρωσης φονεύουν τα μικρόβια, ή αναστέλλουν τον πολλαπλασιασμό τους, η διήθηση τα κατακρατεί.

Χρησιμοποιείται για την αποστείρωση υγρών, τα οποία αλλοιώνονται στην ελάχιστη θέρμανση. Έτσι πολλά εμβόλια, θεραπευτικοί οροί, θρεπτικά υλικά, που χρησιμοποιούνται στην καλλιέργεια μικροβίων, και πολλά φάρμακα που καταστρέφονται από τη θέρμανση ή τα αντισηπτικά, αποστειρώνονται με τη μέθοδο αυτή. Επίσης μπορεί να αποστειρωθεί και το πόσιμο νερό.

Για να πετύχουμε τη διήθηση, αναγκάζουμε τα υγρά να διέλθουν μέσα από ηθμούς μικροβιοκρατών. Οι ηθμοί αυτοί είναι κατασκευασμένοι από πορσελάνη, αμίαντο, πυριτική γη, κυτταρίνη κλπ.

Έχουν πόρους οι οποίοι είναι μικρότατοι και έτσι συγκρατούν τα μικρόβια. Οι ηθμοί της διηθήσεως πρέπει πριν από τη χρήση τους να ελέγχονται μήπως έχουν μικρές ρωγμές, γιατί τότε είναι άχρηστοι. Επίσης πρέπει να καθαρίζονται πριν από τη χρήση τους με ζεστό νερό και σκόνη χλωριούχου ασβεστίου 1- 2% και να αποστειρώνονται σε ατμοκλίβανο επί 20 λεπτά στους 121<sup>0</sup> C, αφού πρώτα τοποθετηθούν μέσα σε γυάλινους κυλίνδρους. Η διήθηση γίνεται είτε με πίεση, είτε με δημιουργία κενού με απορρόφηση. Η διήθηση με πίεση επειδή είναι πολύπλοκη, χρησιμοποιείται μόνο για τα γλοιώδη υγρά, ενώ η διήθηση με αναρρόφηση, σαν πιο απλή, είναι αυτή που κυρίως χρησιμοποιείται. Για τη διήθηση, εκτός από τους ηθμούς, απαιτείται ειδική φιάλη, η οποία αποστειρώνεται σε αυτόκαυστο, στους 120<sup>0</sup> C και αεραντλία.

Πολλά υγρά φαρμακευτικά και βιολογικά προϊόντα δεν μπορούν να αντισταθούν σε οποιαδήποτε μορφή θερμικής αποστείρωσης και έτσι τα περισσότερα από αυτά στέλνονται για διήθηση ώστε να αποστειρωθούν και τοποθετούνται έπειτα στα ήδη προαποστειρωμένα εμπορευματοκιβώτια και σε ένα περιβάλλον αποστειρωμένων δωματίων. Όπως αναφέρεται παραπάνω, μερικά θερμοασταθή υγρά προϊόντα έχουν καταδειχθεί για να είναι συμβατά με την αποστείρωση ακτινοβολίας. Η αποστείρωση με διήθηση περιλαμβάνει τη διάβαση της λύσης μέσω ενός αποστειρωμένου μικροβιολογικού φίλτρου 0,1 έως 0,22 χιλ. και τη σύλληψη του διηθήματος σε ένα προαποστειρωμένο μαζικό εμπορευματοκιβώτιο. Το υγρό από το μαζικά εμπορευματοκιβώτια πρέπει έπειτα να διανέμεται για αντισηπτική προστασία στα προαποστειρωμένα εμπορευματοκιβώτια όπως τα μπουκάλια, τα φιαλίδια ή τις σύριγγες. Σε μερικές περιπτώσεις, το υλικό το γεμίζουν με αποστειρωμένη ξηρά σκόνη ή πρέπει να

λυοφιλοποιηθεί προτού να πάει το εμπορευματοκιβώτιο, για να βεβαιωθεί η σταθερότητα ζωής του προϊόντος στο ράφι.

### **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ:**

Όπως υποδεικνύεται προς το παρόν, ο υγρός ατμός, ο θερμός ατμός και τα μη υγροποιημένα αέρια, οι ακτινοβολίες, όλα έχουν τη δυνατότητα να έχουν επιπτώσεις στον κύκλο αποστείρωσης και επομένως στη στείρωση των πορωδών φορτίων. Ο βαθμός στον οποίο η διαδικασία θα επηρεαστεί θα εξαρτηθεί από την έκταση του προβλήματος και τον τύπο του φορτίου. Η ορθή πρακτική δείχνει ότι πρέπει να γνωρίζουμε τον όρο του ατμού που χρησιμοποιείται για την αποστείρωση του εξοπλισμού ή των πορωδών φορτίων. Η περιοδική δοκιμή της ποιότητας του ατμού απαιτείται για να ανιχνεύσει οποιαδήποτε παροδικά ή εποχιακά προβλήματα που μπορούν να υπάρξουν. Τα κατάλληλα σχεδιασμένα, κατασκευασμένα και διατηρημένα συστήματα διανομής ατμού είναι κρίσιμα για να ικανοποιήσουν την απαίτηση για την κατάλληλη αποστείρωση.

## **6.3 ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗ**

Στις παρακάτω παραγράφους θα αναφερθούμε σε μερικούς από τους πιο σημαντικούς κινδύνους για την ασφάλεια των εργαζομένων κατά την διάρκεια αποστείρωσης, καθώς επίσης θα αναφέρουμε πιθανές λύσεις αντιμετώπισης.

### **6.3.1 ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΕΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ**

#### Πιθανός κίνδυνος:

Έκθεση υπαλλήλων στις επικίνδυνες χημικές ουσίες, όπως τα φυτοφάρμακα, τα απολυμαντικά, και τα επικίνδυνα φάρμακα στον εργασιακό χώρο (Σχ.6.2). Τα πρότυπα επικοινωνίας κινδύνου είναι βασισμένα στην σκέψη ότι: Οι υπάλληλοι έχουν και την ανάγκη και το δικαίωμα να ξέρουν τους κινδύνους και τις ταυτότητες των χημικών ουσιών που εκτίθενται κατά την εργασία, και ποια προστατευτικά μέτρα είναι διαθέσιμα ή απαιτούνται για να αποτρέψουν τα δυσμενή αποτελέσματα του συμβάντος.



**Σχήμα 6.2 Επικίνδυνες Χημικές Ουσίες.**

#### Πιθανές λύσεις:

Εκτελέστε ένα γραπτό πρόγραμμα που καλύπτει τις απαιτήσεις Πρότυπα επικοινωνίας κινδύνου (ΠΕΚ) που θα παρέχει την κατάρτιση των εργαζομένων, τις ετικέτες προειδοποίησης, και την πρόσβαση στα φύλλα δεδομένων ασφαλείας υλικών (MSDS).

Τα πρότυπα επικοινωνίας κινδύνου εξασφαλίζουν την συνειδητοποίηση των υπαλλήλων στις επικίνδυνες χημικές ουσίες που εκτίθενται στον εργασιακό χώρο.

- Οι παράγοντες με οποιαδήποτε από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά θεωρούνται επικίνδυνοι: καρκινογόνες ουσίες, καυστικές ουσίες, τοξική ουσία ή ιδιαίτερα υψηλής τοξικότητας, ερεθιστικά, ευαισθητοποιημένες ουσίες, ή στόχοι οργάνων ζωτικής σημασίας.

**Παρέχετε το κατάλληλο ΠΠΕ:** (π.χ., γάντια, προστατευτικά δίοπτρα, ποδιές παφλασμών) όταν διαχειριζόμενες επικίνδυνες απορρυπαντικά και χημικές ουσίες πλυσίματος των πιάτων.

**Ιατρικές υπηρεσίες και πρώτες βοήθειες:** Όπου τα μάτια ή το σώμα οποιουδήποτε ανθρώπου μπορούν να εκτεθούν στα επιβλαβή διαβρωτικά υλικά, παρέχονται κατάλληλες εγκαταστάσεις για το γρήγορο βρέξιμο ή το ξέπλυμα των ματιών και του σώματος μέσα στην περιοχή εργασίας στην περίπτωση έκτακτης ανάγκης.

### 6.3.2 ΠΙΕΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Η έκθεση στην υπερβολική θερμότητα μπορεί να οδηγήσει στην **εξαγωγή θερμότητας** και το κτύπημα θερμότητας. Στις υψηλές θερμοκρασίες, στο σώμα κυκλοφορούν μεγάλα ποσά αίματος στο δέρμα σε μια προσπάθεια να αποβληθεί η θερμότητα μέσω του ιδρώτα. Κατά συνέπεια, λιγότερο αίμα κυκλοφορεί στα ζωτικής σημασίας όργανα του σώματος συμπεριλαμβανομένου και του εγκεφάλου. Η εξαγωγή θερμότητας μπορεί να οδηγήσει στον ίλιγγο, τη θολωμένη όραση, τη ναυτία, και την ενδεχόμενη κατάρρευση. Εάν δεν θεραπευτεί αμέσως, με την μείωση της θερμοκρασίας του σώματος, ένα πρόσωπο που πάσχει από την εξαγωγή θερμότητας θα μπορούσε να υποστεί ζημία εγκεφάλου.

Ακόμα σοβαρότερος από την εξαγωγή θερμότητας είναι το **κτύπημα θερμότητας**. Κατά τη διάρκεια του κτυπήματος θερμότητας το σώμα σταματά τον ιδρώτα, καθιστώντας το αδύνατο να διαλύσει τη θερμότητα. Η θερμοκρασία του σώματος μπορεί να ανέλθει σε ένα επικίνδυνο υψηλό επίπεδο σε σύντομο χρονικό διάστημα και να προκαλέσει το θάνατο.

#### Πιθανός κίνδυνος:

Οι εργαζόμενοι μπορούν να εκτεθούν στην υπερβολική θερμότητα από την εργασία στις περιοχές αποστείρωσης. Η έκθεση στην υπερβολική θερμότητα μπορεί να οδηγήσει στην εξαγωγή θερμότητας, το κτύπημα θερμότητας, και τον πιθανό θάνατο.

#### Πιθανές λύσεις:

Η ορθή πρακτική εργασίας περιλαμβάνει τους εκπαιδευμένους υπαλλήλους και επόπτες για να ανιχνευθούν τα πρόωρα σημάδια της θερμότητα-σχετικής ασθένειας και να υπάρξουν οι διαθέσιμοι εργαζόμενοι πρώτων βοηθειών για να αναγνωρίσουν και να μεταχειριστούν αυτές τις ασθένειες.

- **Αναγνωρίστε τα πρώτα σημάδια της εξαγωγής θερμότητας,** (π.χ., ίλιγγος, ζαλάδα, αδυναμία, θολωμένη όραση, ναυτία) και λάβετε άμεσα μέτρα για να μειωθεί η θερμοκρασία του σώματος του υπαλλήλου για να αποτρέψετε την πρόοδο των συμπτωμάτων. Οι εργαζόμενοι που πάσχουν από την εξαγωγή θερμότητας πρέπει να απομακρυνθούν από το καυτό περιβάλλον και το αμέσως να ποιούν λίγο δροσερό νερό. Βάλτε νερό στην πλάτη τους και σηκώστε τα πόδια

τους. Εάν δεν αισθάνεται καλύτερα σε λίγα λεπτά απαιτήστε τη βοήθεια έκτακτης ανάγκης.

- **Αναγνωρίστε τα σημάδια του κτυπήματος θερμότητας** (που μπορούν να είναι μοιραία). Τα συμπτώματα είναι αυστηρός πονοκέφαλος, διανοητική σύγχυση, απώλεια συνείδησης, ταραγμένο πρόσωπο, και καυτό, ξηρό δέρμα, χωρίς ιδρώτα. Εάν κάποιος έχει τέτοια συμπτώματα, επιδιώξτε αμέσως την ιατρική προσοχή. Εάν ένας εργαζόμενος παρουσιάζει σημάδια του πιθανού κτυπήματος θερμότητας, η επαγγελματική ιατρική περίθαλψη πρέπει να ληφθεί αμέσως.
  - Ο εργαζόμενος πρέπει να τοποθετηθεί σε ένα δοχείο ψύξης, η καλά αερισμένη περιοχή και ο εξωτερικός ιματισμός πρέπει να αφαιρεθεί. Το δέρμα του εργαζόμενου πρέπει να είναι υγρό και η μετακίνηση αέρα γύρω από τον εργαζόμενο πρέπει να αυξηθεί για να βελτιώσει την εξάτμιση έως ότου αρχίσουν οι επαγγελματικές μέθοδοι και η τοποθέτηση του όρου. Τα ρευστά πρέπει να αντικατασταθούν το συντομότερο δυνατόν. Η ιατρική έκβαση ενός επεισοδίου του κτυπήματος θερμότητας εξαρτάται από τη φυσική ικανότητα του θύματος το συγχρονισμό και την αποτελεσματικότητα των πρώτων βοηθειών και της ιατρικής περίθαλψης.

Η ορθή πρακτική εργασίας ενθαρρύνει τους εργοδότες για να αξιολογήσουν τα εργοτάξια για τα πιθανά καυτά περιβάλλοντα εργασίας και να προσδιορίσουν και να εξετάσουν τους τρόπους για να μειωθούν οι κίνδυνοι θερμότητας σε αυτές τις περιοχές.

### **6.3.3 ΕΓΚΑΥΜΑΤΑ**

#### Πιθανός κίνδυνος:

Κατά την διάρκεια της αποστείρωσης είναι πιθανόν οι εργαζόμενοι να κινδυνεύσουν από εγκαύματα λόγω των ισχυρών ατμών που δημιουργούνται για την καλύτερη δυνατή αποστείρωση (βλέπε παράγραφο 6.2).

#### Πιθανές λύσεις:

Για να μην υπάρχει κίνδυνος τέτοιων περιστατικών οι εργαζόμενοι πρέπει να είναι εξοπλισμένοι με έναν προστατευτικό εξοπλισμό (φόρμες) ο οποίος θα τους προφυλάσσει από τέτοιου είδους εγκαύματα. Επίσης θα πρέπει ο χώρος αποστείρωσης να είναι εφοδιασμένος με φαρμακευτικά υλικά (όπως αλοιφές κ.τ.λ.) για την άμεση βοήθεια στην περίπτωση ατυχήματος.

### **6.3.4 ΠΑΘΟΓΟΝΑ BLOODBORNE**

Οι εργαζόμενοι στον χώρο αποστείρωσης κινδυνεύουν και από μολύνσεις λόγω της επαφής τους με εργαλεία τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί είτε στην Μ.Ε.Θ. είτε στα Χειρουργεία κ.α. Οι πιθανοί κίνδυνοι αλλά και οι λύσεις σε τέτοιες περιπτώσεις είναι οι ίδιες που αναφέρονται και στην παράγραφο 3.5.1.

## **7. ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ**

### **7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η τεχνική υπηρεσία είναι ένας τομέας του νοσοκομείου ο οποίος διαχειρίζεται όλες τις τεχνικές διαδικασίες που μπορούν να χρειαστούν εντός ενός νοσοκομείου. Πιο



συγκεκριμένα οι κυριότερες ομάδες εργαζομένων που ανήκουν στη τεχνική υπηρεσία είναι:

- ❖ Εργαζόμενοι στην Βιοϊατρική.
- ❖ Ηλεκτρολόγοι.
- ❖ Υδραυλικοί.
- ❖ Μηχανολόγοι / Μηχανικοί.
- ❖ Κλειδαράδες.
- ❖ Τεχνικοί ανελκυστήρων.
- ❖ Καθαρίστριες/ τές
- ❖ Κηπουροί κ.α.

Είναι λοιπόν λογικό ότι όλοι αυτοί οι εργαζόμενοι διατρέχουν διάφορους κινδύνους, όπως και κάθε άλλος εργαζόμενος του νοσοκομείου. Κινδύνους από ηλεκτροπληξίες, πυρκαγιές, μολύνσεις από χημικές ουσίες κ.α.

## **7.2 ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ**

Στις παρακάτω παραγράφους θα αναφερθούμε σε μερικούς από τους πιο σημαντικούς κινδύνους για την ασφάλεια των εργαζομένων της τεχνικής υπηρεσίας, καθώς επίσης θα αναφερθούμε και σε πιθανές λύσεις αντιμετώπισης των κινδύνων αυτών.

### **7.2.1 ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΕΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ**

#### Πιθανός κίνδυνος:

Έκθεση υπαλλήλων στις επικίνδυνες χημικές ουσίες από εργασίες καθαρισμού και συντήρησης. Συμπεριλαμβανομένης της έκθεσης στα χρώματα, σε κόλλες, φυτοφάρμακα, σε διαλύτες που χρησιμοποιούνται στη συντήρηση εργαστηρίων, σε αέρια αναισθητικών αποβλήτων και οξείδιο αιθυλενίου επισκευάζοντας τα συστήματα εξαερισμού ή εξάτμισης όπου χρησιμοποιούνται για να αφαιρέσουν αυτά τα αέρια.

- Τα πρότυπα επικοινωνίας κινδύνου είναι βασισμένα στην σκέψη ότι: Οι υπάλληλοι έχουν και την ανάγκη και το δικαίωμα να ξέρουν τους κινδύνους και τις ταυτότητες των χημικών ουσιών που εκτίθενται κατά την εργασία, και ποια προστατευτικά μέτρα είναι διαθέσιμα ή απαιτούνται για να αποτρέψουν τα δυσμενή αποτελέσματα του συμβάντος.

#### Πιθανές λύσεις:

Εκτελέστε ένα γραπτό πρόγραμμα που καλύπτει τις απαιτήσεις Πρότυπα επικοινωνίας κινδύνου (HCS) που θα παρέχει την κατάρτιση των εργαζομένων, τις ετικέτες προειδοποίησης, και την πρόσβαση στα φύλλα δεδομένων ασφάλειας υλικών (MSDS).

Τα πρότυπα επικοινωνίας κινδύνου εξασφαλίζουν την συνειδητοποίηση των υπαλλήλων στις επικίνδυνες χημικές ουσίες που εκτίθενται στον εργασιακό χώρο.

- Όλες οι επικίνδυνες χημικές ουσίες όπως εκείνοι που βρίσκονται σε μερικά σαπούνια, απολυμαντικά, φυτοφάρμακα, πρέπει να χαρακτηριστούν ως σαφώς επικίνδυνες.
- Παρέχετε τον προσωπικό προστατευτικό εξοπλισμό (π.χ., γάντια, προστατευτικές διόπτρες, ποδιές παφλασμών) ανάλογα με την περίπτωση

όταν χρησιμοποιούνται επικίνδυνα προϊόντα καθαρισμού και χημικές ουσίες.

### 7.2.2 ΠΥΡΑΣΦΑΛΕΙΑ

#### Πιθανός κίνδυνος:

Πιθανοί κίνδυνοι πυρκαγιάς για τους υπαλλήλους στην εφαρμοσμένη μηχανική. Ο κίνδυνος πυρκαγιάς μπορεί να συμβεί από πολλές διαφορετικές πηγές όπως:

- Παραγωγή θερμότητας του εξοπλισμού.
- Αποθήκευση των εύφλεκτων χημικών ουσιών.
- Ελαττωματική ηλεκτρική καλωδίωση.

#### Πιθανές λύσεις:

Σύμφωνα με το πρότυπο Osha οι απαιτήσεις πυρασφάλειας περιλαμβάνουν:

- Ασφαλή μέσα εξόδου από την πυρκαγιά και τις έκτακτες ανάγκες.
  - Οι εργοδότες πρέπει να συμμορφωθούν με τα πρότυπα osha για τα μέσα εξόδου που περιλαμβάνει:
    - ο Ένα ελάχιστο 2 εξόδων ή όσα μέσα εξόδου απαιτούνται.
    - ο Οι εξοδοί πρέπει να γίνονται σαφώς αντιληπτές (π.χ. φωτεινή πινακίδα ΕΞΟΔΟΣ).
    - ο Η πρόσβαση στις εξόδους πρέπει να παραμένει πάντα ανοιχτή (χωρίς εμπόδια).
  - Περιοχές κατασκευής ή λειτουργίας συντήρησης:
    - ο Οποιαδήποτε περιοχή κάτω από την κατασκευή ή κάτω από τη συντήρηση πρέπει:
      - Συνεχώς διατηρήστε τις υπάρχουσες εξόδους και οποιαδήποτε υπάρχουσα πυροπροστασία, ή άλλα μέτρα που παρέχουν την ισοδύναμη ασφάλεια.
      - Να μην καταληφθούν γενικά ή εν μέρει όλες οι εξοδοί που απαιτούνται μέχρι το μέρος να ολοκληρωθεί και να είναι έτοιμο για χρήση.
      - Έχετε την διαδρομή από τις εξόδους έως τον εξωτερικό χώρο συνεχώς ελεύθερο και καθαρό από εμπόδια.
- Μέθοδοι, συστατικά, και εξοπλισμός καλωδίωσης για γενική χρήση.
- "Οικοκυρική." Ο εργοδότης θα ελέγξει τις συσσωρεύσεις των εύφλεκτων και καυστικών αποβλήτων και υπολειμμάτων έτσι ώστε να μην χειροτερέψουν τα πράγματα σε περίπτωση πυρκαγιάς. Οι διαδικασίες οικοκυρικής θα περιληφθούν στο γραπτό σχέδιο πρόληψης πυρκαγιάς.
  - Ο εργοδότης θα πληροφορήσει τους υπαλλήλους για τον κίνδυνο πυρκαγιάς, τα υλικά και τις διαδικασίες στις οποίες εκτίθενται.
  - Ο εργοδότης θα αναθεωρήσει κάθε προϊστάμενο εκείνα τα μέρη του σχεδίου πρόληψης πυρκαγιάς που πρέπει να ξέρει για να προστατεύει τον υπάλληλο σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.
  - "Συντήρηση." Ο εργοδότης θα διατηρήσει τακτικά, σύμφωνα με τις καθιερωμένες διαδικασίες, τον εξοπλισμό και τα συστήματα που εγκαθίστανται στον εξοπλισμό παραγωγής θερμότητας για να αποτρέψει την τυχαία ανάφλεξη των καύσιμων υλικών. Οι διαδικασίες συντήρησης θα περιληφθούν στο γραπτό σχέδιο πρόληψης.

- **Εάν οι υπάλληλοι πρόκειται να αντιμετωπίσουν πυρκαγιές**, ο εργοδότης πρέπει να αποφασίσει εάν όλοι οι υπάλληλοι ή οι οριζόμενοι υπάλληλοι θα αντιμετωπίσουν τις πυρκαγιές, ή εάν θα εκπαιδευθεί και θα εξοπλιστεί μια πυροσβεστική ομάδα υπαλλήλων.
- **Εάν οι υπάλληλοι δεν πρόκειται να αντιμετωπίσουν τις πυρκαγιές**, (δηλ., ο εργοδότης στηρίζεται στην ασφαλή εκκένωση όλων των υπαλλήλων και των εξωτερικών υπηρεσιών, π.χ. τοπικοί σταθμοί πυρασφάλειας (Σχ.7.1) για να αντιμετωπίσουν τις πυρκαγιές).



**Σχήμα 7.1 Σταθμός πυρασφάλειας.**

- Οι εργοδότες πρέπει να παρέχουν ένα πρόγραμμα δράσης έκτακτης ανάγκης, και ένα σχέδιο πρόληψης πυρκαγιάς.

### **7.2.3 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ**

#### Πιθανός κίνδυνος:

Οι υπάλληλοι συντήρησης μπορούν να εκτεθούν σε πιθανούς ακρωτηριασμούς, και στραγγαλισμούς εκτελώντας τη συντήρηση μηχανών, εάν δεν χρησιμοποιούνται μηχανές που πληρούν τα μέτρα προστασίας.

#### Πιθανές λύσεις:

Σύμφωνα με το πρότυπο osha για τις μηχανές που πληρούν τα μέτρα, πρέπει να παρασχεθεί η προστασία μηχανών, για να προστατεύσει τους υπαλλήλους από κινδύνους:

- Η προστασία της μηχανή μπορεί να ολοκληρωθεί λόγω της θέσης του κινδύνου έτσι ώστε να είναι απρόσιτος στους υπάλληλους (δηλ. παροχή προστατευτικών εμποδίων σε επικίνδυνους εξοπλισμούς έτσι ώστε να αποτραπεί ο κίνδυνος στραγγαλισμού ή ακρωτηριασμού).
- Άλλες μέθοδοι προστασίας μηχανών:
  - Λειτουργία αμφιδέξιων συσκευών.
  - Ηλεκτρονικές συσκευές ασφάλειας.

### **7.2.4 LOCKOUT / TAGOUT**

#### Πιθανός κίνδυνος:

Τραυματισμοί υπαλλήλων που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της επισκευής ή της συντήρησης των μηχανών ή του εξοπλισμού από την απροσδόκητη απελευθέρωση επικίνδυνης ενέργειας.

### Πιθανές λύσεις:

Τα πρότυπα Osha για Lockout / Tagout προσδιορίζουν τις απαραίτητες διαδικασίες για να διακόψουν, να απομονώσουν, και κλειδώσουν έξω ή να τοποθετήσουν έξω τις μηχανές και τον εξοπλισμό για να αποτραπεί ο πιθανός τραυματισμός.

- Προτού να εκτελεσθεί η επισκευή ή η συντήρηση των μηχανών ή του εξοπλισμού, οι μηχανές ή ο εξοπλισμός πρέπει να κλεισθούν και να αποσυνδεθούν από την πηγή ενέργειας, και η συσκευή απομόνωσης ενέργεια πρέπει να κλειδωθεί έξω ή να κολληθεί (τοποθετηθεί) έξω κατάλληλα. Επιπλέον, οποιαδήποτε αποθηκευμένη ενέργεια πρέπει να ελευθερωθεί ή ειδάλλως να ελεγχθεί αποτελεσματικά.
- Τα καθήκοντα επισκευής ή συντήρησης των μηχανών που εκθέτουν τους εργαζομένους στην *απροσδόκητη απελευθέρωση της επικίνδυνης ενέργειας* καλύπτονται από τα πρότυπα αυτά.

### **7.2.5 ΕΚΘΕΣΗ ΑΜΙΑΝΤΟΥ**

Ο αμιάντος είναι ένα ευρέως χρησιμοποιημένο υλικό βασισμένο σε μέταλλο που είναι ανθεκτικό στη θερμότητα και τις διαβρωτικές χημικές ουσίες.

Χαρακτηριστικά, ο αμιάντος εμφανίζεται ασπριδερό, ινώδες υλικό που μπορεί να απελευθερώσει τις ίνες που κυμαίνονται σε σύσταση από τραχύ σε μεταξωτό. Εντούτοις, οι αερομεταφερόμενες ίνες, οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα υγείας, μπορούν να είναι πάρα πολύ μικρές για να φανούν με γυμνό μάτι.

Η εισπνοή αυτών των αερομεταφερόμενων ινών αμιάντων μπορεί να προκαλέσει την asbestosis (πνευμονοκοκκίαση αμιάντου: σημάδι των πνευμόνων με συνέπεια την απώλεια λειτουργίας των πνευμόνων που προχωρεί συχνά στην ανικανότητα και στο θάνατο) το μεσοθελίωμα (καρκίνος που έχει επιπτώσεις στην ευθυγράμμιση μεμβρανών των πνευμόνων και της κοιλίας) καρκίνος πνευμόνων και καρκίνοι του οισοφάγου, του στομαχιού, του εντέρου, και του ορθού εντέρου.

### Πιθανός κίνδυνος:

Οι εργαζόμενοι και οι μηχανικοί συντήρησης μπορούν να εκτεθούν ασυνείδητα στον αμιάντο από πολλές πιθανές περιοχές και πηγές. Οι μηχανικοί μπορούν να εκτεθούν καθώς εργάζονται στα δωμάτια των φούρνων όπου οι λέβητες είναι μονωμένοι με τον αμιάντο, ή κάνοντας επισκευές στην παλαιά διοχέτευση με σωλήνες ή κάνοντας δευτερεύουσες ανακαινίσεις. Οι σημαντικές εκθέσεις αμιάντου μπορούν να εμφανιστούν όταν αφαιρείται η μόνωση στα παλαιά κτήρια κατά τη διάρκεια των ανακαινίσεων. Η έκθεση αμιάντου συνδέεται συχνά με περιοχές ή στοιχεία που δεν αναμένεται να περιέχουν αμιάντο. Το προσωπικό συντήρησης μπορεί να είναι απληροφόρητο και ανεκπαιδευτο για να χειριστεί αυτούς τους κινδύνους.

- Ο αμιάντος βρίσκεται συνήθως στα παλαιά κτήρια, που χτίζονται στη δεκαετία του '40 και τη δεκαετία του '50, και μπορεί να βρεθεί σε πολλά στοιχεία όπως:
  - Μόνωση αγωγών HVAC
  - μόνωση λεβήτων
  - μόνωση σωλήνων
  - ψύκτες πύργων
  - κεραμίδια πατωμάτων /κεραμίδια οροφής
  - ηλεκτρική μόνωση καλωδίωσης
  - πίνακες τοίχου ή στο υλικό κατάλληλο για ενώσεις

### Πιθανές λύσεις:

- Ακολουθήστε τις απαιτήσεις των προτύπων για χρήση αμιάντου στην τη γενική βιομηχανία. Περιληπτικά:
  - Ακολουθήστε τα επιτρεπόμενα όρια έκθεσης (PELs) και περιλάβετε τα εφόδια (διατάξεις) για, τους ελέγχους εφαρμοσμένης μηχανικής, τις αναπνευστικές συσκευές, τον προστατευτικό ιματισμό, την παρακολούθηση έκθεσης, τις εγκαταστάσεις και τις πρακτικές υγιεινής, τα σημάδια προειδοποίησης, το μαρκάρισμα, την τήρηση αρχείων, και τους ιατρικούς διαγωνισμούς.
  - Η έκθεση εργασιακών χώρων περιορίζεται σε 0,1 ίνες ανά κυβικό εκατοστόμετρο του αέρα (0,1 f/cc), που υπολογίζεται κατά μέσο όρο πάνω από μια οκτάωρη βάρδια εργασίας. Η περιήγηση ή το βραχυπρόθεσμο όριο είναι μια ίνα ανά κυβικό εκατοστόμετρο του αέρα (1 f/cc) που υπολογίζεται κατά μέσο όρο πάνω από μία περίοδο δειγματοληψίας 30 λεπτών.
  - Όποτε εκτίθενται ίνες αμιάντου, παρουσιάζετε κίνδυνος και πρέπει να αφαιρεθούν ή να συμπυκνωθούν έτσι ώστε να μην απελευθερωθούν. Ο αμιάντος πρέπει να αφαιρεθεί μόνο από το πλήρως εκπαιδευμένο προσωπικό χρησιμοποιώντας τις μεθόδους και το προσωπικό προστατευτικό εξοπλισμό.
  - Τα τελευταία χρόνια σημειώθηκαν Σημαντικές αλλαγές στα πρότυπα αμιάντων για τη γενική βιομηχανία, συμπεριλαμβάνων:
    - Η άσφαλτος και το βινυλίου υλικό δαπέδων που εγκαθίστανται πριν από το 1980 πρέπει αντιμετωπίζεται ως αμιάντος.
    - Η εγκατεστημένη θερμική μόνωση συστημάτων, ο ψεκασμός και το ανακάτεμα στα υλικά επικάλυψης επιφάνειας, που βρίσκονται σε κτήρια που κατασκευάστηκαν το αργότερο έως το 1980 θεωρούνται υλικά αμιάντου (μεγαλύτερα από 1% αμιάντο).
    - Απαγορεύετε η στρώση δαπέδων με υλικά που περιέχουν αμιάντο.
    - Οι ιδιοκτήτες κτηρίων και εγκαταστάσεων πρέπει να καθορίσουν την παρουσία, τη θέση, και την ποσότητα υλικών που περιέχουν αμιάντο.
    - Οι ιδιοκτήτες κτηρίων και εγκαταστάσεων πρέπει να ενημερώσουν άλλους εργοδότες, και τους εργαζομένους τους που θα εκτελέσουν τις δραστηριότητες οικοκυρικής, για την παρουσία και τη θέση των υλικών αυτών.
    - Οι εργοδότες πρέπει να τοποθετήσουν προειδοποιητικά σημάδια στις εισόδους των δωματίων/ των περιοχών που περιέχουν υλικά με αμιάντο, όπου οι υπάλληλοι έχουν πρόσβαση.
    - Οι εργοδότες πρέπει να παρέχουν ένα εκπαιδευτικό μάθημα για τον αμιάντο, σε υπαλλήλους που εκτελούν δραστηριότητες οικοκυρικής σε περιοχές που περιέχονται υλικά με αμιάντο.

## **7.2.6 ΗΛΕΚΤΡΟΠΛΗΞΙΑ**

### Πιθανός κίνδυνος:

Έκθεση υπαλλήλων σε ηλεκτρικούς κινδύνους συμπεριλαμβανομένης της ηλεκτροπληξίας, των πυρκαγιών ηλεκτροπληξιών, και των εκρήξεων. Τα χαλασμένα ηλεκτρικά καλώδια μπορούν να οδηγήσουν σε πιθανούς κλονισμούς ή ηλεκτροπληξίες.

Ένα εύκαμπτο ηλεκτρικό καλώδιο μπορεί να φθαρεί από τις άκρες πορτών ή παραθύρων, από τις βάσεις και τα στερεώματα, ή απλά με τη γήρανση (φυσιολογική φθορά).

Πιθανή ηλεκτροπληξία και επαφή με τους ηλεκτρικούς κινδύνους από:

- Ελαττωματικός εξοπλισμός/ μηχανήματα συντήρησης.
- Χρησιμοποίηση χαλασμένων καλωδίων και συνδετήρων (Σχ.7.2).
- Αγείωτη ηλεκτρική υπηρεσία κοντά σε πηγές ύδατος.



**Σχήμα 7.2 Χαλασμένο καλώδιο.**

#### Πιθανές λύσεις:

Συμμορφωθείτε με τα πρότυπα osha. Τα πρότυπα αυτά είναι περιεκτικά και περιλαμβάνουν τα εξής τμήματα:

- ❖ Ο ηλεκτρικός εξοπλισμός θα είναι απαλλαγμένος από τους αναγνωρισμένους κινδύνους.
- ❖ Ο απαριθμημένος ή επονομαζόμενος εξοπλισμός θα χρησιμοποιηθεί ή θα εγκατασταθεί σύμφωνα με οποιεσδήποτε οδηγίες που περιλαμβάνονται στη λίστα.
- ❖ Ο ικανοποιητικός χώρος πρόσβασης και εργασίας θα παρασχεθεί και θα διατηρηθεί γύρω από όλο τον ηλεκτρικό εξοπλισμό για να επιτρέψει την έτοιμες ασφαλή λειτουργία και τη συντήρηση του εξοπλισμού.
- ❖ Εξασφαλίστε ότι όλες οι ηλεκτρικές συσκευές κοντά στις πηγές ύδατος είναι κατάλληλα γειωμένες.
- ❖ Αφαιρέστε από την συσκευή όλα τα χαλασμένα καλώδια και τον φορητό ηλεκτρικό εξοπλισμό.
- ❖ Επισκευάστε όλα τα χαλασμένα καλώδια και τον φορητό ηλεκτρικό εξοπλισμό πριν την τοποθέτηση τους πίσω στην συσκευή.
- ❖ Εξασφαλίστε ότι οι υπάλληλοι εκπαιδεύονται για να μην συνδέσουν ή να μην αποσυνδέσουν τον ενεργοποιημένο εξοπλισμό όταν τα χέρια τους είναι υγρά.
- ❖ Χρησιμοποιήστε τα μέτρα προστασίας για την προστασία προσωπικού και τον ηλεκτρικό προστατευτικό εξοπλισμό.
- ❖ Επιλέξτε και χρησιμοποιήστε τις κατάλληλες πρακτικές εργασίας.

Οι εργοδότες πρέπει να χρησιμοποιήσουν διακόπτες κυκλωμάτων γείωσης (GFCIs) στα 120Volt, μονοφασικό, και τα καλώδια των 15 και 20 Amper.

- ❖ Η φθορά λόγω χρήσης στον ηλεκτρικό εξοπλισμό ή τα εργαλεία μπορεί να οδηγήσει σε σπασίματα μόνωσης, βραχυκυκλώματα και εκτεθειμένα

καλώδια. Εάν δεν υπάρχει καμία προστασία χαλασμένης γείωσης, αυτά μπορούν να προκαλέσουν τον κίνδυνο να σταλθεί το ρεύμα μέσω του σώματος του εργαζομένου, με συνέπεια τα ηλεκτρικά εγκαύματα, τις εκρήξεις, την πυρκαγιά, ή το θάνατο.

- ❖ Ο διακόπτης κυκλωμάτων γείωσης (GFCIs), είναι ένας ταχείας δράσης διακόπτης με σκοπό να αποκλείσει την ηλεκτρική ενέργεια σε περίπτωση ελαττωματικής γείωσης και να αποτρέψει τον τραυματισμό στον εργαζόμενο.

### 7.2.7 ΔΙΑΡΡΟΗ ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΥ

#### Πιθανός κίνδυνος:

Έκθεση στον υδράργυρο από τα τυχαία χυσίματα που μπορούν να εμφανιστούν κατά τη διάρκεια της επισκευής των σπασμένων θερμομέτρων, των σφυγμομανομέτρων, των βαρόμετρων, και των μετρητών ή κατά τη διάρκεια της αποστείρωσης και της φυγοκέντρωσης των θερμομέτρων στις περιοχές συντήρησης. Ο υδράργυρος μπορεί επίσης να βρεθεί σε μερικά όργανα πίεσης (π.χ. βαρόμετρα και αισθητήρες στα δωμάτια μηχανών), καθώς επίσης στον ηλεκτρονικό εξοπλισμό, και σε μερικές παλαιότερες ιατρικές συσκευές. Όταν ο υδράργυρος εκτίθεται στον αέρα, όπως στην περίπτωση ενός χυσίματος, ατμοποιείτε αργά.

Εάν οι διαρροές δεν καθαρίζονται αμέσως, ο υδράργυρος μπορεί να συσσωρεύσει στις επιφάνειες και να ατμοποιηθεί και έπειτα να εισπνευστεί από τους απληροφόρητους εργαζομένους. Ο υδράργυρος μπορεί επίσης να απορροφηθεί μέσω του δέρματος.

#### Επιπτώσεις στην υγεία:

- **Οξεία έκθεση:** Η οξεία εισπνοή του ατμού υδραργύρου μπορεί να οδηγήσει σε δηλητηρίαση συμπεριλαμβανομένων, της ναυτίας, γενική δυσφορία, την πίεση στο στήθος, τους θωρακικούς πόνους, τη δύσπνοια, το βήχα, τη στοματίτιδα, την ουλίτιδα, και τη διάρροια. Η σύντομη έκθεση στα υψηλά επίπεδα υδραργύρου μπορεί να προκαλέσει μεγάλη αναπνευστική ενόχληση, χωνευτικές διαταραχές, και νεφρική ανεπάρκεια.
- **Χρόνια έκθεση:** Η χρόνια έκθεση στον υδράργυρο μπορεί να οδηγήσει στην αδυναμία, την κούραση, την ανορεξία, την απώλεια βάρους, και τη διαταραχή της γαστρεντερικής λειτουργίας.

#### Πιθανές λύσεις:

Το πρόγραμμα ασφάλειας και υγείας που προβλέπει την υπαγόρευση, την ασφάλεια, και τον καθαρισμό των διαρροών, εκπαιδεύει τους εργαζομένους για τις κατάλληλες διαδικασίες.

#### Η ορθή πρακτική εργασίας συστήνει:

- Αποτρέψτε το χύσιμο αρχικά με την αντικατάσταση των ξεπερασμένων θερμομέτρων γυαλιού, και των σφυγμομανομέτρων με ελεύθερες από υδράργυρο συσκευές
- Χρησιμοποιήστε το σετ εργαλείων (Σχ. 7.3) για περίπτωση χυσιμάτων υδραργύρου για να βοηθήσετε στον καθαρισμό μικρών χυσιμάτων των 25ml ή λιγότερα. Το σετ πρέπει να περιέχει τα γάντια, τα προστατευτικά γυαλιά, τα σφουγγάρια υδραργύρου, και μια τσάντα απορριμμάτων.



**Σχήμα 7.3 Σετ εργαλείων για χύσιμο υδραργύρου.**

- Τοποθετηθείτε στις περιοχές διαδικασιών απομόνωσης τις μολυσμένης περιοχής.
  - Ενημερωθείτε ότι ο υδράργυρος μπορεί ασυνείδητα να είναι φερμένος στο σπίτι, στον ιματισμό, στο δέρμα, ή στην τρίχα.
- Να είστε σε επιφυλακή για αυτό το υλικό, αναγνωρίζοντας ότι μπορεί να είναι παρόν σε διάφορα όργανα και στον εξοπλισμό.
- Χρησιμοποιήστε μια συσκευή ανάλυσης ατμού υδραργύρου (Σχ. 7.4) για να ελέγξετε ότι η περιοχή είναι ασφαλής.



**Σχήμα 7.4 Συσκευή ανάλυση ατμού υδραργύρου.**

- Σιγουρευτείτε ότι οι διαρροές καθαρίζονται αμέσως με ασφάλεια από τους εργαζομένους ή από μια ομάδα που εκπαιδεύεται για τις κατάλληλες διαδικασίες.
- Μην επιτρέψτε στους εργαζομένους που δεν εκπαιδεύονται στην κατάλληλη διαδικασία να καθαρίσουν διαρροές.
- Τα πρότυπα Osha απαιτούν:
  - Η έκθεση στον ατμό υδραργύρου δεν θα υπερβεί ανά οκτώ μέσο όριο  $1\text{mg}/10\text{ m}^3$  ( $0,1\text{ mg}/\text{m}^3$ ).
  - Οι εργοδότες πρέπει να επιλέξουν και να παρέχουν τον κατάλληλο προσωπικό προστατευτικό εξοπλισμό για τον καθαρισμό των διαρροών.
  - Είναι υποχρεωτικό ότι κανένας υπάλληλος δεν έχει την άδεια για να καταναλώσει τρόφιμα ή ποτά σε μια περιοχή που εκτίθεται στον υδράργυρο.
- Η αμερικανική διάσκεψη των βιομηχανικών υγιεινολόγων έθεσε τα οκτώ ωρών όρια έκθεσης εργασιακών χώρων τόσο χαμηλά όπως  $0,025\text{mg}/\text{m}^3$ .
- Ο οργανισμός NIOSH συστήνει:



- Καθαρίστε τις διαρροές αμέσως με την ειδική ηλεκτρική σκούπα υδραργύρου (Σχ. 7.5) και με ένα υδροδιαλυτό απολυμαντή υδραργύρου.



**Σχήμα 7.5 Ηλεκτρική σκούπα υδραργύρου.**

- Χρησιμοποιήστε ένα προστατευτικό εξοπλισμό απορριμμάτων, (π.χ., προστατευτικά γάντια και υποδήματα, ειδικές αναπνευστικές συσκευές ατμού υδραργύρου, και κουκούλες), για τον καθαρισμό του χυμένου υδραργύρου.
- Αποφύγετε την κάλυψη με τάπητα ή τις πορώδεις επιφάνειες στα πατώματα που θα καθιστούσαν τον καθαρισμό δύσκολο.
- Καθαρίστε όλες τις περιοχές χυσιμάτων έως ότου έχει ολοκληρωθεί ο επαρκής καθαρισμός.
- Ελέγξτε ιατρικά την αναπνευστική λειτουργία, το νευρικό σύστημα, τα νεφρά, και το δέρμα οποιουδήποτε εργαζομένου που μπορεί να εκτεθεί στον υδράργυρο

### **7.2.8 ΚΑΠΝΟΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ**

#### Πιθανός κίνδυνος:

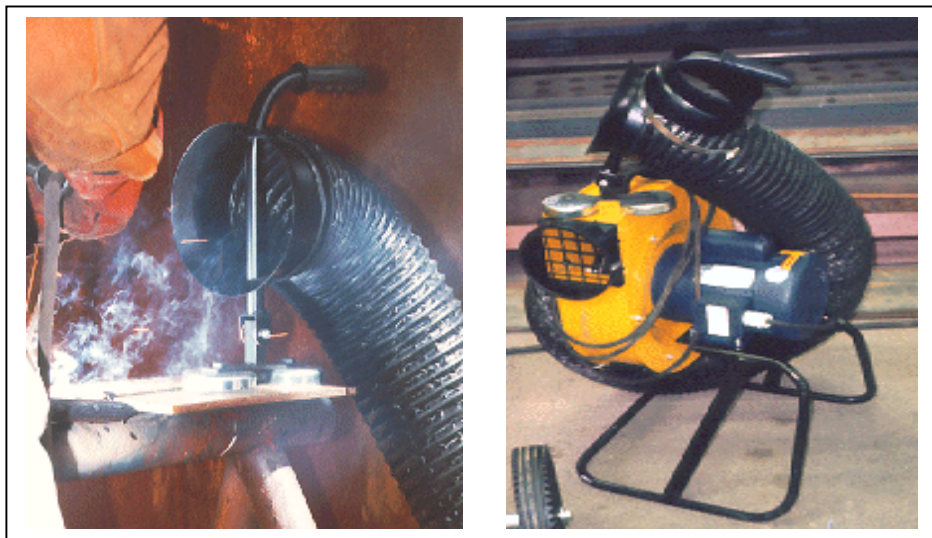
Έκθεση υπαλλήλων συντήρησης στους κινδύνους από τους καπνούς συγκόλλησης δεδομένου ότι επισκευάζουν μηχανήματα. Οι καπνοί συγκόλλησης περιέχουν μοριακή ουσία και αέρια και μπορούν να είναι ανησυχητικά για την υγεία των εργαζομένων ειδικά εάν η συγκόλληση πραγματοποιείται σε περιορισμένα διαστήματα, όπως για εγκαύματα στο δέρμα και στα μάτια.

Υπάρχουν πολυάριθμοι κίνδυνοι υγείας που συνδέονται με την έκθεση στους καπνούς, τα αέρια και την ακτινοβολία ιονισμού που διαμορφώνεται ή που απελευθερώνεται κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης και της κοπής, συμπεριλαμβανομένης της δηλητηρίασης βαριών μετάλλων, του καρκίνου των πνευμόνων, των εγκαυμάτων κ.τ.λ. Αυτοί οι κίνδυνοι ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο των υλικών συγκόλλησης και των επιφανειών συγκόλλησης.

#### Πιθανές λύσεις:

- Συμμορφωθείτε με τα γενικά πρότυπα βιομηχανίας osha για τη συγκόλληση, και την κοπή τα οποία συμπεριλαμβάνουν εκτός των άλλων τα παρακάτω:
  - Προστατευτικός εξοπλισμός ματιών.
  - Προστατευτικός μιατισμός.
  - Εργασία σε περιορισμένα διαστήματα.

- Η τοπική εξάτμιση ή τα γενικά συστήματα εξαερισμού θα παρασχεθούν και θα κανονιστούν για να κρατηθεί το ποσοστό των τοξικών καπνών, αερίων, ή σκονών κάτω από τη μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση.
- Ο καπνός συγκόλλησης per στους μολυσματικούς παράγοντες αέρα είναι  $5\text{mg}/\text{m}^3$  και ισχύει για τη συνολική συγκέντρωση καπνών που παράγεται κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης του σιδήρου, του ήπιου χάλυβα, ή του αργιλίου.
- Τα Κριτήρια για συνιστώμενα πρότυπα (1988) συγκόλλησης και θερμικής κοπής συστήνουν: Μειώστε τις εκθέσεις σε όλες τις εκπομπές συγκόλλησης στις χαμηλότερες εφικτές συγκεντρώσεις Χρησιμοποιήστε τους ελέγχους εφαρμοσμένης μηχανικής της κατάστασης προόδου, και τις πρακτικές εργασίας (π.χ., χρησιμοποιήστε τις τοπικές μονάδες εξαερισμού εξάτμισης (Σχ. 7.6) για να αφαιρέσετε τους καπνούς).



**Σχήμα 7.6 Τοπική μονάδα εξαερισμού εξάτμισης.**

- Αξιολόγηση της τεχνολογίας ελέγχου των διαδικασιών συγκόλλησης. Μια μελέτη τομέων που διεξάγεται στις συγκολλήσεις για να προσδιορίσει, να παρατηρήσει, και να αξιολογήσει τα μέτρα ελέγχου εφαρμοσμένης μηχανικής που μπορούν να μειώσουν το ποσό καπνού που ένας εργαζόμενος εκτίθεται κατά τη διάρκεια εργασίας.

## 8. ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ

### 8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μεγάλος αριθμός εργαζομένων απασχολείται σε Μικροβιολογικά εργαστήρια, τα οποία ποικίλουν σε ότι αφορά το μέγεθος και τις δραστηριότητες τους από τα μεγάλα ερευνητικά ή κλινικά και διαγνωστικά κέντρα μέχρι τα μικρά ιδιωτικά διαγνωστικά κέντρα. Οι εργαζόμενοι αυτοί εκτίθενται σε μία σειρά κινδύνων όπως είναι τα μολυσματικά υλικά και οι καλλιέργειες τους, η ακτινοβολία, οι τοξικές και εύφλεκτες χημικές ουσίες που χρησιμοποιούν, και οι μηχανική ή ηλεκτρολογικοί κίνδυνοι.

Αναμφίβολα όμως, ο κίνδυνος από τον χειρισμό των βιολογικών παραγόντων (μικροοργανισμών), που υπάρχουν στα μολυσματικά υλικά και τις καλλιέργειες τους, είναι ο πλέον σημαντικός. Νοσήματα, όπως η βρουκέλλωση, ο τυφοειδής πυρετός, η φυματίωση, η ηπατίτιδα, το AIDS κ.α. έχουν πολλές φορές αναφερθεί και καταγραφεί σε εργαζόμενους σε μικροβιολογικά εργαστήρια. Η εμφάνιση της επιδημίας του AIDS στις αρχές της δεκαετίας του 1980 και η αύξηση της συχνότητας νοσημάτων, όπως η φυματίωση και οι ηπατίτιδες Β και C ανανέωσαν το ενδιαφέρον σχετικά με την ασφάλεια της υγείας των εργαζομένων στα μικροβιολογικά εργαστήρια και την εφαρμογή προγραμμάτων ασφάλειας.

## 8.2 ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Διεθνείς οργανισμοί και επιτροπές αρμόδιες για την υγεία και την ασφάλεια στο χώρο εργασίας, όπως οι World Health Organization (WHO), Occupational Safety and Health Administration (OSHA), National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) κ.α. δίνουν κατευθυντήριες γραμμές και εκδίδουν κανονισμούς σχετικά με τον ασφαλή τρόπο συσκευασίας και αποστολής των μολυσματικών υλικών, την ασφαλή λειτουργία των εργαστηρίων, την πρόληψη της έκθεσης σε βιολογικούς παράγοντες και την ασφαλή διάθεση των απορριμμάτων. Πολλές από τις οδηγίες αυτές έχουν υιοθετηθεί και νομοθετηθεί από διάφορες χώρες.

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης εξέδωσαν αρχικά την οδηγία 90/679/ΕΟΚ για την προστασία των εργαζομένων από κινδύνους που διατρέχουν λόγω της έκθεσης τους σε βιολογικούς παράγοντες κατά την εργασία. Ακολούθησαν οι τροποποιήσεις 93/88/ΕΟΚ, 95/30 ΕΚ, 97/59ΕΚ, 97/65/ΕΚ. Τελευταία εκδόθηκε η οδηγία 2000/54/ΕΚ, η οποία περιλαμβάνει τις διατάξεις όλων των προηγούμενων. Μέχρι την προσαρμογή της ελληνικής νομοθεσίας περί υγιεινής και ασφάλειας των εργαζομένων στην οδηγία 2000/54/ΕΚ ισχύουν οι διατάξεις της οδηγίας 90/679/ΕΟΚ και οι τροποποιήσεις της, όπως ορίζονται από τα Π>Δ> 186/95, 174/97 και 15/99. στις προαναφερθείσες οδηγίες του Συμβουλίου έχουν θεσπιστεί ειδικά μέτρα για τα εργαστήρια στα οποία εκτελούνται εργασίες που προϋποθέτουν χειρισμό βιολογικών παραγόντων για ερευνητικούς, αναπτυξιακούς, εκπαιδευτικούς ή διαγνωστικούς σκοπούς, με σκοπό να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος της μόλυνσης.

## 8.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ ΣΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ

Η στρατηγική της ελαχιστοποίησης της έκθεσης των εργαζομένων στα εργαστήρια σε βιολογικούς παράγοντες βασίζεται στην έννοια του ‘‘περιορισμού ή συγκράτησης’’ των βιολογικών παραγόντων (βλέπε κεφάλαιο 9). Ο όρος συγκράτηση αφορά τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να γίνεται ο χειρισμός των βιολογικών παραγόντων στο εργαστήριο, έτσι ώστε να προληφθεί ή να ελεγχθεί η έκθεση των εργαζομένων όχι μόνο μέσα, αλλά και κοντά ή έξω από αυτό.

Ο *πρωτοβάθμιος περιορισμός* έχει ως στόχο την προστασία των εργαστηριακών και του άμεσου εργαστηριακού περιβάλλοντος (βλέπε παράγραφο 9.3). Πρόκειται για φυσικό περιορισμό των μολυσματικών παραγόντων που επιτυγχάνεται με την εφαρμογή καθορισμένων μικροβιολογικών μεθόδων και τεχνικών και την χρήση κατάλληλου

εξοπλισμού, όπως είναι οι θάλαμοι βιολογικής ασφάλειας και ο προσωπικός προστατευτικός εξοπλισμός.

Ο δευτεροβάθμιος περιορισμός έχει ως στόχο την προστασία όλων των εργαζομένων στο εργαστήριο καθώς και του εξωτερικού περιβάλλοντος και επιτυγχάνεται με επαρκείς κα κατάλληλες κτιριακές εγκαταστάσεις και την εφαρμογή σε αυτές συγκεκριμένων λειτουργικών διαδικασιών (ελεγχόμενη είσοδο, λειτουργία συστημάτων εξαερισμού).

Τα βασικά σημεία για την ανάπτυξη ενός ικανοποιητικού συστήματος προστασίας των εργαζομένων σε ένα μικροβιολογικό εργαστήριο είναι:

1. Η αξιολόγηση των κινδύνων.
2. Η εφαρμογή των μέτρων περιορισμού.
3. Η παρακολούθηση και ο έλεγχος της ασφάλειας των εργαζομένων.

### 8.3.1 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

Για κάθε δραστηριότητα που εκτελείται στο εργαστήριο και συνεπάγεται κίνδυνο έκθεσης σε βιολογικούς παράγοντες πρέπει να προσδιορίζεται η φύση, ο βαθμός και η διάρκεια της έκθεσης των εργαζομένων, ώστε να είναι δυνατόν να αξιολογούνται όλοι οι κίνδυνοι και να καθορίζονται τα κατάλληλα μέτρα περιορισμού.

Κριτήρια αξιολόγησης αποτελούν:

- Ο τύπος του εργαστηρίου που σχετίζεται με την ποσότητα του παράγοντα (π.χ. διαγνωστικό ή ερευνητικό εργαστήριο) και τις ιδιαιτερότητες των εκτελούμενων σε αυτό δραστηριοτήτων (π.χ. διαδικασίες κατά τις οποίες παράγονται αερολύματα).
- Η ευαισθησία των εργαζομένων στις λοιμώξεις (π.χ. προϋπάρχουσα ασθένεια κ.τ.λ.). Η αξιολόγηση που απαιτείται σε αυτές τις περιπτώσεις πρέπει να καλύπτει τον πρόσθετο κίνδυνο στον οποίο εκτίθενται οι εργαζόμενοι αυτοί.
- Ο βιολογικός παράγοντας, του οποίου η παθογένεια αποτελεί το σημαντικότερο κριτήριο.

Οι βιολογικοί παράγοντες κατατάσσονται σε τέσσερις ομάδες κινδύνου, ανάλογα με τον βαθμό κινδύνου μόλυνσης (Πίνακας 8.1).

ΟΜΑΔΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΤΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ	
Ομάδα 1	- απίθανη πρόκληση νόσου στον άνθρωπο
Ομάδα 2	- δυνατότητα πρόκλησης νόσου στον άνθρωπο με ενδεχόμενο κίνδυνο για τους εργαζόμενους - μικρή πιθανότητα εξάπλωσης στο κοινωνικό σύνολο - ύπαρξη αποτελεσματικής προληπτικής ή θεραπευτικής αγωγής
Ομάδα 3	- δυνατότητα πρόκλησης σοβαρής νόσου στον άνθρωπο με σοβαρό κίνδυνο για τους εργαζόμενους - δυνατότητα εξάπλωσης στο κοινωνικό σύνολο - ύπαρξη αποτελεσματικής προληπτικής ή θεραπευτικής αγωγής
Ομάδα 4	- πρόκληση σοβαρής νόσου στον άνθρωπο με σοβαρό κίνδυνο για τους εργαζόμενους

**Πίνακας 8.1 Ομάδες κινδύνου των βιολογικών παραγόντων.**

Για τις δραστηριότητες που συνεπάγονται έκθεση σε βιολογικούς παράγοντες διαφόρων ομάδων, η αξιολόγηση γίνεται με βάση το συνολικό κίνδυνο που παρουσιάζουν οι εμπλεκόμενοι βιολογικοί παράγοντες.

### **8.3.2 ΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΕΠΙΠΕΔΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ**

Μετά την αξιολόγηση καθορίζεται το επίπεδο περιορισμού (βλέπε παράγραφο 9.4 επίπεδα βιοασφάλειας) που απαιτείται για τους βιολογικούς παράγοντες ανάλογα με τον βαθμό κινδύνου. Οι δραστηριότητες που περιλαμβάνουν τον χειρισμό βιολογικών παραγόντων των ομάδων 2,3 ή 4 πρέπει να εκτελούνται μόνο σε ζώνες εργασίας που ανταποκρίνονται σε επίπεδο περιορισμού τουλάχιστον αντίστοιχο με την ομάδα κινδύνου των βιολογικών παραγόντων.

Η εφαρμογή των κατάλληλων μέτρων εξαρτάται από το επίπεδο περιορισμού του εργαστηρίου και περιλαμβάνει:

- Το σχεδιασμό εγκαταστάσεων και την επιλογή κατάλληλου εξοπλισμού.
- Την ανάπτυξη εργαστηριακών πρωτοκόλλων με μεθόδους και διαδικασίες ασφαλείας.
- Μέτρα συλλογικής και ατομικής προστασίας.
- Μέτρα υγιεινής συμβατά με την πρόληψη ή τον περιορισμό της, εξαιτίας ατυχήματος, απελευθέρωσης βιολογικού παράγοντα στο χώρο.
- Μέτρα για τον ασφαλή χειρισμό και την μεταφορά των βιολογικών παραγόντων στο χώρο εργασίας.
- Μέτρα για την ασφαλή συλλογή, αποθήκευση και αποκομιδή των απορριμμάτων συμπεριλαμβανομένης της χρήσης ασφαλών και αναγνωρίσιμων δοχείων.

Σημαντικό μέτρο περιορισμού αποτελεί η χρήση θαλάμου βιολογικής ασφάλειας κατά τους χειρισμούς μολυσματικών υλικών (βλέπε κεφάλαιο 10).

### **8.3.3 ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ**

Κάθε εργαστήριο οφείλει να διαθέτει εγχειρίδιο ασφάλειας, στο οποίο να περιλαμβάνονται οδηγίες σχετικά με τις λειτουργικές διαδικασίες, τις μεθόδους απολύμανσης και διάθεσης απορριμμάτων. Η διεύθυνση του εργαστηρίου οφείλει να διορίζει υπεύθυνο άτομο για την ασφάλεια, που θα επιβάλει την αυστηρή τήρηση των κανόνων ασφαλείας, θα εντοπίζει τους πιθανούς κινδύνους και θα εκπαιδεύει το προσωπικό. Κάθε ατύχημα ή περιστατικό που σχετίζεται με τον χειρισμό βιολογικού παράγοντα, πρέπει να αναφέρεται άμεσα στον υπεύθυνο ασφαλείας.

#### **Εκπαίδευση των Εργαζομένων:**

Η διεύθυνση του εργαστηρίου οφείλει να παρέχει στους εργαζομένους κατάλληλη και επαρκή εκπαίδευση, ιδίως με τη μορφή ενημέρωσης και γραπτών οδηγιών, σχετικά με τους ενδεχόμενους κινδύνους για την υγεία, τις προφυλάξεις που πρέπει να λαμβάνονται για την πρόληψη της έκθεσης, τις απαιτήσεις υγιεινής, τη χρήση του προστατευτικού εξοπλισμού και ιματισμού και τα μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισης ατυχημάτων. Η εκπαίδευση πρέπει να παρέχεται πριν την ανάληψη καθηκόντων στο εργαστήριο και να επαναλαμβάνεται περιοδικά, προσαρμοζόμενη κάθε φορά στην εξέλιξη των κινδύνων ή την εμφάνιση νέων.

#### **Επίβλεψη της υγείας των Εργαζομένων:**

Κάθε εργαζόμενος πριν την ανάληψη καθηκόντων στο εργαστήριο θα πρέπει να υφίσταται ιατρική εξέταση για τη διαπίστωση προηγούμενης έκθεσης σε μολυσματικούς

παράγοντες και τη εκτίμηση γενικά της κατάστασης της υγείας του. Η διεύθυνση του εργαστηρίου έχει την υποχρέωση να χρησιμοποιεί ιατρό εργασίας ή ιατρό ασφαλιστικού οργανισμού, έτσι ώστε κάθε εργαζόμενος στη συνέχεια και σε τακτά χρονικά διαστήματα να υπόκειται σε εξετάσεις.

Ειδικά προστατευτικά μέτρα λαμβάνονται για εργαζόμενους με αυξημένη ευαισθησία στις λοιμώξεις π.χ. προϋπάρχουσα νόσος, ανοσολογική ανεπάρκεια, εγκυμοσύνη κ.α.

Αποτελεσματικά εμβόλια πρέπει να διατίθενται στους εργαζόμενους που δεν έχουν ανοσοποιηθεί έναντι βιολογικών παραγόντων στους οποίους εκτίθενται ή ενδέχεται να εκτεθούν π.χ. σε αιματογενώς μεταδιδόμενους παράγοντες.

Η τήρηση καταλόγου των εργαζομένων που έχουν εκτεθεί σε βιολογικούς παράγοντες της ομάδας 3 ή 4, για χρονικό διάστημα τουλάχιστον δέκα ετών, αφότου οι εργαζόμενοι αποδεδειγμένα εκτέθηκαν στο βιολογικό παράγοντα, αποτελεί χρήσιμο μέτρο ελέγχου της ασφάλειας. Κάθε περίπτωση εκδήλωσης νοσήματος ή θανάτου εργαζομένου, μετά τη διαδικασία ολοκλήρωσης της διάγνωσης και εφόσον διαπιστώνεται ότι είναι αποτέλεσμα επαγγελματικής έκθεσης σε βιολογικούς παράγοντες, αναφέρεται άμεσα στον αρμόδιο φορέα.

## 8.4 ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Τα κράτη μέλη, σύμφωνα πάντα με την εθνική τους νομοθεσία και πρακτική, πρέπει να λαμβάνουν μέτρα για την εφαρμογή των διατάξεων των οδηγιών του συμβουλίου, για την προστασία των εργαζομένων από κινδύνους που διατρέχουν λόγω της έκθεσης τους σε βιολογικούς παράγοντες κατά την εργασία.

Η Ελληνική νομοθεσία έχει προσαρμοστεί προς τις διατάξεις των προαναφερθέντων οδηγιών. Ωστόσο, τα ειδικά μέτρα που έχουν θεσπιστεί για τα εργαστήρια με σκοπό την ελαχιστοποίηση του κινδύνου της μόλυνσης δεν εφαρμόζονται πάντα. Ορισμένα από τα εργαστήρια τηρούν τις διατάξεις των οδηγιών που αναφέρονται στην αξιολόγηση των κινδύνων και στα μέτρα και επίπεδα περιορισμού, δεν τηρούν όμως τις διατάξεις σχετικά με την παρακολούθηση και τον έλεγχο της ασφάλειας. Μπορεί νομοθετικά να έχει καλυφθεί το θέμα της ασφάλειας των εργαζομένων σε εργαστήρια, υστερεί όμως στην εφαρμογή των οδηγιών για λόγους οικονομικούς κυρίως και γραφειοκρατίας. Με την τήρηση καταλόγων εκτιθέμενων εργαζομένων, μπορεί να επιτευχθεί σαφέστερη γνώση των κινδύνων που παρουσιάζει η έκθεση σε βιολογικούς παράγοντες κατά την διάρκεια της εργασίας. Πόσα όμως εργαστήρια τηρούν και αναφέρουν τέτοιους καταλόγους; Μέρος της ευθύνης ανήκει και στους ίδιους τους εργαζόμενους, οι οποίοι θα πρέπει να διεκδικούν την τήρηση των οδηγιών, εφόσον πρόκειται για την δική τους ασφάλεια και υγεία.

## 9. ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Ο όρος "συγκράτηση" (ή αλλιώς περιορισμός) χρησιμοποιείται στην περιγραφή των ασφαλών μεθόδων για τα μολυσματικά υλικά στο εργαστηριακό περιβάλλον όπου αντιμετωπίζονται ή διατηρούνται. Ο σκοπός της συγκράτησης είναι να μειωθεί ή να εξαιρεθεί η έκθεση των εργαστηριακών εργαζομένων ή άλλων προσώπων και του εξωτερικού περιβάλλοντος στους ενδεχομένως επικίνδυνους παράγοντες.

Η αρχική συγκράτηση, η προστασία του προσωπικού και το άμεσο εργαστηριακό περιβάλλον από την έκθεση στους μολυσματικούς παράγοντες, παρέχονται και από την καλή μικροβιολογική τεχνική και από τη χρήση του κατάλληλου εξοπλισμού ασφάλειας. Η χρήση των εμβολίων μπορεί να παρέχει ένα αυξανόμενο επίπεδο προσωπικής προστασίας. Η δευτεροβάθμια συγκράτηση, η προστασία του περιβάλλοντος εξωτερικά στο εργαστήριο από την έκθεση στα μολυσματικά υλικά, παρέχεται από έναν συνδυασμό σχεδίου εγκατάστασης και λειτουργικών πρακτικών. Επομένως, τα τρία στοιχεία της συγκράτησης περιλαμβάνουν την εργαστηριακή πρακτική και την τεχνική, τον εξοπλισμό ασφάλειας, και το σχέδιο εγκατάστασης. Η αξιολόγηση του κινδύνου της εργασίας που γίνεται με έναν συγκεκριμένο παράγοντα θα καθορίσει τον κατάλληλο συνδυασμό αυτών των στοιχείων.

## 9.1 ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

Το σημαντικότερο στοιχείο της συγκράτησης είναι η αυστηρή εμμονή στις τυποποιημένες μικροβιολογικές πρακτικές και τις τεχνικές. Τα άτομα που δουλεύουν με τους μολυσματικούς παράγοντες ή τα ενδεχομένως μολυσμένα υλικά πρέπει να γνωρίζουν τους πιθανούς κινδύνους και πρέπει να είναι εκπαιδευμένοι καθώς και να έχουν βαθιά γνώση του αντικειμένου τους, στις πρακτικές και τις τεχνικές που απαιτούνται για να χειριστούν τέτοιο υλικό ακίνδυνα. Ο διευθυντής ή το πρόσωπο που είναι υπεύθυνος για το εργαστήριο είναι αρμόδιος για την παροχή ή τη διευθέτηση της κατάλληλης κατάρτισης του προσωπικού.

Κάθε εργαστήριο πρέπει να αναπτύξει ή να υιοθετήσει ένα εγχειρίδιο βιοασφάλειας ή λειτουργίας που προσδιορίζουν τους κινδύνους που θα ή ίσως να μπορούν να αντιμετωπιστούν και που διευκρινίζουν τις πρακτικές και τις διαδικασίες με σκοπό να ελαχιστοποιήσουν ή να εξαλείψουν τις εκθέσεις σε αυτούς τους κινδύνους. Το προσωπικό πρέπει να είναι συμβουλευμένο επί των ειδικών κινδύνων και θα πρέπει να απαιτηθεί να διαβάσει και να ακολουθήσει τις απαραίτητες πρακτικές και διαδικασίες. Ένας επιστήμονας που εκπαιδεύεται και είναι γνωστικός στις κατάλληλες εργαστηριακές τεχνικές, τις διαδικασίες ασφάλειας και τους κινδύνους που συνδέονται με το χειρισμό των μολυσματικών παραγόντων πρέπει να είναι αρμόδιος για την καθοδήγηση της εργασίας με οποιουσδήποτε μολυσματικούς παράγοντες ή υλικό. Αυτό το άτομο πρέπει να συσχεφτεί με επαγγελματίες βιοασφάλειας ή άλλων ειδών ασφάλειας και υγείας όσον αφορά την αξιολόγηση του κινδύνου.

Όταν οι τυποποιημένες εργαστηριακές πρακτικές δεν είναι επαρκείς για να ελέγξουν τους κινδύνους που συνδέονται με ένα ιδιαίτερο παράγοντα ή κάποια διαδικασία εργαστηρίου, πρόσθετα μέτρα μπορεί να χρειαστούν. Ο εργαστηριακός διευθυντής είναι αρμόδιος για την επιλογή πρόσθετων πρακτικών ασφάλειας, οι οποίες πρέπει να είναι σύμφωνα με τους κινδύνους που συνδέονται με κάποιον παράγοντα ή διαδικασία.

Το εργαστηριακό προσωπικό, οι πρακτικές ασφάλειας και οι τεχνικές πρέπει να συμπληρωθούν από τα κατάλληλα σχέδια εγκαταστάσεων και τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα εφαρμοσμένης μηχανικής, τον εξοπλισμό ασφάλειας, και τις διοικητικές πρακτικές.

## 9.2 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ (ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΟΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ)

Ο εξοπλισμός ασφάλειας περιλαμβάνει τους βιολογικούς θαλάμους ασφάλειας (Β.Θ.Α), τα εσώκλειστα εμπορευματοκιβώτια και άλλους ελέγχους εφαρμοσμένης μηχανικής με σκοπό να αφαιρέσουν ή να ελαχιστοποιήσουν τις εκθέσεις στα επικίνδυνα βιολογικά υλικά. Ο βιολογικός θάλαμος ασφάλειας (Β.Θ.Α) είναι η κύρια συσκευή που χρησιμοποιείται για να παρέχει τη συγκράτηση των μολυσματικών παφλασμών ή των αερολυμάτων που παράγονται από πολλές μικροβιολογικές διαδικασίες. Οι τρεις τύποι των βιολογικών θαλάμων ασφαλείας (Κατηγορία I, II, III) που χρησιμοποιούνται στα μικροβιολογικά εργαστήρια περιγράφεται και διευκρινίζεται στο παράρτημα Α. Ανοικτοί από μπροστά οι βιολογικοί θάλαμοι ασφαλείας της κατηγορίας I και II είναι τα αρχικά εμπόδια (περιορισμοί) που προσφέρουν σημαντικά επίπεδα προστασίας στο εργαστηριακό προσωπικό και στο περιβάλλον όταν χρησιμοποιούνται με καλές μικροβιολογικές τεχνικές. Ο βιολογικός θάλαμος ασφαλείας της κατηγορίας II παρέχει επίσης την προστασία από την εξωτερική μόλυνση των υλικών (π.χ., κυτταροκαλλιέργειες, μικροβιολογικά αποθέματα) που χειρίζονται μέσα στο θάλαμο. Ο κλειστός από αέρια βιολογικός θάλαμος ασφαλείας της κατηγορίας III παρέχει το πιο υψηλό εφικτό επίπεδο προστασίας στο προσωπικό και το περιβάλλον.

Ένα παράδειγμα ενός άλλου αρχικού εμποδίου είναι το καπάκι ασφάλειας του φυγοκεντρωτή, ένα εσώκλειστο εμπορευματοκιβώτιο σχεδιασμένο να αποτρέψει τα αερολύματα από την απελευθέρωση κατά τη διάρκεια της φυγοκέντρωσης. Για να ελαχιστοποιηθεί αυτός ο κίνδυνος, οι έλεγχοι συγκράτησης όπως οι Β.Θ.Α ή τα καπάκια φυγοκέντρωσης πρέπει να χρησιμοποιηθούν κατά το χειρισμό των μολυσματικών παραγόντων που μπορούν να διαβιβαστούν μέσω της διαδρομής του αερολύματος της έκθεσης.

Ο εξοπλισμός ασφάλειας μπορεί επίσης να περιλάβει αντικείμενα για την προσωπική προστασία, όπως τα γάντια, τα παλτά, τους μανδύες, τα καλύμματα παπουτσιών, τις μπότες, τις αναπνευστικές συσκευές, τις ασπίδες προσώπου, τα γυαλιά ασφαλείας, ή τα προστατευτικά κιάλια. Ο προσωπικός προστατευτικός εξοπλισμός χρησιμοποιείται συχνά σε συνδυασμό με τους βιολογικούς θαλάμους ασφαλείας και άλλες συσκευές που περιέχουν τους παράγοντες, τα ζώα, ή τα υλικά που χειρίζονται. Σε μερικές καταστάσεις στις οποίες είναι μη πρακτικό να εργαστεί κανείς στους βιολογικούς θαλάμους ασφαλείας, ο προσωπικός προστατευτικός εξοπλισμός μπορεί να διαμορφώσει το αρχικό εμπόδιο μεταξύ του προσωπικού και των μολυσματικών υλικών. Τα παραδείγματα περιλαμβάνουν ορισμένες ζωικές μελέτες, ζωική νεκροψία, δραστηριότητες παραγωγής παραγόντων και δραστηριότητες σχετικά με τη συντήρηση, την υπηρεσία, ή την υποστήριξη της εργαστηριακής εγκατάστασης.

## 9.3 ΣΧΕΔΙΟ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ)

Το σχέδιο και η κατασκευή της εγκατάστασης συμβάλλουν στην προστασία των εργαστηριακών εργαζομένων, παρέχουν ένα εμπόδιο για να προστατεύσουν τα πρόσωπα έξω από το εργαστήριο και προστατεύουν τα πρόσωπα ή τα ζώα στην κοινότητα από τους μολυσματικούς παράγοντες που μπορεί να απελευθερωθούν τυχαία από το εργαστήριο. Η διοίκηση του εργαστηρίου είναι αρμόδια για την παροχή των



εγκαταστάσεων ανάλογα με την εργαστηριακή λειτουργία και το συνιστώμενο επίπεδο βιοασφάλειας για τους παράγοντες που χειρίζονται.

Το συνιστώμενο δευτεροβάθμιο εμπόδιο (περιορισμός) θα εξαρτηθεί από τον κίνδυνο μετάδοσης των συγκεκριμένων παραγόντων. Παραδείγματος χάριν, οι κίνδυνοι έκθεσης για την περισσότερη εργαστηριακή εργασία στις εγκαταστάσεις των επιπέδων βιοασφάλειας 1 και 2 θα είναι η άμεση επαφή με τους παράγοντες ή απρόσεκτες εκθέσεις επαφών μέσω των μολυσμένων περιβαλλόντων εργασίας. Τα δευτεροβάθμια εμπόδια σε αυτά τα εργαστήρια μπορούν να περιλάβουν το διαχωρισμό της εργαστηριακής περιοχής εργασίας από τη δημόσια πρόσβαση, διαθεσιμότητα μιας εγκατάστασης απολύμανσης (π.χ., συσκευές αποστείρωσης) και των εγκαταστάσεων πλυσίματος των χεριών.

Όταν ο κίνδυνος μόλυνσης από την έκθεση σε ένα μολυσματικό αερόλυμα είναι παρών, τα πιο υψηλά επίπεδα αρχικής συγκράτησης και τα πολλαπλά δευτεροβάθμια εμπόδια μπορούν να γίνουν απαραίτητα για να αποτρέψουν τους μολυσματικούς παράγοντες από τη διαφυγή στο περιβάλλον. Τέτοια χαρακτηριστικά σχεδιασμού περιλαμβάνουν τα εξειδικευμένα συστήματα εξαερισμού για να εξασφαλίσουν την κατευθυντική ροή αέρα, τα συστήματα επεξεργασίας αέρα για να απολυμάνουν ή να απομακρύνουν τους παράγοντες από τον αέρα εξάτμισης, τις ζώνες ελεγχόμενης πρόσβασης, αερο-κλειδαριές ως εργαστηριακές εισόδους, ή τα χωριστά κτήρια ή τις ενότητες για να απομονώσουν το εργαστήριο. Οι μηχανικοί σχεδίου για τα εργαστήρια μπορούν να καταφύγουν στις συγκεκριμένες συστάσεις εξαερισμού όπως βρίσκονται στο εγχειρίδιο εφαρμογών για τη θέρμανση, τον εξαερισμό και τον κλιματισμό που δημοσιεύεται από την Αμερικανική Κοινωνία της Θέρμανσης, της Ψύξης και των Μηχανικών Κλιματισμού (ΑΚΘΨΜΚ).

## **9.4 ΕΠΙΠΕΔΑ ΒΙΟΑΣΦΑΛΕΙΑΣ**

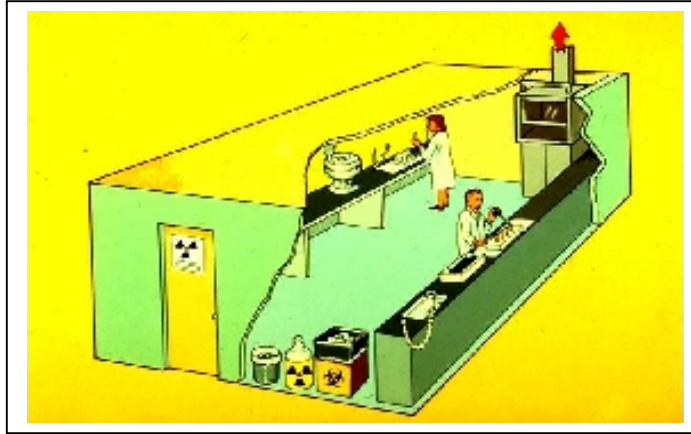
Σε αυτή την παράγραφο, περιγράφονται τέσσερα επίπεδα βιοασφάλειας, τα οποία αποτελούνται από τον συνδυασμό εργαστηριακών πρακτικών και τεχνικών, εξοπλισμού ασφάλειας και εργαστηριακών εγκαταστάσεων. Κάθε συνδυασμός είναι συγκεκριμένα κατάλληλος για τις διενεργηθείσες διαδικασίες, για τις τεκμηριωμένες ή πιθανές διαδρομές μετάδοσης των μολυσματικών παραγόντων και την δράση και λειτουργία των εργαστηρίων.

Τα επίπεδα βιοασφάλειας μας πληροφορούν για τις καταστάσεις εκείνες κάτω από τις οποίες ένας μολυσματικός παράγοντας μπορεί συνήθως να αντιμετωπιστεί ακίνδυνα. Ο διευθυντής του εργαστηρίου είναι συγκεκριμένα αρμόδιος για την αξιολόγηση των κινδύνων και την εφαρμογή των κατάλληλων επιπέδων βιοασφάλειας. Όταν είναι διαθέσιμες συγκεκριμένες πληροφορίες για την οξύτητα, τη παθογένεια, το εμβόλιο και τη διαθεσιμότητα θεραπείας, ή αλλάζουν σημαντικά άλλοι παράγοντες, μπορούν να διευκρινιστούν περισσότερες (ή λιγότερες) αυστηρές πρακτικές.

### **9.4.1 ΠΡΩΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΒΙΟΑΣΦΑΛΕΙΑΣ (BSL-1)**

Το πρώτο επίπεδο βιοασφάλειας είναι κατάλληλο για την εργασία που περιλαμβάνει τους καλά-χαρακτηρισμένους παράγοντες που δεν είναι γνωστοί στο ότι προκαλούν, ασθένειες στους υγιείς ενήλικους ανθρώπους, και είναι ελάχιστου πιθανού κινδύνου στο εργαστηριακό προσωπικό και το περιβάλλον. Το εργαστήριο δεν είναι απαραίτητως χωρισμένο από τα υπόλοιπα τμήματα του κτηρίου. Η εργασία διευθύνεται γενικά σε ανοιχτούς πάγκους χρησιμοποιώντας τις τυποποιημένες μικροβιολογικές

πρακτικές (Σχ. 9.1). Δεν απαιτείται, ειδικός εξοπλισμός συγκράτησης ή το σχέδιο εγκατάστασης αλλά και ούτε χρησιμοποιείται γενικά. Το εργαστηριακό προσωπικό έχει τη συγκεκριμένη κατάρτιση στις διαδικασίες που διευθύνονται στο εργαστήριο και εποπτεύεται από έναν επιστήμονα με τη γενική κατάρτιση στη μικροβιολογία ή μια σχετική επιστήμη.



**Σχήμα 9.1 Εγκατάσταση Εργαστηρίου (BSL-1)**

Πολλοί παράγοντες που δεν συνδέονται συνήθως με τις διαδικασίες ασθενειών στους ανθρώπους είναι, εντούτοις, καιροσκοπικά παθογόνα και μπορούν να προκαλέσουν μόλυνση στην νεολαία, στους ηλικιωμένους, και στα ανοσοκαταστολικά άτομα. Τα εμβόλια που έχουν υποβληθεί στις πολλαπλάσιες *in vivo* μεταβάσεις δεν πρέπει να θεωρηθούν ατοξικά απλά επειδή είναι εμβόλια.

Το πρώτο επίπεδο βιοασφάλειας αντιπροσωπεύει ένα βασικό επίπεδο συγκράτησης που στηρίζεται στις τυποποιημένες μικροβιολογικές πρακτικές χωρίς τα συγκεκριμένα αρχικά ή δευτεροβάθμια εμπόδια που συστήνονται, εκτός από έναν νεροχύτη για πλύσιμο των χεριών.

#### **9.4.2 ΔΕΥΤΕΡΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΒΙΟΑΣΦΑΛΕΙΑΣ (BSL-2)**

Το δεύτερο επίπεδο βιοασφάλειας είναι παρόμοιο με το πρώτο επίπεδο βιοασφάλειας και είναι κατάλληλο για την εργασία που περιλαμβάνει τους παράγοντες του μέτριου πιθανού κινδύνου στο προσωπικό και το περιβάλλον. Διαφέρει από το 1<sup>ο</sup> επίπεδο σε:

Το εργαστηριακό προσωπικό έχει τη συγκεκριμένη κατάρτιση στο χειρισμό των παθογόνων παραγόντων και κατευθύνεται από ικανούς επιστήμονες.

Η πρόσβαση στο εργαστήριο είναι περιορισμένη όταν διευθύνεται η εργασία.

Οι ακραίες προφυλάξεις λαμβάνονται με τα μολυσμένα αιχμηρά στοιχεία.

Ορισμένες διαδικασίες στις οποίες τα μολυσματικά αερολύματα ή οι παφλασμοί που μπορούν να δημιουργηθούν, διευθύνονται στους βιολογικούς θαλάμους ασφάλειας ή άλλο φυσικό εξοπλισμό συγκράτησης.

Το δεύτερο επίπεδο βιοασφάλειας, ο εξοπλισμός, και η σχεδίαση κατασκευής και εγκατάστασης ισχύει στα κλινικά, διαγνωστικά, εκπαιδευτικά, και άλλα εργαστήρια στα οποία η εργασία γίνεται με ευρύ φάσμα των γηγενών παραγόντων μέτριου-κινδύνου που παρουσιάζονται στην κοινότητα και συνδέονται με την ανθρώπινη ασθένεια της ποικίλης δριμύτητας (Σχ. 9.2).



**Σχήμα 9.2 Εγκατάσταση Εργαστηρίου (BSL-2)**

Με τις καλές μικροβιολογικές τεχνικές, αυτοί οι παράγοντες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακίνδυνα στις δραστηριότητες που διευθύνονται στον ανοικτό πάγκο, υπό τον όρο ότι η δυνατότητα για την παραγωγή των παφλασμών ή των αερολυμάτων είναι χαμηλή. Ο ιός ηπατίτιδας β, οι HIV, οι σαλμονέλες, και το τοξόπλασμα SSP είναι αντιπροσωπευτικοί των μικροοργανισμών που ορίζονται σε αυτό το επίπεδο συγκράτησης. Το δεύτερο επίπεδο βιοασφάλειας είναι κατάλληλο όταν γίνεται η εργασία με οποιοδήποτε παραγωγές ανθρώπινου αίματος, ρευστά σώματα, ιστούς, ή αρχικές ανθρώπινες γραμμές κυττάρων όπου η παρουσία ενός μολυσματικού παράγοντα μπορεί να είναι άγνωστη.

Οι αρχικοί κίνδυνοι στο προσωπικό που εργάζεται με αυτούς τους παράγοντες αφορούν τις τυχαίες διαδερματικές ή βλεννώδεις εκθέσεις μεμβρανών, ή την κατάποση των μολυσματικών υλικών. Μεγαλύτερη προσοχή πρέπει να ληφθεί με τις μολυσμένες βελόνες ή τα αιχμηρά όργανα. Ακόμα κι αν οι οργανισμοί που χειρίζονται συνήθως στο δεύτερο επίπεδο βιοασφάλειας, δεν είναι γνωστοί στο ότι μεταφέρονται από τη διαδρομή αερολύματος, διαδικασίες με αερολύματα ή την υψηλή δυνατότητα παφλασμών που μπορούν να αυξήσουν τον κίνδυνο τέτοιας έκθεσης του προσωπικού, πρέπει να αντιμετωπισθούν με τον αρχικό εξοπλισμό συγκράτησης, ή τις συσκευές όπως ένας Β.Θ.Α. Πρέπει να χρησιμοποιηθούν και άλλα σημαντικά εμπόδια ανάλογα με την περίπτωση, όπως οι ασπίδες παφλασμών, η προστασία προσώπου, οι ποδιές, και τα γάντια.

Τα δευτεροβάθμια εμπόδια όπως οι νεροχύτες και οι εγκαταστάσεις απολύμανσης αποβλήτων πρέπει να είναι διαθέσιμα για να μειώσουν την πιθανή περιβαλλοντική μόλυνση.

#### **9.4.3 ΤΡΙΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΒΙΟΑΣΦΑΛΕΙΑΣ (BSL-3)**

Το τρίτο επίπεδο βιοασφάλειας, ισχύει σε κλινικές, διαγνωστικές, εκπαιδευτικές έρευνες, ή στις εγκαταστάσεις παραγωγής στις οποίες η εργασία γίνεται με τους γηγενείς ή εξωτικούς παράγοντες με δυνατότητα αναπνευστικής μετάδοσης, και που μπορούν να προκαλέσουν τη σοβαρή και ενδεχομένως θανατηφόρα μόλυνση. Το εργαστηριακό προσωπικό έχει τη συγκεκριμένη κατάρτιση στο χειρισμό των παθογόνων και ενδεχομένως θανατηφόρων παραγόντων, και εποπτεύεται από ικανούς επιστήμονες που είναι πεπειραμένοι στη συνεργασία με αυτούς τους παράγοντες.

Όλες οι διαδικασίες που περιλαμβάνουν το χειρισμό των μολυσματικών υλικών διευθύνονται μέσα σε Β.Θ.Α. ή άλλες φυσικές συσκευές συγκράτησης, ή από το προσωπικό που φορά τον κατάλληλο προστατευτικό εξοπλισμό. Το εργαστήριο έχει τα ειδικά χαρακτηριστικά εφαρμοσμένης μηχανικής και σχεδιασμού (Σχ. 9.3).



**Σχήμα 9.3 Εγκατάσταση Εργαστηρίου (BSL-3)**

Αναγνωρίζεται, εντούτοις, ότι μερικές υπάρχουσες εγκαταστάσεις δεν μπορούν να συστήσουν όλα τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα δυνατότητας για το 3<sup>ο</sup> επίπεδο βιοασφάλειας (δηλ., ζώνη πρόσβασης διπλής πόρτας και σφραγισμένες διεισδύσεις). Σε αυτήν την περίπτωση, ένα αποδεκτό επίπεδο ασφάλειας για τη συμπεριφορά των στερεότυπων διαδικασιών, (π.χ., διαγνωστικές διαδικασίες που περιλαμβάνουν τη διάδοση ενός παράγοντα για τον προσδιορισμό, τη δακτυλογράφηση, τη δοκιμή ευαισθησίας, κ.λπ.), μπορεί να επιτευχθεί σε μια εγκατάσταση του δεύτερου επιπέδου βιοασφάλειας, **υπό τον όρο ότι:**

- Ο αέρας εξάτμισης από το εργαστηριακό δωμάτιο εκκενώνεται υπαίθρια,
- Ο εξαερισμός στο εργαστήριο είναι ισορροπημένος για να παρέχει την κατευθυντική ροή αέρος στο δωμάτιο,
- Η πρόσβαση στο εργαστήριο είναι περιορισμένη όταν η εργασία είναι υπό εξέλιξη, και
- Οι συνιστώμενες τυποποιημένες μικροβιολογικές πρακτικές, οι ειδικές πρακτικές, και ο εξοπλισμός ασφάλειας για το 3<sup>ο</sup> επίπεδο βιοασφάλειας ακολουθούνται αυστηρά.

Η απόφαση να εφαρμοστεί αυτή η τροποποίηση του 3<sup>ου</sup> επιπέδου βιοασφάλειας πρέπει να ληφθεί μόνο από τον εργαστηριακό διευθυντή.

Η φυματίωση μυκητοβακτηρίων, ο ιός εγκεφαλίτιδας του ST Louis, είναι αντιπροσωπευτικά των μικροοργανισμών που ορίζονται σε αυτό το επίπεδο. Οι αρχικοί κίνδυνοι στο προσωπικό που εργάζεται με αυτούς τους παράγοντες αφορούν την κατάποση και την έκθεση στα μολυσματικά αερολύματα.

Στο τρίτο επίπεδο βιοασφάλειας, περισσότερη έμφαση δίνεται στα αρχικά και δευτεροβάθμια εμπόδια για την προστασία του προσωπικού στις παρακείμενες περιοχές, την κοινότητα, και το περιβάλλον από την έκθεση στα ενδεχομένως μολυσματικά αερολύματα. Παραδείγματος χάριν, όλοι οι εργαστηριακοί χειρισμοί πρέπει να εκτελεστούν σε ένα Β.Θ.Α ή άλλο εσώκλειστο εξοπλισμό, όπως μια αεροστεγής αίθουσα παραγωγής αερολύματος. Τα δευτεροβάθμια εμπόδια για αυτό το επίπεδο

περιλαμβάνουν την ελεγχόμενη πρόσβαση στις απαιτήσεις εργαστηρίων και εξαιρισμού που ελαχιστοποιούν την απελευθέρωση των μολυσματικών αερολυμάτων από το εργαστήριο.

#### **9.4.4 ΤΕΤΑΡΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΒΙΟΑΣΦΑΛΕΙΑΣ (BSL-4)**

Το τέταρτο επίπεδο βιοασφάλειας, απαιτείται για την εργασία με τους επικίνδυνους και εξωτικούς παράγοντες που θέτουν έναν υψηλό μεμονωμένο κίνδυνο μεταβιβάσεων μέσω των αερολυμάτων εργαστηριακών μολύνσεων και ασθενειών απειλητικές για τη ζωή του ανθρώπου για την οποία δεν υπάρχει κανένα διαθέσιμο εμβόλιο ή θεραπεία. Οι παράγοντες με μια στενή ή ίδια αντιγονική σχέση με τους παράγοντες του 4<sup>ου</sup> επιπέδου βιοασφάλειας, αντιμετωπίζονται σε αυτό το επίπεδο έως ότου λαμβάνονται τα ικανοποιητικά στοιχεία είτε για να επιβεβαιώσουν τη συνεχή εργασία σε αυτό το επίπεδο, ή για να εργαστούν με αυτούς σε χαμηλότερο επίπεδο. Τα μέλη του εργαστηριακού προσωπικού έχουν τη συγκεκριμένη και λεπτομερή κατάρτιση στο χειρισμό των εξαιρετικά επικίνδυνων μολυσματικών παραγόντων και καταλαβαίνουν τις αρχικές και δευτεροβάθμιες λειτουργίες συγκράτησης των τυποποιημένων και ειδικών πρακτικών, του εξοπλισμού συγκράτησης, και των χαρακτηριστικών εργαστηριακού σχεδίου. Εποπτεύονται από ικανούς εκπαιδευμένους επιστήμονες που είναι πεπειραμένοι στον χειρισμό αυτών των παραγόντων. Η πρόσβαση στο εργαστήριο ελέγχεται αυστηρά από τον διευθυντή του εργαστηρίου. Η εγκατάσταση είναι είτε σε ένα χωριστό κτήριο είτε σε μια ελεγχόμενη περιοχή μέσα σε ένα κτήριο, το οποίο είναι εντελώς απομονωμένο από όλα τα άλλα τμήματα του κτηρίου με εξειδικευμένες απαιτήσεις εξαιρισμού και συστήματα διαχείρισης των αποβλήτων για να αποτρέψει την απελευθέρωση των βιώσιμων παραγόντων στο περιβάλλον.

Μέσα στους τομείς εργασίας της εγκατάστασης, όλες οι δραστηριότητες είναι περιορισμένες στα Β.Θ.Α της κατηγορίας III, ή της κατηγορίας II που χρησιμοποιούνται με της μιας χρήσης στολές προσωπικού θετικής πίεσης που αερίζονται από ένα σύστημα ζωτικής υποστήριξης. Το εργαστήριο του τέταρτου επιπέδου βιοασφάλειας έχει τα ειδικά χαρακτηριστικά εφαρμοσμένης μηχανικής και σχεδιασμού για να αποτρέψει τους μικροοργανισμούς από τη διάδοση τους στο περιβάλλον.

Οι αρχικοί κίνδυνοι στο προσωπικό που απασχολείται με τους παράγοντες του τέταρτου επιπέδου βιοασφάλειας είναι η αναπνευστική έκθεση στα μολυσματικά αερολύματα, τη βλεννώδη μεμβράνη ή τη σπασμένη έκθεση του δέρματος στα μολυσματικά σταγονίδια, και τον αυτό-εμβολιασμό.

Ο διευθυντής του εργαστηρίου είναι συγκεκριμένα και πρώτιστα αρμόδιος για την ασφαλή λειτουργία του εργαστηρίου. Η γνώση και η κρίση του/ της είναι κρίσιμη στην αξιολόγηση των κινδύνων και την κατάλληλη εφαρμογή των συστάσεων. Το συνιστώμενο επίπεδο βιοασφάλειας αντιπροσωπεύει εκείνους τους όρους κάτω από τους οποίους ο παράγοντας μπορεί συνήθως να αντιμετωπιστεί ακίνδυνα. Τα ειδικά χαρακτηριστικά των χρησιμοποιούμενων παραγόντων, της κατάρτισης, της εμπειρίας του προσωπικού, και της φύσης ή της λειτουργίας του εργαστηρίου, μπορούν περαιτέρω να επηρεάσουν το διευθυντή στην εφαρμογή αυτών των συστάσεων.

### **9.5 ΚΛΙΝΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ**

Τα κλινικά εργαστήρια, ειδικά εκείνα στις εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης, λαμβάνουν τα κλινικά δείγματα με αιτήματα για ποικίλες διαγνωστικές και

κλινικές υπηρεσίες υποστήριξης. Τυπικά, η μολυσματική φύση του κλινικού υλικού είναι άγνωστη, και τα δείγματα υποβάλλονται συχνά σε μικροβιολογική εξέταση για πολλαπλάσιους παράγοντες (π.χ., τα πτύελα που υποβάλλονται για "τη ρουτίνα," όξινα-στερεά, και οι μυκητιακοί πολιτισμοί). Είναι ευθύνη του εργαστηριακού διευθυντή να καθιερώσει τις τυποποιημένες διαδικασίες στο εργαστήριο που αντιμετωπίζουν ρεαλιστικά το ζήτημα του μολυσματικού κινδύνου των κλινικών δειγμάτων.

Εκτός από στις εξαιρετικές περιπτώσεις (π.χ., πιθανός αιμορραγικός πυρετός), η αρχική επεξεργασία των κλινικών δειγμάτων και ο ορολογικός προσδιορισμός των απομονώσεων μπορούν να γίνουν ακίνδυνα στο 2<sup>ο</sup> επίπεδο βιοασφάλειας, το συνιστώμενο επίπεδο για την εργασία με τα παθογόνα Bloodborne όπως ο ιός ηπατίτιδας β και το HIV. Τα στοιχεία συγκράτησης που περιγράφονται στο 2<sup>ο</sup> επίπεδο βιοασφάλειας είναι σύμφωνα με την τυποποίηση osha, "επαγγελματική έκθεση στα παθογόνα Bloodborne" από τη Διοίκηση ασφάλειας και υγιεινής στην εργασία. Αυτό απαιτεί τη χρήση των συγκεκριμένων προφυλάξεων σε **όλα** τα κλινικά δείγματα του αίματος ή άλλου ενδεχομένου μολυσματικού υλικού (καθολικές ή τυποποιημένες προφυλάξεις). Επιπλέον, άλλες συστάσεις συγκεκριμένες για τα κλινικά εργαστήρια μπορούν να ληφθούν από την εθνική Επιτροπή για τα κλινικά εργαστηριακά πρότυπα.

Οι υποδείξεις του 2<sup>ου</sup> επιπέδου βιοασφάλειας και οι απαιτήσεις osha, εστιάζονται στην πρόληψη των διαδερματικών παθήσεων και στην έκθεση βλεννοδών μεμβρανών στο κλινικό υλικό. Αρχικά εμπόδια (προστατευτικά μέτρα) όπως οι βιολογικοί θάλαμοι ασφαλείας (κατηγορίας I ή II) πρέπει να χρησιμοποιηθούν κατά την εκτέλεση των διαδικασιών που μπορούν να προκαλέσουν τον παφλασμό, τον ψεκασμό, ή το πιτσίλισμα σταγονιδίων. Οι βιολογικοί θάλαμοι ασφαλείας πρέπει επίσης να χρησιμοποιηθούν για την αρχική επεξεργασία των κλινικών δειγμάτων όταν απαιτείται η φύση της δοκιμής ή άλλων πληροφοριών προκαλούν την πιθανή παρουσία ενός παράγοντα εύκολα διαβιβάσιμου από τα μολυσματικά αερολύματα (π.χ., *φυματίωση Μ.*), ή όταν η χρήση ενός Β.Θ.Α (κατηγορίας II) είναι υποδειγμένη για να προστατεύσει την ακεραιότητα του δείγματος.

Ο διαχωρισμός των κλινικών εργαστηριακών λειτουργιών και η περιορισμένη πρόσβαση σε τέτοιες περιοχές είναι ευθύνη του εργαστηριακού διευθυντή. Είναι επίσης ευθύνη του διευθυντή να καθιερώσει τις πρότυπες, γραπτές διαδικασίες που εξετάζουν τους πιθανούς κινδύνους και τις απαραίτητες προφυλάξεις και να εφαρμοστούν.

## 9.6 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΔΙΑΚΡΑΤΙΚΗ ΑΠΟΣΤΟΛΗ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

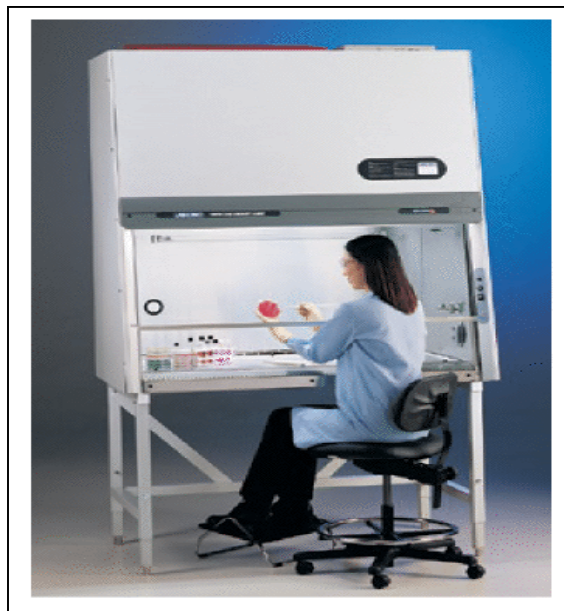
Η εισαγωγή των αιτιολογικών παραγόντων και των διανυσμάτων των ανθρώπινων ασθενειών υπόκειται στις απαιτήσεις των ξένων απομονωμένων κανονισμών υπηρεσιών δημόσιας υγείας. Οι συνοδευτικοί κανονισμοί της υπηρεσίας δημόσιας υγείας και του τμήματος μεταφοράς καθορίζουν τη συσκευασία, το μαρκάρισμα, και τις απαιτήσεις ναυτιλίας για τους αιτιολογικούς παράγοντες και τα διαγνωστικά δείγματα που στέλνονται στο διακρατικό εμπόριο.

Το αμερικάνικο τμήμα της γεωργίας ρυθμίζει την εισαγωγή και τη διακρατική αποστολή των ζωικών παθογόνων και απαγορεύει την εισαγωγή, την κατοχή, ή τη χρήση ορισμένων εξωτικών παραγόντων ζωικών ασθενειών που αποτελούν σοβαρή απειλή ασθενειών για το εσωτερικό ζωικό κεφάλαιο και τα πουλερικά.

## 10. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζει τις πληροφορίες για το σχέδιο, την επιλογή, τη λειτουργία και τη χρήση βιολογικού θαλάμου ασφαλείας (Β.Θ.Α), τα οποία είναι συσκευές που αναπτύχθηκαν έτσι ώστε το προσωπικό να εργαστεί ακίνδυνα με μολυσματικούς μικροοργανισμούς. Τα Β.Θ.Α είναι μόνο ένα μέρος ενός γενικού βιοϊασφαλικού προγράμματος που απαιτεί τη συνεπή χρήση των ορθών μικροβιολογικών πρακτικών.

Τα Β.Θ.Α (Σχ 10.1) έχουν ως σκοπό να παρέχουν την περιβαλλοντική προστασία προϊόντων και προσωπικού, όταν ακολουθούνται οι κατάλληλες πρακτικές και διαδικασίες..



**Σχήμα 10.1 Βιολογικός Θάλαμος Ασφαλείας (Β.Θ.Α)**

Τα μοριακά φίλτρα αέρα υψηλής αποδοτικότητας (HEPA) ή τα υπερβολικά χαμηλά φίλτρα αέρα διείσδυσης (ULPA) χρησιμοποιούνται στην εξάτμιση ή/και στα συστήματα ανεφοδιασμού των βιολογικών θαλάμων ασφαλείας. Αυτά τα φίλτρα και η χρήση τους στα Β.Θ.Α περιγράφονται στο κεφάλαιο 11.

Παρακάτω θα αναφερθούν οι κατηγορίες των βιολογικών θαλάμων ασφαλείας, οι εργαστηριακοί κίνδυνοι και η αξιολόγηση του κινδύνου, ο εργαστηριακός εξοπλισμός με τις πρακτικές εργασίας για να μεγιστοποιήσουν την προστασία, και οι πιο συνηθέστερα χρησιμοποιημένες απαιτήσεις Β.Θ.Α και εφαρμοσμένης μηχανικής που απαιτούνται για τη λειτουργία κάθε τύπου Β.Θ.Α. Τέλος, θα αναθεωρήσουμε μερικές από τις απαιτήσεις για τη στερεότυπη ετήσια πιστοποίηση της λειτουργίας και της ακεραιότητας των Β.Θ.Α.

### 10.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΑΛΑΜΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

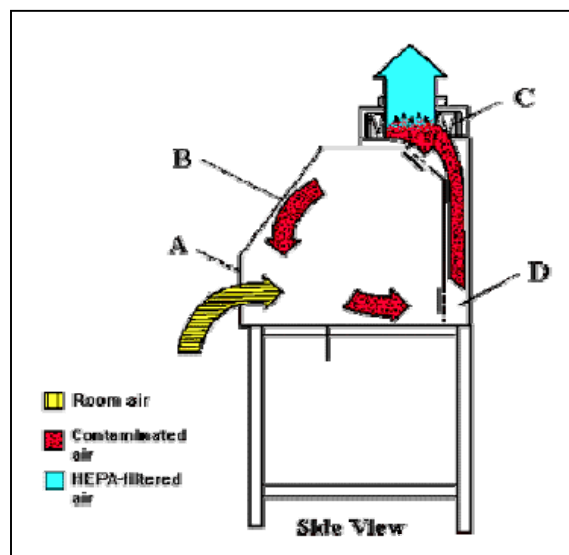
Έχουν αναπτυχθεί τρία είδη θαλάμων βιολογικών ασφαλείας, που υποδεικνύονται ως κατηγορία I, II και III, για να συναντήσουν την ποικίλη έρευνα και τις κλινικές ανάγκες. Οι ομοιότητες και οι διαφορές στην προστασία που προσφέρεται από τις διάφορες κατηγορίες βιοασφάλειας θαλάμων απεικονίζονται στον Πίνακα 10.1.

Αξιολόγηση Βιολογικού ρίσκου	Παρεχόμενη προστασία			Κατηγορίες Β.Θ.Α
	Προσωπικό	Προϊόν	Περιβάλλον	
BSL 1-3	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	I
BSL 1-3	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	II (A, B1, B2, B3)
BSL 4	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	III B1, B2

**Πίνακας 10.1 Επιλογή Β.Θ.Α ανάλογα με το ρίσκο λειτουργίας**

### 10.1.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ I Β.Θ.Α

Η κατηγορία I ΒΘΑ παρέχει την προστασία στο προσωπικό στο περιβάλλον, αλλά δεν παρέχει καμία προστασία στα προϊόντα. Στη μετακίνηση αέρα, είναι παρόμοιο με μια χημική κουκούλα καπνών, αλλά έχει ένα φίλτρο HEPA στο σύστημα εξάτμισης του για να προστατεύει το περιβάλλον (Σχ. 10.2).



**Σχήμα 10.2 Β.Θ.Α κατηγορίας I (A. Μπροστινό άνοιγμα B. Ζώνη C.Εξάτμιση HEPA D. Ολομέλεια εξάτμισης)**

Στην κατηγορία I Β.Θ.Α, ο αφιλτράριστος αέρας δωματίου σύρεται πέρα από την επιφάνεια εργασίας. Η προστασία προσωπικού παρέχεται από αυτήν την εσωτερική ροή αέρος εφ' όσον μια ελάχιστη ταχύτητα 75 γραμμικών ποδιών ανά λεπτό (lfpm) διατηρείται μέσω του μπροστινού ανοίγματος. Λόγω της προστασίας προϊόντων που παρέχεται από την κατηγορία II Β.Θ.Α, η γενική χρήση της κατηγορίας I Β.Θ.Α έχει μειωθεί. Εντούτοις, σε πολλές περιπτώσεις η κατηγορία I Β.Θ.Α χρησιμοποιείται συγκεκριμένα για να εσωκλείσει τον εξοπλισμό (π.χ., υποβάλλει σε φυγοκέντρωση μικρά ένζυμα), ή τις διαδικασίες (π.χ. πρακτική ντάμπινγκ κλουβιών ή ομογενοποίηση των ιστών) με μια δυνατότητα να παραχθούν τα αερολύματα που μπορούν να ρεύσουν πίσω στο δωμάτιο.



Η κατηγορία I Β.Θ.Α διοχετεύεται σκληρά στο σύστημα εξάτμισης οικοδόμησης, η δακτυλήθρα συνδέεται, ή διανέμεται εκ νέου πίσω στο δωμάτιο ανάλογα με τη χρήση. Εάν διοχετεύεται σκληρά, ο ανεμιστήρας εξάτμισης οικοδόμησης παρέχει στατική πίεση απαραίτητη για να σύρει τον αέρα δωματίου στο θάλαμο. Ο αέρας του θαλάμου σύρεται μέσω ενός φίλτρου HEPA καθώς εισάγετε στην ολομέλεια εξάτμισης. Μερικές φορές ένα δεύτερο φίλτρο HEPA εγκαθίσταται στο σύστημα εξάτμισης οικοδόμησης.

Ένα ατσάλινο χώρισμα με τρύπες βραχιόνων 8" (ιντσών) μπορεί να προστεθεί στο βιολογικό θάλαμο ασφαλείας της κατηγορίας I για να επιτρέψει την πρόσβαση στην επιφάνεια εργασίας. Το περιορισμένο άνοιγμα οδηγεί στην αυξανόμενη εσωτερική ταχύτητα αέρα. Με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η προστασία των εργαζομένων. Για την προστιθέμενη ασφάλεια, τα γάντια βραχίονα-μήκους μπορούν να συνδεθούν με το χώρισμα, έτσι ώστε να μην υπάρχει καμία επαφή. Ο αέρας που γίνεται σύρεται έπειτα μέσω ενός βοηθητικού ανοίγματος παροχής αέρα (που μπορεί να περιέχει ένα φίλτρο) ή/και γύρω από έναν κεντρικό πίνακα επιλογών. Για να επιτραπεί η πρόσβαση στο εσωτερικό του θαλάμου με τον σωλήνα εγκατεστημένο, μια κλειδαριά αέρα διπλής-πόρτας είναι συνημμένη από κάθε πλευρά του θαλάμου. Προσοχή πρέπει να δοθεί, στις χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται σε ένα Β.Θ.Α με τα φίλτρα HEPA δεδομένου ότι μερικές χημικές ουσίες μπορούν να καταστρέψουν τα φίλτρα, προκαλώντας την απώλεια συγκράτησης.

### **10.1.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ II Β.Θ.Α**

Δεδομένου ότι οι βιοϊατρικοί ερευνητές άρχισαν να χρησιμοποιούν τον αποστειρωμένο ζωικό ιστό και συστήματα κυτταροκαλλιέργειας, ιδιαίτερα για τη διάδοση των ιών, απαιτήθηκαν Β.Θ.Α που παρείχαν επίσης προστασία στα προϊόντα. Στις αρχές της δεκαετίας του '60, εξελίχθηκε μια αρχή που δήλωνε, ότι ο ομοιοκατευθυνόμενος αέρας που κινείται με μια σταθερή ταχύτητα σύμφωνα με τις παράλληλες γραμμές (δηλ., "ελασματική ροή") θα βοηθούσε στη σύλληψη και την αφαίρεση των αερομεταφερόμενων μολυσματικών παραγόντων. Η τεχνολογία βιοσυγκράτησης ενσωμάτωσε επίσης αυτήν την ελασματική αρχή ροής με τη χρήση του φίλτρου HEPA για να παρέχει ένα μοριακός ελεύθερο περιβάλλον εργασίας. Αυτός ο συνδυασμός χρησιμεύει να προστατεύσει τον εργαστηριακό εξοπλισμό από τους ενδεχομένως μολυσματικούς μικροοργανισμούς που υπάρχουν και παρέχει απαραίτητη προστασία προϊόντων.

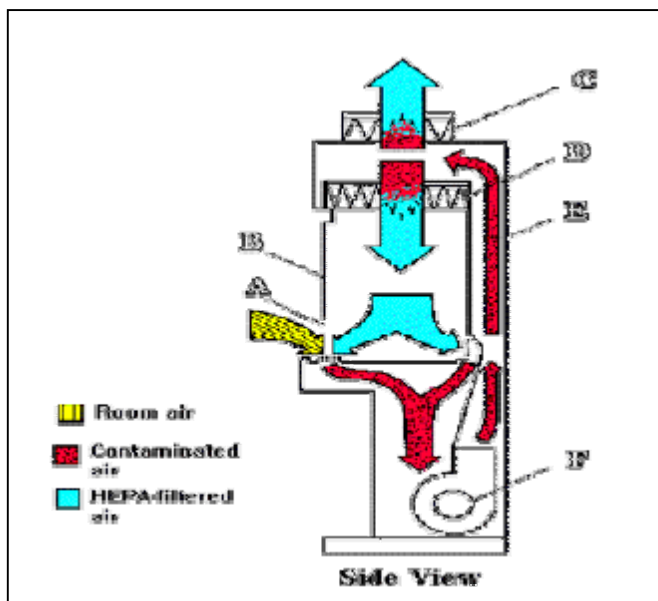
Οι Βιολογικοί Θάλαμοι Ασφάλειας της κατηγορίας II (τύποι Α, Β1, Β2, και Β3) παρέχουν την προστασία περιβάλλοντος και προϊόντων αλλά και την προστασία του προσωπικού. Η ροή αέρα σύρεται γύρω από το χειριστή στα μπροστινά κάγκελα του θαλάμου, ο οποίος παρέχει την προστασία προσωπικού. Επιπλέον, η προς τα κάτω ελασματική ροή του HEPA-φιλτραρισμένου αέρα παρέχει την προστασία προϊόντων με την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας παράλληλης μόλυνσης κατά μήκος της επιφάνειας εργασίας του θαλάμου. Επειδή η εξάτμιση του αέρα των θαλάμων περνά μέσω ενός επικυρωμένου φίλτρου εξάτμισης HEPA, είναι ελεύθερη από παράγοντες (προστασία του περιβάλλοντος) και μπορεί να διανεμηθεί εκ νέου πίσω στο εργαστήριο (τύπος Α ΒΘΑ) ή να εξαντληθεί από το κτίριο (τύπος Β ΒΘΑ).

Τα φίλτρα HEPA είναι αποτελεσματικά στο να παγιδεύουν μόρια και μολυσματικούς πράκτορες, αλλά όχι στη σύλληψη των πτητικών χημικών ουσιών ή των αερίων. Μόνο οι Β.Θ.Α που εξατμίζονται εξωτερικά πρέπει να χρησιμοποιηθούν κατά

την εργασία με τις πτητικές τοξικές χημικές ουσίες (βλ. τον Πίνακα 10.2). Σε ορισμένες περιπτώσεις ένα φίλτρο ξυλάνθρακα μπορεί να προστεθεί για να αποτρέψει την απελευθέρωση των τοξικών χημικών ουσιών στην ατμόσφαιρα.

Όλοι οι θάλαμοι της κατηγορίας II σχεδιάζονται για την εργασία που περιλαμβάνει τους μικροοργανισμούς που ορίζονται στα επίπεδα βιοασφάλειας 1, 2 και 3. Οι θάλαμοι της κατηγορίας II παρέχουν το ελεύθερο από μικρόβια περιβάλλον εργασίας απαραίτητο για τη διάγνωση κυτταροκαλλιέργειας και μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τη διατύπωση των αμετάβλητων αντινεοπλαστικών ή χημειοθεραπευτικών φαρμάκων.

1. Η κατηγορία II, Τύπος A Β.Θ.Α - Ένας εσωτερικός ανεμιστήρας (Σχ. 10.3) σύρει τον ικανοποιητικό αέρα δωματίων μέσω των μπροστινών κάγκελων για να διατηρήσει ένα ελάχιστο υπολογίσιμο ή μετρήσιμο μέσο όρο ταχύτητας εισροής το λιγότερο 75 lfrm στο άνοιγμα πρόσοψης του θαλάμου. Ο ανεφοδιασμένος αέρας ρέει μέσω ενός φίλτρου HEPA και παρέχει ελεύθερα ξεχωριστά σωματίδια αέρα στην επιφάνεια εργασίας του θαλάμου. Η στρωτή ροή αέρος μειώνει το στροβιλισμό στη ζώνη εργασίας και ελαχιστοποιεί τη δυνατότητα για την παράλληλη μόλυνση.



**Σχήμα 10.3 Β.Θ.Α κατηγορίας II τύπος A (A. Μπροστινό άνοιγμα, B. Ζώνη C. Φίλτρο εξάτμισης HEPA, D. Οπίσθια ολομέλεια, E. Φίλτρο ανεφοδιασμού HEPA, F. Ανεμιστήρας)**

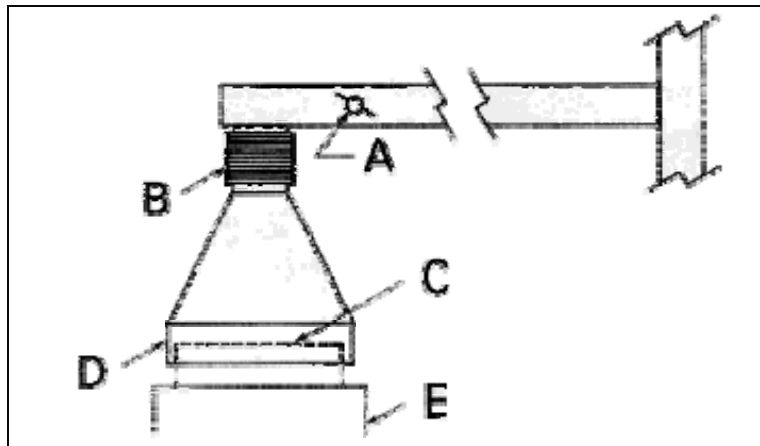
Ο κινούμενος προς τα κάτω αέρας "χωρίζει" καθώς πλησιάζει την επιφάνεια εργασίας. Ο ανεμιστήρας σύρει μέρος του αέρα στα μπροστινά κάγκελα και τον υπόλοιπο στα πίσω κάγκελα. Αν και υπάρχουν αποκλίσεις μεταξύ των διαφορετικών θαλάμων, αυτή η διάσπαση εμφανίζεται γενικά περίπου στα μισά του δρόμου μεταξύ των μπροστινών και οπίσθιων κάγκελων και από δύο έως έξι ίντσες πάνω από την επιφάνεια εργασίας.

Ο αέρας εκκενώνεται έπειτα μέσω της οπίσθιας ολομέλειας μέσα στο χώρο μεταξύ του ανεφοδιασμού και των φίλτρων εξάτμισης που βρίσκονται στην κορυφή του θαλάμου. Λόγω του σχετικού μεγέθους αυτών των δύο φίλτρων, περίπου το 30% του αέρα περνά μέσω του φίλτρου εξάτμισης HEPA και το 70% διανέμετε εκ νέου μέσω του

φίλτρου ανεφοδιασμού HEPA πίσω στη ζώνη εργασίας. Οι περισσότεροι θάλαμοι τύπου A, της κατηγορίας II έχουν διατάξεις απόσβεσης για να διαμορφώσουν αυτό το τμήμα 30/70% της ροής αέρος.

Η κατηγορία II Τύπος A ΒΘΑ δεν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για την εργασία που περιλαμβάνει τις πτητικές ή τοξικές χημικές ουσίες. Η συγκέντρωση των χημικών ατμών στο θάλαμο (διανεμημένος εκ νέου) και στο εργαστήριο (από τον αέρα εξάτμισης) θα μπορούσε να δημιουργήσει τους κινδύνους υγείας και ασφάλειας (βλ. Παράγραφος 10.2).

Είναι δυνατό να διοχετευθεί η εξάτμιση από ένα θάλαμο τύπου A έξω από το κτήριο. Εντούτοις, πρέπει να γίνει με έναν τρόπο που δεν αλλάζει την ισορροπία του συστήματος εξάτμισης των θαλάμων με αποτέλεσμα τη διατάραξη της εσωτερικής ροής του αέρα στους θαλάμους. Η χαρακτηριστική μέθοδος διοχέτευσης ενός θαλάμου τύπου A είναι να χρησιμοποιηθεί μια "δακτυλήθρα", ή όπως αλλιώς ονομάζετε κουκούλα θόλων, η οποία διατηρεί ένα μικρό άνοιγμα (συνήθως 1 ίντσα) γύρω από την κατοικία φίλτρων εξάτμισης θαλάμων (Σχ. 10.4).



**Σχήμα 10.4 Η μονάδα δακτυλήθρων για τη διοχέτευση μιας κατηγορίας II, Τύπος A ΒΘΑ. (A. Διάταξη απόσβεσης ισορροπίας, B. Εύκαμπτη σύνδεση με το σύστημα εξάτμισης, C. Κατοικία φίλτρων εξάτμισης HEPA θαλάμου, D. Μονάδα δακτυλήθρων, E. Βιολογικός Θάλαμος Ασφαλείας)**

Υπάρχει ένα χάσμα 1" μεταξύ της μονάδας δακτυλήθρων (D) και της κατοικίας φίλτρων εξάτμισης (C), μέσω των οποίων ο αέρας δωματίου είναι εξαντλημένος.

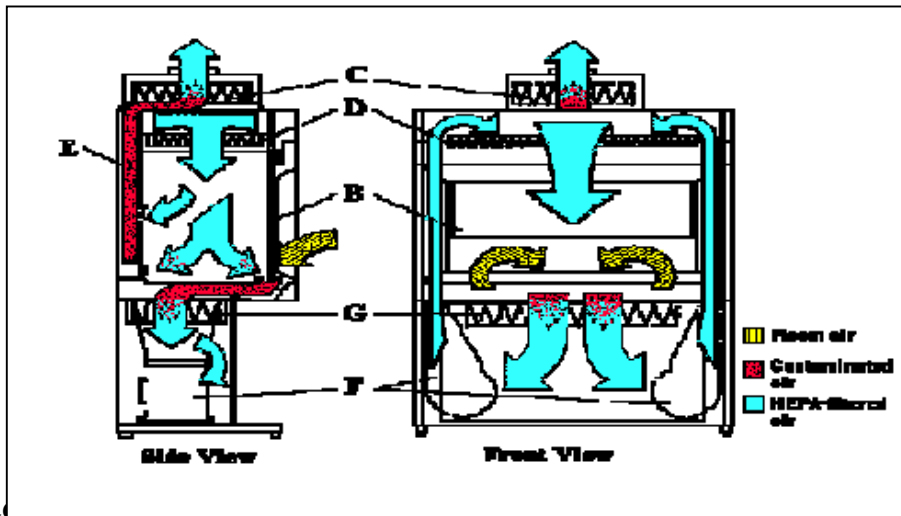
Ο όγκος της εξάτμισης πρέπει να είναι επαρκής για να διατηρήσει τη ροή του αέρα δωματίων στο χώρο μεταξύ της μονάδας δακτυλήθρων και της κατοικίας φίλτρων. Η δακτυλήθρα πρέπει να είναι μετακινούμενη ή σχεδιασμένη ώστε να επιτρέψει τη λειτουργική δοκιμή του θαλάμου (βλ. Παράγραφος 10.4). Η απόδοση ενός θαλάμου με αυτήν την διαμόρφωση εξάτμισης μπορεί να επηρεαστεί από τις διακυμάνσεις στο σύστημα εξάτμισης οικοδόμησης.

Σκληρές διοχετεύσεις (δηλ. άμεση σύνδεση) στους θαλάμους τύπου A της κατηγορίας II στο σύστημα εξάτμισης οικοδόμησης, δεν συστήνονται εκτός κι αν παρέχεται ένα αφιερωμένο σύστημα ανεμιστήρων εξάτμισης με έναν δυναμικό μηχανισμό ροής ισορροπίας. Το σύστημα εξάτμισης οικοδόμησης πρέπει να αντιστοιχηθεί ακριβώς στη ροή αέρος από το θάλαμο προς στον όγκο και στη στατική

πίεση. Εντούτοις, οι διακυμάνσεις στον όγκο αέρα και την πίεση που είναι κοινές για όλα τα συστήματα εξάτμισης οικοδόμησης το καθιστούν δύσκολο να ταιριάζουν με τις απαιτήσεις ροών αέρος του θαλάμου. Ένα ικανό εσωτερικό προσωπικό συντήρησης και εφαρμοσμένης μηχανικής χρειάζεται για να το επιτύχει αυτό.

2. Η κατηγορία II, τύπος B1 Β.Θ.Α - Κάποια βιοϊατρική έρευνα απαιτεί τη χρήση μικρών ποσοτήτων ορισμένων επικίνδυνων χημικών ουσιών όπως οι καρκινογόνες ουσίες. Η κονιοποιημένη μορφή αυτών των καρκινογόνων ουσιών πρέπει να ζυγιστεί ή να χειριστεί σε μια χημική κουκούλα καπνών ή ένα κιβώτιο γαντιών στατικού αέρα που εξοπλίζεται με έναν αεροφράκτη διπλής-πόρτας.. Οι καρκινογόνες ουσίες που χρησιμοποιούνται στην κυτταροκαλλιέργεια ή τα μικροβιακά συστήματα απαιτούν και τη βιολογική και τη χημική συγκράτηση.

Η κατηγορία II, θάλαμος τύπου B (Σχ. 10.5), σχεδιάστηκε για τους χειρισμούς των μικρών ποσοτήτων αυτών των επικίνδυνων χημικών ουσιών με τα *in vitro* βιολογικά συστήματα.



Σχήμα 10.5. Ομοίωση της οικοδόμησης του συστήματος εξάτμισης που απαιτείται. (Α. Μπροστινό άνοιγμα, Β. Ζώνη, C. Φίλτρο εξάτμισης HEPA, D. Φίλτρο ανεφοδιασμού HEPA, E.Ολομέλεια εξάτμισης αρνητικής πίεσης, F. Ανεμιστήρας, G. Πρόσθετο φίλτρο HEPA για την παροχή αέρα)

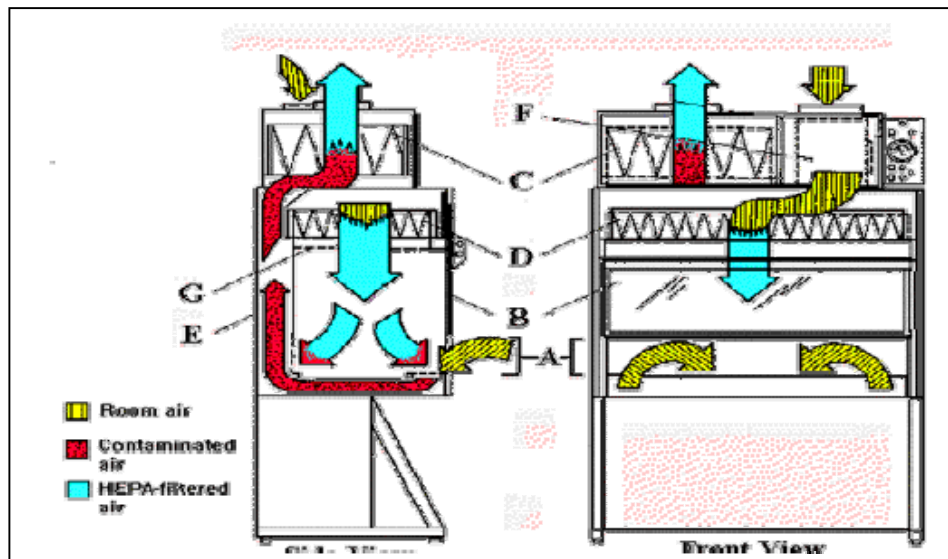
Οι ανεμιστήρες ανεφοδιασμού θαλάμων σύρουν τον αέρα δωματίων (συν μια μερίδα του διανεμημένου εκ νέου αέρα του θαλάμου) μέσω των μπροστινών κάγκελων και έπειτα μέσω των φίλτρων ανεφοδιασμού HEPA που βρίσκονται αμέσως κάτω από την επιφάνεια εργασίας. Αυτός ο ελεύθερος αέρας ρέει προς τα πάνω μέσω μιας ολομέλειας σε κάθε πλευρά του θαλάμου και έπειτα προς τα κάτω στην περιοχή εργασίας μέσω ενός πιάτου υποστήριξης πίεσης. Σε μερικούς θαλάμους υπάρχει ένα πρόσθετο φίλτρο ανεφοδιασμού HEPA για να αφαιρέσει τα μόρια που μπορούν να παραχθούν από το σύστημα ανεμιστήρων / μηχανών.

Ο αέρας δωματίων σύρεται μέσω του ανοίγματος προσώπου του θαλάμου σε μια ελάχιστη ταχύτητα εισροής 100 lfm. Όπως με το θάλαμο τύπου A, υπάρχει μια διάσπαση στην κάτω-ροή ρεύματος του αέρα ακριβώς επάνω από την επιφάνεια εργασίας. Στο θάλαμο τύπου B, περίπου 70 % του αέρα που ρέει προς τα κάτω βγαίνει μέσω των οπίσθιων κάγκελων, περνάει μέσω του φίλτρου εξάτμισης HEPA και

εκκενώνεται από το κτήριο. Το υπόλοιπο 30 τοις εκατό του ίδιου αέρα σύρεται μέσω των μπροστινών κάγκελων. Δεδομένου ότι ο αέρας που ρέει στα οπίσθια κάγκελα εκκενώνεται στο σύστημα εξάτμισης, οι δραστηριότητες που μπορούν να παραγάγουν τους επικίνδυνους χημικούς ατμούς ή τα μόρια πρέπει να διευθυνθούν προς το οπίσθιο τμήμα του θαλάμου.

Οι θάλαμοι τύπου B1 πρέπει να διοχετευθούν, κατά προτίμηση σε ένα σύστημα εξάτμισης ή σε μια κατάλληλα-σχεδιασμένη εξάτμιση εργαστηριακής οικοδόμησης. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι ανεμιστήρες στα συστήματα εργαστηριακής εξάτμισης πρέπει να βρεθούν στο τελικό ακραίο τμήμα της περιοχής αγωγών. Μια αποτυχία στο σύστημα εξάτμισης οικοδόμησης μπορεί να μην είναι προφανής στο χρήστη δεδομένου ότι οι ανεμιστήρες ανεφοδιασμού στο θάλαμο θα συνεχίσουν να λειτουργούν. Ένα όργανο ελέγχου ανεξάρτητης πίεσης πρέπει να εγκατασταθεί για να ηχήσει έναν συναγερμό και να αποκλείσει τον ανεμιστήρα ανεφοδιασμού Β.Θ.Α, εάν εμφανιζόταν αποτυχία στη ροή αέρα εξάτμισης. Δεδομένου ότι αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα δεν παρέχεται από όλους τους κατασκευαστές θαλάμων, είναι συνετό να εγκαταστήσει έναν αισθητήρα στο σύστημα εξάτμισης ανάλογα με τις ανάγκες. Για να διατηρήσουν τις κρίσιμες λειτουργίες, τα εργαστήρια που χρησιμοποιούν τον θάλαμο τύπου Β πρέπει να συνδέσουν τον ανεμιστήρα εξάτμισης με την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος έκτακτης ανάγκης.

3. Η κατηγορία II, τύπος B2 Β.Θ.Α - Αυτό το Β.Θ.Α είναι θάλαμος συνολικής-εξάτμισης, όπου καθόλου αέρας δεν διανέμεται εκ νέου μέσα (Σχ. 10.6).



**Σχήμα 10.6 Η κατηγορία II, Τύπος B2 Β.Θ.Α. Σύνδεση στην οικοδόμηση του συστήματος εξάτμισης που απαιτείται (Α. Μπροστινό άνοιγμα, Β. Ζώνη, C. Φίλτρο εξάτμισης HEPA, D. Φίλτρο ανεφοδιασμού HEPA, E. Ολομέλεια εξάτμισης αρνητικής πίεσης, F. Ανεμιστήρας ανεφοδιασμού, G. Οθόνη φίλτρου)**

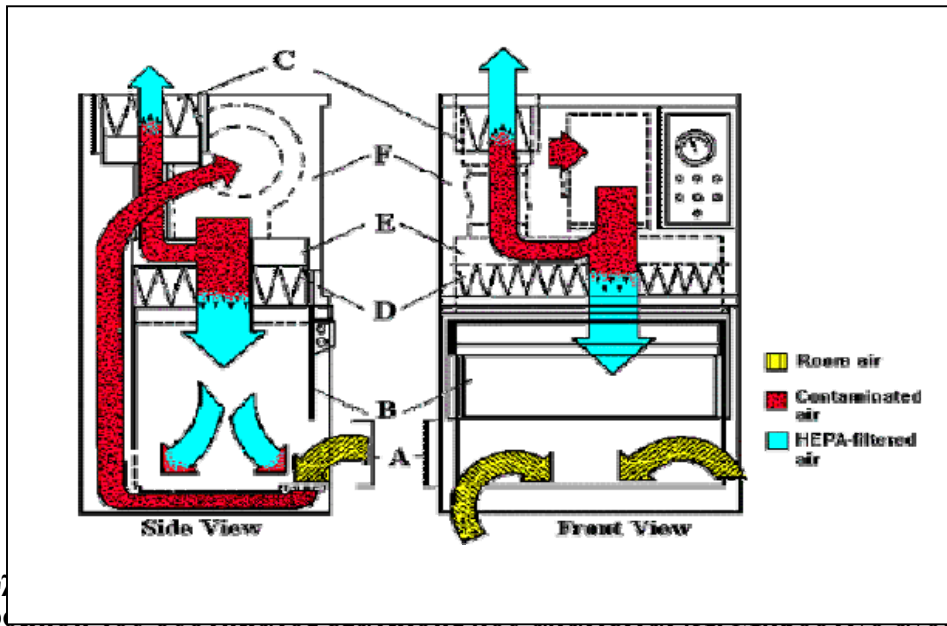
Το φίλτρο άνθρακα στην εξάτμιση οικοδόμησης δεν παρουσιάζεται. Η εξάτμιση θαλάμου πρέπει να συνδεθεί με το σύστημα εξάτμισης οικοδόμησης

Αυτός ο θάλαμος παρέχει την ταυτόχρονη αρχική βιολογική και χημική συγκράτηση. Προσοχή πρέπει να δοθεί στις χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται σε

Β.Θ.Α δεδομένου ότι μερικές χημικές ουσίες μπορούν να καταστρέψουν το μέσο φίλτρων, τις κατοικίες ή/ και τις φλάντζες προκαλώντας την απώλεια συγκράτησης. Ο ανεμιστήρας ανεφοδιασμού σύρει στο δωμάτιο αέρα ή ο εξωτερικό αέρα στην κορυφή του θαλάμου, τον περνά μέσω ενός φίλτρου HEPA και κάτω στην περιοχή εργασίας του θαλάμου. Το σύστημα εξάτμισης κτηρίου ή θαλάμων σύρει τον αέρα μέσω των οπίσθιων και μπροστινών σχαρών, συλλαμβάνοντας τον αέρα ανεφοδιασμού συν το πρόσθετο ποσό αέρα δωματίου που είναι απαραίτητο για να παραγάγει μια ελάχιστη υπολογίσιμη ή μετρήσιμη ταχύτητα εισροής 100 lfm. Όλος ο αέρας που εισάγεται στο θάλαμο είναι εξαντλημένος και περνά μέσω ενός φίλτρου HEPA (και ίσως κάποια άλλη συσκευή καθαρισμού αέρος όπως ένα φίλτρο άνθρακα) πριν από την εκκένωση στο εξωτερικό. Εξαντλώντας τουλάχιστον 1200 κυβικά πόδια ανά λεπτό του ρυθμισμένου αέρα δωματίου καθιστούν αυτό το θάλαμο δυνατό να λειτουργήσει.

Εάν αποτύχει η εξάτμιση κτηρίου ή θαλάμων, στο θάλαμο θα διατηρηθεί σταθερή ατμοσφαιρική πίεση, με συνέπεια μια ροή του αέρα από την περιοχή εργασίας πίσω στο εργαστήριο.

4. Η κατηγορία II, τύπος B3 ΒΘΑ - Αυτός ο βιολογικός θάλαμος ασφαλείας (Σχ. 10.7) είναι ένας εξαντλημένος θάλαμος τύπου A που έχει μια ελάχιστη εσωτερική ροή αέρος 100 lfm.



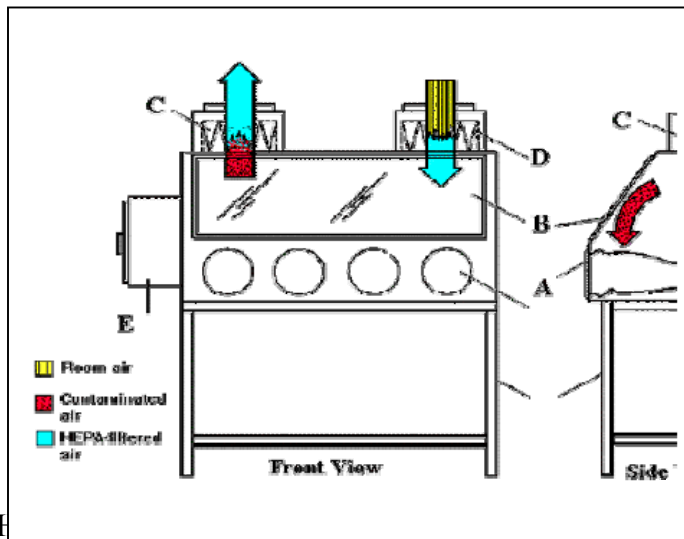
Σχ. 10.7. Βιολογικός θάλαμος ασφαλείας κατηγορίας II, τύπος Β3 ΒΘΑ. Α. Ζώνη, Β. Φίλτρο εξάτμισης HEPA, C. Φίλτρο εξάτμισης HEPA, D. Φίλτρο ανεφοδιασμού HEPA, E. Ολομέλεια θετικής πίεσης, F. Ολομέλεια αρνητικής πίεσης)

Όλες οι μολυσμένες ολομέλειες θετικής πίεσης μέσα στο γραφείο περιβάλλονται από μια αρνητική πίεση ολομέλειας αέρα. Κατά συνέπεια, η διαρροή από μια μολυσμένη ολομέλεια θα είναι στο θάλαμο και όχι στο περιβάλλον.

Η κατηγορία II ΒΘΑ μπορεί να τροποποιηθεί για να προσαρμοστεί σε ειδικές εφαρμογές. Παραδείγματος χάριν, η μπροστινή ζώνη μπορεί να τροποποιηθεί από τον κατασκευαστή για να προσαρμόσει τα κομμάτια ματιών ενός μικροσκοπίου, ή η επιφάνεια εργασίας μπορεί να έχει την δυνατότητα να δεχτεί μια φυγόκεντρο, ή άλλο εξοπλισμό που απαιτεί τη συγκράτηση.

### 10.1.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΙΙΙ Β.Θ.Α

Ο βιολογικός θάλαμος ασφάλειας της κατηγορίας ΙΙΙ (Σχ. 10.8) σχεδιάστηκε για την εργασία με τους μικροβιολογικούς πράκτορες που διορίστηκαν στο επίπεδο βιοασφάλειας 4 και παρέχει τη μέγιστη προστασία στο περιβάλλον και στον εργαζόμενο. Είναι μια αεροστεγής συσκευασία (με ποσοστό διαρροής  $1 \times 10^{-5}$  cc/sec) με ένα οπτικό παράθυρο που δεν ανοίγει. Η πρόσβαση για τη μετάβαση των υλικών στο θάλαμο είναι μέσω μιας δεξαμενής (που είναι προσιτή μέσω του πατώματος του θαλάμου) ή ένα δίπορτο διαμπερές κιβώτιο (όπως μια συσκευή αποστείρωσης) που μπορεί να απολυμανθεί μεταξύ των χρήσεων. Αντιστρέφοντας τη διαδικασία επιτρέπει την ασφαλή αφαίρεση των υλικών από το θάλαμο βιοασφάλειας της κατηγορίας ΙΙΙ. Και ο ανεφοδιασμός και ο αέρας εξάτμισης έχουν φίλτρα ΗΕΡΑ. Ο αέρας εξάτμισης πρέπει να περάσει μέσω δύο φίλτρων ΗΕΡΑ, ή ενός φίλτρου ΗΕΡΑ και ενός αποτεφρωτήρα αέρα πριν από την εκκένωση στον εξωτερικό χώρο. Η ροή αέρος διατηρείται από ένα ανεξάρτητο σύστημα εξάτμισης, εξωτερικό στο θάλαμο, το οποίο κρατά το θάλαμο κάτω από αρνητική πίεση (συνήθως περίπου 0,5 ίντσες του μετρητή ύδατος).



**Σχήμα 10.8 Η** **α Ο για την ένωση των γαντιών βραχίονα-μήκους με το θάλαμο, Β. Ζώνη, C. Φίλτρο εξάτμισης ΗΕΡΑ, D. Φίλτρο ανεφοδιασμού ΗΕΡΑ, E. Διπλή συσκευή αποστείρωσης ή πέρασμα μέσω του κιβωτίου)**

Τα γάντια βραχίονα-μήκους και τα βαρέων καθηκόντων λαστιχένια γάντια είναι συνδεδεμένα αεροστεγώς με τις πόρτες του θαλάμου και επιτρέπει το χειρισμό των υλικών που απομονώνονται μέσα, με ασφάλεια. Αν και αυτά τα γάντια περιορίζουν τη κίνηση, αποτρέπουν την άμεση επαφή του χρήστη με τα επικίνδυνα υλικά.. Ανάλογα με το σχέδιο του θαλάμου, το φίλτρο ανεφοδιασμού ΗΕΡΑ παρέχει ροή αέρος μέσα στο περιβάλλον εργασίας.

Αρκετοί θάλαμοι της κατηγορίας ΙΙΙ μπορούν να ενωθούν μαζί σε μια "γραμμή" για να παρέχουν μια μεγαλύτερη περιοχή εργασίας. Τέτοιες γραμμές θαλάμων κατασκευάζονται επί παραγγελία: ο εξοπλισμός που εγκαθίσταται μέσα στη γραμμή θαλάμων (π.χ., τα ψυγεία, ράφια για να κρατήσουν τα μικρά κλουβιά ζώων, μικροσκοπία, φυγόκεντρος, εκκολαπτήρια, κλπ.) είναι γενικά κατασκευασμένα επί παραγγελία επίσης. Επιπλέον, οι θάλαμοι της κατηγορίας ΙΙΙ εγκαθίσταται συνήθως

μόνο στα μέγιστα εργαστήρια συγκράτησης που έχουν ελεγχόμενη πρόσβαση και απαιτούν τον ειδικό εξαερισμό ή άλλα συστήματα υποστήριξης (όπως ο ατμός για τις συσκευές αποστείρωσης).

## 10.2 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΙ Η ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Η άμεση συγκράτηση είναι μια σημαντική στρατηγική για να ελαχιστοποιήσει την έκθεση στους πολλούς χημικούς, ραδιολογικούς και βιολογικούς κινδύνους που αντιμετωπίζονται στο εργαστήριο. Μια επισκόπηση παρέχεται στον Πίνακα 10.2 των διάφορων κατηγοριών των Β.Θ.Α, του επιπέδου προστασίας που διατίθενται από κάθε μια και των κατάλληλων εκτιμήσεων αξιολόγησης του κινδύνου.

Κατηγορίες Β.Θ.Α	Ταχύτητα ανοίγματος	Σχέδιο ροών αέρος	Εφαρμογές	
			Αμετάβλητη τοξική ουσία Χημικές ουσίες και Ραδιονουκλείδια	Πτητική τοξική ουσία Χημικές ουσίες και Ραδιονουκλείδια
I	75	Μπροστινή εξάτμιση μέσω HEPA στο εξωτερικό ή στο δωμάτιο	ΝΑΙ	ΝΑΙ
II, A	75	Το 70% που διανέμεται εκ νέου στην περιοχή εργασίας των θαλάμων μέσω HEPA η ισορροπία 30% μπορεί να εξατμισθεί μέσω HEPA πίσω στο δωμάτιο ή στο εξωτερικό μέσω μιας μονάδας δακτυλήθρων	ΝΑΙ	ΟΧΙ
II, B1	100	Ο αέρας εξάτμισης των θαλάμων πρέπει να περάσει μέσω ενός αγωγού στο εξωτερικό μέσω ενός φίλτρου HEPA	ΝΑΙ	ΝΑΙ (πολύ μικρά ποσά)



II, B2	100	Καμία επανακυκλοφορία Η τελική εξάτμιση στο εξωτερικό μέσω ενός σκληρού αγωγού και ενός φίλτρου HEPA	ΝΑΙ	ΝΑΙ (μικρά ποσά)
II, B3	100	Όπως II, A, αλλά οι ολομέλειες είναι κατά την αρνητική πίεση στο δωμάτιο. Ο αέρας εξάτμισης δακτυλήθρα-διοχετεύεται στο εξωτερικό μέσω ενός φίλτρου HEPA	ΝΑΙ	ΝΑΙ (πολύ μικρά ποσά)
III	N/A	Κολπίσκοι αέρα ανεφοδιασμού και σκληροί αγωγοί που εξαντλείται στο εξωτερικό μέσω δύο φίλτρων HEPA στη σειρά	ΝΑΙ	ΝΑΙ (μικρά ποσά)

**Πίνακας 10.2 Σύγκριση χαρακτηριστικών Β.Θ.Α**

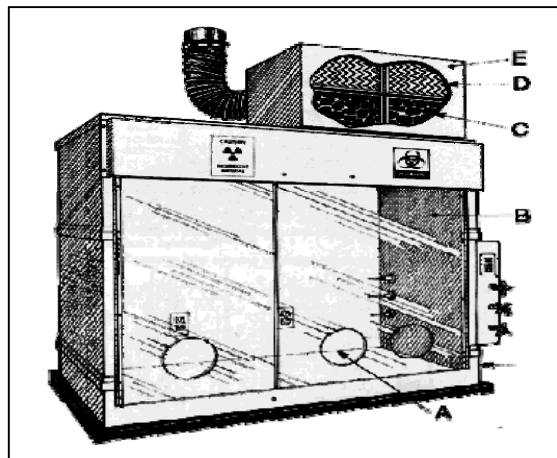
Η εργασία με τους μολυσματικούς μικροοργανισμούς απαιτεί συχνά τη χρήση διάφορων χημικών ενώσεων και πολλές συνήθως χρησιμοποιημένες χημικές ουσίες ατμοποιούνται εύκολα. Επομένως η αξιολόγηση των έμφυτων κινδύνων των χημικών ουσιών πρέπει να είναι μέρος της αξιολόγησης του κινδύνου κατά την επιλογή ενός Β.Θ.Α. Προκειμένου να καθοριστεί η μέγιστη χημική συγκέντρωση που μπορεί να παρασυρθεί στο ρεύμα αέρα μετά από ένα ατύχημα ή ένα χύσιμο, είναι απαραίτητο να αξιολογηθούν οι ποσότητες που χρησιμοποιούνται. Τα μαθηματικά πρότυπα είναι διαθέσιμα για να βοηθήσουν σε αυτούς τους προσδιορισμούς. Οι οριακές τιμές κατώτατων ορίων για τις χημικές ουσίες επίσης θα παράσχουν τις πληροφορίες για τον κίνδυνο έκθεσης προσωπικού. Όπως εκτίθεται λεπτομερώς στην παράγραφο 10.1, οι πτητικές ή τοξικές χημικές ουσίες δεν πρέπει να χρησιμοποιηθούν στην κατηγορία II, θαλάμου τύπου A δεδομένου ότι η συγκέντρωση ατμού που συσσωρεύεται μέσα στο θάλαμο παρουσιάζει κίνδυνο πυρκαγιάς.

Τα ηλεκτρικά συστήματα των θαλάμων της κατηγορίας II δεν είναι αδιάβλητα στις σπίθες, έτσι μια χημική συγκέντρωση που θα πλησίαζε τα χαμηλότερα εκρηκτικά όρια της ένωσης πρέπει να απαγορευθεί. Επιπλέον από την κατηγορία II, οι θάλαμοι τύπου A επιστρέφουν τους χημικούς ατμούς στο χώρο εργασίας θαλάμων και στο δωμάτιο και μπορούν να εκθέσουν το χειριστή και άλλους κατόχους δωματίων στους τοξικούς χημικούς ατμούς.

Μια χημική κουκούλα καπνών που σχεδιάζεται για την εργασία με τις πτητικές χημικές ουσίες πρέπει να χρησιμοποιηθεί αντί ενός Β.Θ.Α. Οι χημικές κουκούλες καπνών συνδέονται με ένα ανεξάρτητο σύστημα εξάτμισης και λειτουργούν με ενιαίο πέρασμα αεραγωγού άμεσα έξω από το κτίριο. Επίσης χρησιμοποιούνται κατά το χειρισμό των χημικών καρκινογόνων ουσιών. Η κατηγορία Ι και η κατηγορία ΙΙ, βιολογικών θαλάμων ασφάλειας τύπου Β2 που είναι εξωτερικά εξατμισμένα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά το χειρισμό των μικρών ποσοτήτων πτητικών χημικών ουσιών που απαιτούνται στις μικροβιολογικές μελέτες.

Η προσοχή πρέπει να ασκηθεί στη χρήση της κατηγορίας ΙΙ, τύπος Β3 (διοχετευμένοι θάλαμοι τύπου Α) για την εργασία που περιλαμβάνει τις πτητικές τοξικές χημικές ουσίες επειδή μια αλλαγή στην ισορροπία αέρα μεταξύ του θαλάμου και της εξάτμισης οικοδόμησης μπορεί να οδηγήσει στην απελευθέρωση των χημικών ατμών στο εργαστήριο. Οι βοήθειες σύνδεσης εξάτμισης δακτυλήθρων ελαχιστοποιούν αυτό το πρόβλημα. Εάν μικρές ποσότητες πτητικών τοξικών χημικών ουσιών, πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στην κατηγορία ΙΙ τύπου Β3, το σύστημα εξάτμισης οικοδόμησης πρέπει να ελεγχθεί και να ασφαλιστεί κατά προτίμηση με τον ανεμιστήρα θαλάμων.

Πολλές υγρές χημικές ουσίες συμπεριλαμβανομένων των αμετάβλητων αντινεοπλασματικών και χημειοθεραπευτικών φαρμάκων και του χαμηλού επιπέδου ραδιονουκλεϊδίων μπορούν να αντιμετωπιστούν ακίνδυνα μέσα σε μια κατηγορία ΙΙ, τύπου Α. Οι Βιολογικοί Θάλαμοι Ασφαλείας της κατηγορίας ΙΙ δεν πρέπει να χρησιμοποιηθούν για το μαρκάρισμα των βιολογικά επικίνδυνων υλικών με το ραδιενεργό ιώδιο. Για αυτήν την εργασία χρειάζονται οι αερισμένες συσκευές συγκράτησης που μπορούν να απαιτήσουν τα φίλτρα HEPA και ξυλάνθρακα στα συστήματα εξάτμισης που σκληρό-διοχετεύονται στο εξωτερικό (Σχ. 10.9).



**Σχήμα 10.9 Ένας τροποποιημένος θάλαμος συγκράτησης ή μια κατηγορία Ι ΒΘΑ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το μαρκάρισμα των μολυσματικών μικροοργανισμών με το Ιώδιο 125. (Α. Τρύπες βραχιόνων, Β. Αρθρωμένες πόρτες Lexan®, C. Φίλτρο ξυλάνθρακα εξάτμισης, D. Φίλτρο εξάτμισης HEPA, E. Φίλτρο κατοικίας με την απαραίτητη σύνδεση στην οικοδόμηση της εξάτμισης)**

Πολλά εργαστήρια ιολογίας και κυτταροκαλλιέργειας χρησιμοποιούν τις αραιωμένες προετοιμασίες των χημικών καρκινογόνων ουσιών και άλλων τοξικών

ουσιών. Πριν από τη συντήρηση του θαλάμου πρέπει να γίνει η προσεκτική αξιολόγηση από τα πιθανά προβλήματα που συνδέονται με την απολύμανση του θαλάμου και του συστήματος εξάτμισης.

Οι συστάσεις από το πρώην Γραφείο της Ερευνητικής Ασφάλειας του Εθνικού Ιδρύματος Καρκίνου (που ισχύουν ακόμα) δήλωσαν ότι ορισμένη εργασία που περιλαμβάνει τη χρήση μερικών χημικών καρκινογόνων ουσιών (*in vitro* διαδικασίες) μπορεί να εκτελεσθεί σε θάλαμο της κατηγορίας II που συναντά τις ακόλουθες παραμέτρους: (1) ότι η ροή αέρα εξάτμισης είναι επαρκής για να παρέχει μια εσωτερική ροή των 100 lfm στο άνοιγμα όψης του θαλάμου, (2) Οι χώροι μολυσμένου αέρα με πίεση μεγαλύτερη της εξωτερικής κάτω από θετική πίεση είναι κλειστοί σε διαρροές, (3) ότι ο αέρας των θαλάμων εκκενώνεται υπαίθρια:

Όπως υποδεικνύεται ανωτέρω, τα πτητικά ραδιονουκλεΐδια όπως το  $I^{125}$  δεν πρέπει να χρησιμοποιηθούν μέσα στην κατηγορία II, θάλαμοι τύπου A (βλ. Πίνακα 10.2). Κατά τη χρησιμοποίηση των αμετάβλητων ραδιονουκλεϊδίων μέσα σε ένα Β.Θ.Α, υπάρχουν οι ίδιοι κίνδυνοι όπως κατά την λειτουργία με τα ραδιενεργά υλικά στους πάγκους. Η εργασία που έχει τη δυνατότητα ραντίσματος ή ψεκασμού μπορεί να γίνει μέσα στο Β.Θ.Α. Πρέπει να γίνει έλεγχος για τη ραδιενέργεια και τα Β.Θ.Α να απολυμανθούν όπως απαιτείται.

Η δυνατότητα για τα δυσάρεστα γεγονότα πρέπει να αξιολογηθεί για να μειώσει ή να αποβάλει την έκθεση εργαζομένων ή την απελευθέρωση των μολυσματικών οργανισμών. Οι συνοπτικές δηλώσεις πρακτόρων που εκτίθενται λεπτομερώς σε *BMBL* παρέχουν τα στοιχεία αξιολόγησης του κινδύνου για τους μικροοργανισμούς που είναι γνωστά για να προκαλούν τις εργαστηριακές μολύνσεις. Μέσω της διαδικασίας της αξιολόγησης του κινδύνου, οι διαδικασίες εργασίας αξιολογούνται για τη δυνατότητα να προκληθεί έκθεση στο μικροοργανισμό.

Η ιεραρχία των ελέγχων για να αποτρέψει ή να ελαχιστοποιήσει την έκθεση στα επικίνδυνα υλικά περιλαμβάνει τους ελέγχους εφαρμοσμένης μηχανικής, τους διοικητικούς και διαδικαστικούς ελέγχους και τις πρακτικές εργασίας που μπορούν να περιλάβουν τη χρήση του πρόσθετου προσωπικού προστατευτικού εξοπλισμού. Μια κατάλληλη λειτουργία ενός Β.Θ.Α που είναι διαθέσιμη, είναι ένας αποτελεσματικός έλεγχος εφαρμοσμένης μηχανικής (βλέπε παράγραφο 10.4) και η απαίτηση της χρήσης της είναι ένας διοικητικός έλεγχος. Μερικές προτεινόμενες πρακτικές και διαδικασίες εργασίας που συνδέονται με το να εργαστούν ακίνδυνα σε ένα Β.Θ.Α είναι λεπτομερείς στην επόμενη παράγραφο.

### 10.3 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Η προετοιμασία μιας γραπτής λίστας ελέγχου των υλικών είναι απαραίτητη για μια ιδιαίτερη δραστηριότητα και η τοποθέτηση των απαραίτητων υλικών στο ΒΘΑ πριν από την έναρξη εργασίας χρησιμεύουν, στο να ελαχιστοποιήσουν τον αριθμό διασπάσεων με μετακίνηση των βραχιόνων πέρα από το εύθραυστο εμπόδιο αέρα του θαλάμου. Η γρήγορη μετακίνηση των χεριών ενός εργαζομένου σε μια κυκλική κίνηση μέσα και έξω από το θάλαμο θα διασπάσει την κουρτίνα αέρα και μπορεί να εκθέσει τη μερική συγκράτηση εμποδίων που παρέχεται από το Β.Θ.Α. Τα κινούμενα χέρια μέσα και έξω αργά, κάθετος στο άνοιγμα προσώπου του θαλάμου, θα μειώσουν αυτόν τον κίνδυνο. Άλλες δραστηριότητες του προσωπικού στο δωμάτιο (π.χ., η γρήγορη μετακίνηση,

άνοιγμα/ κλείσιμο πόρτας δωματίων, κ.λ.π..) μπορεί επίσης να διασπάσει το εμπόδιο αέρα θαλάμων.

Τα εργαστηριακά παλλά πρέπει να φορεθούν κουμπωμένα, πάνω από τα καθημερινά ρούχα, τα γάντια λατέξ φοριούνται για να παρέχουν την προστασία χεριών. Μια ποδιά εργαστηρίων (η οποία κλίνει στο πίσω μέρος), παρέχει την καλύτερη προστασία του προσωπικού από ότι ένα παραδοσιακό παλτό εργαστηρίων. Τα γάντια πρέπει να τραβηχτούν πέρα από τους πλεκτούς καρπούς της ποδιάς, παρά να είναι φορεμένα από μέσα. Τα ελαστικά μανίκια μπορούν επίσης να φορεθούν για να προστατεύσουν τους καρπούς του ερευνητή.

Πριν από την έναρξη εργασίας, ο ερευνητής πρέπει να ρυθμίσει το ύψος σκαμνιών έτσι ώστε το πρόσωπό του/ της να είναι επάνω από το μπροστινό άνοιγμα. Ο χειρισμός των υλικών πρέπει να καθυστερήσει για περίπου ένα λεπτό μετά από την τοποθέτηση των χεριών/ βραχιόνων μέσα στο θάλαμο. Αυτό επιτρέπει στο θάλαμο να σταθεροποιηθεί και να "κάνει κυκλική κίνηση στον αέρα" με τα χέρια και τους βραχίονες για να αφαιρέσει τους μικροβιακούς μολυσματικούς παράγοντες επιφάνειας. Όταν οι βραχίονες του χρήστη στηρίζονται κατηγορηματικά στα μπροστινά κάγκελα, ο αέρας δωματίου μπορεί να διατρέξει άμεσα στην περιοχή εργασίας, παρά το σχεδιασμό των μπροστινών κάγκελων. Ανασηκώνοντας τους βραχίονες αυτό το πρόβλημα ελαφρώς θα λυθεί. Όλες οι διαδικασίες πρέπει να εκτελεστούν στην επιφάνεια εργασίας τουλάχιστον τέσσερις (4) ίντσες από την εσωτερική άκρη των μπροστινών κάγκελων.

Τα υλικά ή ο εξοπλισμός που τοποθετούνται μέσα στο θάλαμο μπορούν να προκαλέσουν διάσπαση στη ροή αέρος, με συνέπεια την αναταραχή, την πιθανή παράλληλη μόλυνση, ή/ και την παραβίαση της συγκράτησης. Οι πρόσθετες προμήθειες (π.χ., πρόσθετα γάντια) πρέπει να αποθηκευτούν έξω από το θάλαμο. Μόνο τα υλικά και ο εξοπλισμός που απαιτούνται για την άμεση εργασία πρέπει να τοποθετηθούν στο Β.Θ.Α.

Οι Β.Θ.Α έχουν ως σκοπό να χρησιμοποιηθούν 24 ώρες ανά ημέρα και μερικοί ερευνητές διαπιστώνουν ότι η συνεχής λειτουργία βοηθά να ελέγξει το εργαστηριακό επίπεδο σκόνης και άλλων αερομεταφερόμενων μορίων.

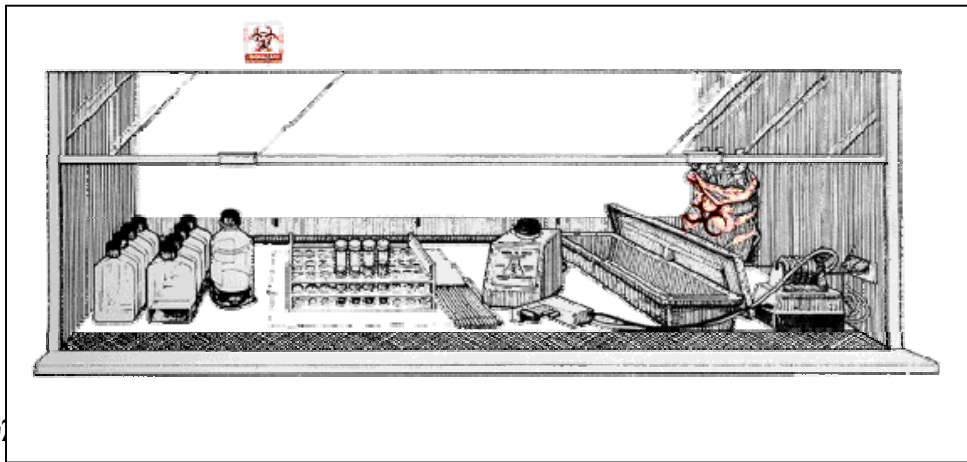
Οι ανεμιστήρες θαλάμου πρέπει να χρησιμοποιηθούν τουλάχιστον τρία έως πέντε λεπτά πριν από την έναρξη εργασίας για να επιτρέψουν στο θάλαμο "να εξαερωθεί". Αυτή η εξαέρωση θα αφαιρέσει οποιαδήποτε μόρια μέσα στο θάλαμο. Η επιφάνεια εργασίας, οι εσωτερικοί τοίχοι (μη συμπεριλαμβανομένου του διασκορπιστή φίλτρων ανεφοδιασμού) και η εσωτερική επιφάνεια του παραθύρου θα πρέπει να σκουπιστεί με αιθανόλη 70% (EtOH), ένα διάλυμα 1:100 της οικιακής χλωρίνης (δηλ., 0,05% υποχλωριώδες άλας νατρίου), ή άλλο απολυμαντικό όπως καθορίζεται από τον ερευνητή για να καλύψουν τις απαιτήσεις της ιδιαίτερης δραστηριότητας. Όταν η χλωρίνη χρησιμοποιείται, ένα δεύτερο σκούπισμα με το αποστειρωμένο ύδωρ απαιτείται για να αφαιρέσει το υπόλοιπο χλώριο, το οποίο μπορεί τελικά να διαβρώσει τις επιφάνειες ανοξείδωτου χάλυβα. Το σκούπισμα με μη-αποστειρωμένο ύδωρ μπορεί να επαναμολώνει τις επιφάνειες των θαλάμων.

Ομοίως οι επιφάνειες όλων των υλικών και τα εμπορευματοκιβώτια που τοποθετούνται στο θάλαμο πρέπει να σκουπιστούν με 70% EtOH για να μειώσουν την εισαγωγή των μολυσματικών παραγόντων στο περιβάλλον του θαλάμου. Η περαιτέρω μείωση του μικροβιακού φορτίου στα υλικά που τοποθετούνται ή που χρησιμοποιούνται

σε Β.Θ.Α μπορεί να επιτευχθεί από την περιοδική απολύμανση των επωαστήρων και των ψυγείων.

Ένα απορροφητικό ύφασμα πετσέτας και υποστηριγμένο με πλαστικό μπορεί να τοποθετηθεί στην επιφάνεια εργασίας (αλλά όχι στα μπροστινά ή οπίσθια ανοίγματα των κάγκελων). Αυτό το ύφασμα από πετσέτα διευκολύνει το στερεότυπο καθαρισμό και μειώνει το πιτσίλισμα και το σχηματισμό αερολύματος κατά τη διάρκεια ενός προφανούς χυσίματος. Μπορεί να διπλωθεί και να τοποθετηθεί σε μια αποστειρωμένη τσάντα βιοκινδύνου όταν ολοκληρώνεται η εργασία.

Όλα τα υλικά πρέπει να τοποθετηθούν τόσο μακριά πίσω στο θάλαμο όσο και πρακτικά, προς την οπίσθια άκρη της επιφάνειας εργασίας και μακριά από τα μπροστινά κάγκελα του θαλάμου (Σχ. 10.10).



Σ

ό σε

**Απορροφητικό μέσα σε μια κατηγορία II ΒΘΑ**

Οι καθαροί πολιτισμοί (αριστερά) μπορούν να εμβολιαστούν (κέντρο). Τα μολυσμένα σιφώνια μπορούν να απορριφθούν στο ρηχό δοχείο και άλλα μολυσμένα υλικά μπορούν να τοποθετηθούν στην τσάντα βιοκινδύνου (δεξιά). Αυτή η ρύθμιση αντιστρέφεται για τα αριστερόχειρα άτομα.

Ο εξοπλισμός παραγωγής αερολύματος (π.χ., τα περιστροφικά, η πάνω επιφάνεια τραπέζιου φυγοκέντρωσης) πρέπει να τοποθετηθεί προς το οπίσθιο τμήμα του θαλάμου για να εκμεταλλευθεί τη διάσπαση αέρα που περιγράφεται στην παράγραφο 10.2. Η ενεργός εργασία πρέπει να ρεύσει από την καθαρή προς τη μολυσμένη περιοχή πέρα από την επιφάνεια εργασίας. Τα ογκώδη στοιχεία όπως οι τσάντες βιοκινδύνου, απορρίπτουν τους δίσκους σιφωνίων και οι φιάλες συλλογής αναρρόφησης πρέπει να τοποθετηθούν σε μια πλευρά του εσωτερικού του θαλάμου.

Ορισμένες κοινές πρακτικές παρεμποδίζουν τη λειτουργία του Β.Θ.Α. Η αποστειρωμένη τσάντα συλλογής βιοκινδύνου δεν πρέπει να δεθεί με ταινία έξω από το θάλαμο. Τα όρθια εμπορευματοκιβώτια συλλογής σιφωνίων δεν πρέπει να χρησιμοποιηθούν σε Β.Θ.Α ούτε να τοποθετηθούν στο πάτωμα έξω από το θάλαμο.. Μόνο το οριζόντιο σιφώνιο απορρίπτει τους δίσκους που περιέχουν ένα κατάλληλο χημικό απολυμαντικό και πρέπει να χρησιμοποιηθεί μέσα στο θάλαμο. Επιπλέον, τα ενδεχομένως μολυσμένα υλικά δεν πρέπει να εξέλθουν από το θάλαμο έως ότου να απολυμανθεί η επιφάνεια. Εναλλακτικά, τα μολυσμένα υλικά μπορούν να τοποθετηθούν σε ένα κλειστό εμπορευματοκιβώτιο για τη μεταφορά τους σε έναν επωαστήρα, συσκευή αποστείρωσης ή για άλλη επεξεργασία απολύμανσης.

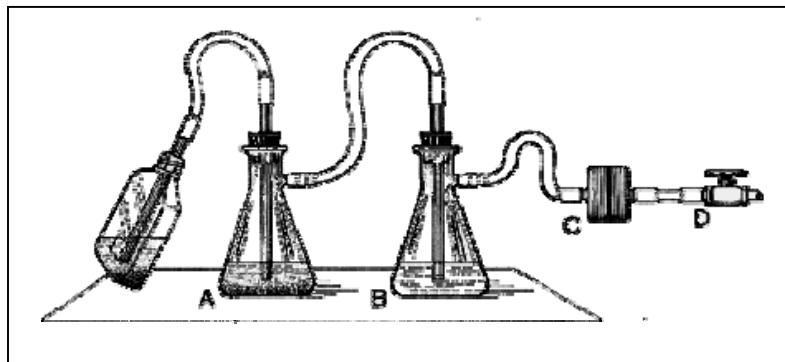
Πολλές διαδικασίες που γίνονται σε ένα Β.Θ.Α μπορούν να δημιουργήσουν πιτσιλισμα ή αερολύματα. Οι καλές μικροβιολογικές τεχνικές πρέπει πάντα να χρησιμοποιούνται κατά την εργασία σε ένα βιολογικό θάλαμο ασφάλειας. Παραδείγματος χάριν, οι τεχνικές που μειώνουν το πιτσιλισμα και την παραγωγή αερολύματος θα ελαχιστοποιήσουν τη δυνατότητα για την έκθεση προσωπικού στα μολυσματικά υλικά που χειρίζονται μέσα στο θάλαμο.

Η ροή εργασίας πρέπει να γίνεται από το "καθαρό" στο "μολυσμένο (βρώμικο)" (Σχ. 10.10). Τα υλικά και οι προμήθειες πρέπει να τοποθετηθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να περιοριστεί η μετακίνηση των "βρώμικων" στοιχείων πέρα από τα "καθαρά".

Διάφορα μέτρα μπορούν να ληφθούν για να μειώσουν την πιθανότητα για την παράλληλη μόλυνση κατά την εργασία σε ένα Β.Θ.Α. Οι ανοιγμένοι σωλήνες ή τα μπουκάλια δεν πρέπει να συγκρατούνται σε μια κάθετη θέση. Οι ερευνητές που εργάζονται με τα πιάτα Petri και τα πιάτα καλλιέργειών ιστού πρέπει να κρατήσουν το καπάκι επάνω από την ανοικτή αποστειρωμένη επιφάνεια για να ελαχιστοποιήσουν την άμεση ενσφήνωση της κάθετης ροής του αέρα. Τα καλύμματα μπουκαλιών ή σωλήνων δεν πρέπει να τοποθετηθούν σε απορροφητικό ύφασμα πετσέτας. Τα στοιχεία πρέπει να κατακωθούν ή να καλυφθούν το συντομότερο δυνατόν.

Οι ανοικτές φλόγες δεν απαιτούνται στο κοντινό περιβάλλον που είναι ελεύθερο από μικρόβια ενός βιολογικού θαλάμου ασφάλειας. Σε έναν ανοικτό πάγκο, που φλέγεται μια περιοχή ενός δοχείου πολιτισμού θα δημιουργήσει ένα ανοδικό ρεύμα αέρα που αποτρέπει τους μικροοργανισμούς στο να περιέλθουν στο σωλήνα ή τη φιάλη. Μια ανοικτή φλόγα σε ένα Β.Θ.Α, εντούτοις, δημιουργεί αναταραχή που αναστατώνει το σχέδιο παροχής του φιλτραρισμένου με HEPA αέρα στην επιφάνεια εργασίας. Όταν κριθεί απολύτως απαραίτητο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν μικροκαυστήρες με πλάκες αφής που είναι εφοδιασμένοι με ένα καθοδηγητικό φως για να παρέχουν μια φλόγα όταν χρειάζεται. Η εσωτερική διαταραχή αέρα του θαλάμου και η συσσώρευση θερμότητας θα ελαχιστοποιηθούν. Ο καυστήρας πρέπει να σβήσει όταν ολοκληρώνεται η εργασία. Οι μικροί ηλεκτρικοί "φούρνοι" είναι διαθέσιμοι για την απολύμανση των βακτηριολογικών βρόχων και των βελόνων και είναι προτιμότεροι από μια ανοικτή φλόγα μέσα στο Β.Θ.Α. Οι μίας χρήσης αποστειρωμένοι βρόχοι μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν.

Τα μπουκάλια των συσκευών αναπνοής ή οι φιάλες αναρρόφησης πρέπει να συνδεθούν με μια φιάλη συλλογής υπερχειλίσης που περιέχει το κατάλληλο απολυμαντικό και με ένα ευθύγραμμο HEPA ή ένα ισοδύναμο φίλτρο (Σχ. 10.11).



**Σχήμα 10.11 Μέθοδος για να προστατευτεί ένα κενό σύστημα σπιτιών κατά τη διάρκεια της αναρρόφησης των μολυσματικών ρευστών.**

Η αριστερή φιάλη αναρρόφησης (Α) χρησιμοποιείται για να συλλέξει τα μολυσμένα ρευστά σε ένα κατάλληλο διάλυμα απολύμανσης. Η δεξιά φιάλη χρησιμεύει ως ένα ρευστό δοχείο συλλογής υπερχειλίσης. Ένα γυαλί sprarger στη φιάλη (Β) ελαχιστοποιεί το πιτσίλισμα. Ένα ευθύγραμμο φίλτρο HEPA (C) χρησιμοποιείται για να προστατεύσει το κενό σύστημα (D) από τους ψεκασμένους μικροοργανισμούς.

Αυτός ο συνδυασμός θα παράσχει την προστασία στο κεντρικό κενό σύστημα οικοδόμησης ή την αντλία κενού, καθώς επίσης και στο προσωπικό που συντηρεί αυτόν τον εξοπλισμό. Η αδρανοποίηση των απορροφημένων υλικών μπορεί να ολοκληρωθεί με την τοποθέτηση ικανοποιητικού χημικού διαλύματος απολύμανσης στη φιάλη για να σκοτώσει τους μικροοργανισμούς καθώς συλλέγονται. Μόλις εμφανιστεί η αδρανοποίηση, τα υγρά υλικά μπορούν να αφαιρεθούν ως μη μολυσματικά απόβλητα.

Οι ερευνητές πρέπει να καθορίσουν την κατάλληλη μέθοδο για τα απολυμαντικά υλικά που θα αφαιρεθούν από το Β.Θ.Α. Όταν τα χημικά μέσα είναι κατάλληλα, το κατάλληλο υγρό απολυμαντικό πρέπει να τοποθετηθεί στον δίσκο απόρριψης προτού να αρχίσει η εργασία. Τα στοιχεία πρέπει να εισαχθούν στο δίσκο με το ελάχιστο πιτσίλισμα και τον κατάλληλο χρόνο επαφών σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Εναλλακτικά, τα υγρά μπορούν να αποστειρωθούν πριν από τη διάθεση. Τα μολυσμένα στοιχεία πρέπει να τοποθετηθούν σε μια τσάντα βιοκινδύνου ή να απορρίψουν το δίσκο μέσα στο ΒΘΑ. Το ύδωρ πρέπει να προστεθεί στην τσάντα ή το δίσκο πριν από την αποστείρωση.

Όταν μια συσκευή αποστείρωσης ατμού πρόκειται να χρησιμοποιηθεί, τα μολυσμένα υλικά πρέπει να τοποθετηθούν σε μια τσάντα βιοκινδύνου ή στο τηγάνι απόρριψης που περιέχει αρκετό ύδωρ για να εξασφαλίσουν παραγωγή ατμού κατά τη διάρκεια του κύκλου αποστείρωσης. Η τσάντα πρέπει να δεθεί με ταινία αεροστεγώς ή το τηγάνι απόρριψης πρέπει να καλυφθεί στο Β.Θ.Α πριν από την αφαίρεση στη συσκευή αποστείρωσης. Η τσάντα πρέπει να μεταφερθεί και να αποστειρωθεί σε έναν δίσκο ή ένα τηγάνι αδιαπέραστο από διαρροές. Είναι μια συνετή πρακτική να απολυμανθεί η εξωτερική επιφάνεια των τσαντών και των τηγανιών ακριβώς πριν από την αφαίρεση από το θάλαμο.

#### ***Απολύμανση επιφάνειας***

Όλα τα εμπορευματοκιβώτια και ο εξοπλισμός πρέπει να απολυμανθούν επιφανειακά και να αφαιρεθούν από το θάλαμο όταν ολοκληρώνεται η εργασία. Στο τέλος της ημέρας εργασίας, η τελική απολύμανση επιφάνειας του θαλάμου πρέπει να περιλάβει ένα σκούπισμα προς τα κάτω της επιφάνειας εργασίας, των πλευρών και της πλάτης του θαλάμου και του εσωτερικού του γυαλιού. Εάν είναι απαραίτητο, ο θάλαμος πρέπει επίσης να ελεγχθεί για τη ραδιενέργεια και να απολυμανθεί όταν χρειάζεται. Οι ερευνητές πρέπει να αφαιρέσουν τα γάντια και τις ποδιές τους με έναν τρόπο για να αποτρέψουν τη μόλυνση της μη προστατευμένης περιοχής δέρματος και να πλύνουν τα χέρια τους ως τελικό βήμα στις ασφαλείς μικροβιολογικές τεχνικές.

Τα μικρά χυσίματα μέσα στο Β.Θ.Α μπορούν να αντιμετωπιστούν αμέσως με την αφαίρεση του μολυσμένου απορροφητικού χαρτιού και την τοποθέτηση του στην τσάντα βιοκινδύνου. Οποιοδήποτε πιτσίλισμα επάνω στα αντικείμενα που γίνεται μέσα στο θάλαμο, καθώς επίσης και στο εσωτερικό του θαλάμου, πρέπει να σκουπιστούν αμέσως με μια πετσέτα που υγραίνεται με το διάλυμα απολύμανσης. Τα γάντια πρέπει να αλλάξουν αφότου απολυμαίνεται η επιφάνεια εργασίας και πριν τοποθετεί καθαρό

απορροφητικό ύφασμα στο θάλαμο. Τα χέρια πρέπει να πλένονται όποτε τα γάντια αλλάζουν ή αφαιρούνται.

Όλα τα αντικείμενα μέσα στο θάλαμο πρέπει να απολυμανθούν επιφανειακά και να αφαιρεθούν.

Είκοσι έως τριάντα λεπτά θεωρείται γενικά ένας κατάλληλος χρόνος επαφής για την απολύμανση, αλλά αυτό ποικίλλει ανάλογα με το απολυμαντικό και τον μικροβιολογικό παράγοντα. Οι οδηγίες του κατασκευαστή πρέπει να ακολουθούνται. Το χυμένο υγρό και το απολυμαντικό διάλυμα στην επιφάνεια εργασίας πρέπει να απορροφηθεί με τα απορροφητικά χαρτιά και να εκκενωθεί σε μια τσάντα βιοκινδύνου.

Εάν το χυμένο υγρό περιέχει ραδιενεργό υλικό, μια παρόμοια διαδικασία μπορεί να ακολουθηθεί. Το προσωπικό ασφάλειας ακτινοβολίας πρέπει να έρθει σε επαφή για τις συγκεκριμένες οδηγίες.

#### ***Απολύμανση αερίου***

Οι Β.Θ.Α που έχουν χρησιμοποιηθεί για την εργασία που περιλαμβάνει μολυσματικά υλικά πρέπει να απολυμανθούν προτού να αλλάξουν τα φίλτρα HEPA ή να γίνει η εσωτερική εργασία επισκευής. Προτού να επανεντοπιστεί ένα Β.Θ.Α, μια αξιολόγηση του κινδύνου που εξετάζει τους παράγοντες που χειρίζονται μέσα στο Β.Θ.Α πρέπει να γίνει για να καθορίσει την ανάγκη για απολύμανση. Η πιο κοινή μέθοδος απολύμανσης χρησιμοποιεί το αέριο φορμαλδεϋδης, αν και πιο πρόσφατα ο ατμός υπεροξειδίου υδρογόνου έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς. Αυτός ο περιβαλλοντικά ήπιος ατμός είναι χρήσιμος στην απολύμανση φίλτρων HEPA και στις αίθουσες απομόνωσης.

### **10.4 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ Β.Θ.Α**

Εκτιμώντας ότι οι βιολογικοί θάλαμοι ασφάλειας θεωρούνται το αρχικό εμπόδιο ασφάλειας για το χειρισμό των μολυσματικών υλικών, το ίδιο το εργαστηριακό δωμάτιο θεωρείται το δεύτερο εμπόδιο ασφάλειας. Η εσωτερική κατευθυντική ροή αέρα καθιερώνεται με την εξάντληση ενός μεγαλύτερου όγκου του αέρα που παρέχεται σε ένα δεδομένο εργαστήριο και με το σχεδιασμό σύνθεσης του αέρα από το παρακείμενο όγκο. Αυτό είναι προαιρετικό στο BSL-2 (επίπεδο βιοασφάλειας 2) αλλά στο BSL-3 πρέπει να διατηρηθεί. Η ισορροπία αέρα για ολόκληρη τη κτιριακή εγκατάσταση πρέπει να καθιερωθεί και να διατηρηθεί για να εξασφαλίσει ότι η ροή αέρα είναι από τις περιοχές με τη λιγότερη προς στις περιοχές με τη μεγαλύτερη μόλυνση.

Στο BSL-3 και BSL-4, ο εργαστηριακός αέρας εξάτμισης πρέπει να εξαντληθεί άμεσα δεδομένου ότι θεωρείται ενδεχομένως μολυσμένος. Αυτή η έννοια αναφέρεται ως ένα σύστημα εξάτμισης μονού περάσματος. Ο εξατμισμένος αέρας δωματίου μπορεί να φιλτραριστεί με φίλτρα HEPA όταν απαιτείται ένα υψηλό επίπεδο συγκράτησης αερολύματος, το οποίο πάντα απαιτητέ στο BSL-4 και είναι προαιρετικό στο BSL-3.

Το σύστημα εξάτμισης δωματίων πρέπει να ταξινομηθεί για να χειριστεί και το δωμάτιο και όλες τις συσκευές συγκράτησης που αερίζονται μέσω του συστήματος. Επαρκής αέρας ανεφοδιασμού πρέπει να παρασχεθεί για να εξασφαλίσει κατάλληλη λειτουργία του συστήματος εξάτμισης. Ο μηχανικός της εγκατάστασης πρέπει να ερωτηθεί πριν εντοπιστεί ένας νέος θάλαμος που απαιτεί τη σύνδεση στο σύστημα εξάτμισης οικοδόμησης. Ο αέρας εξάτμισης οικοδόμησης πρέπει να απαλλαγθεί μακριά από τους αεραγωγούς εισαγωγής ανεφοδιασμού, για να αποτρέψει την παράσυρση του εξατμισμένου εργαστηριακού αέρα πίσω στο σύστημα παροχής αέρα οικοδόμησης.



Οι υπηρεσίες χρησιμότητας που απαιτούνται μέσα σε ένα Β.Θ.Α πρέπει να προγραμματιστούν προσεκτικά. Η προστασία των κενών συστημάτων πρέπει να εξεταστεί (Σχ 10.11). Οι ηλεκτρικές έξοδοι μέσα στο θάλαμο πρέπει να προστατευθούν από τους διακόπτες κυκλωμάτων επίγειων ελαττωμάτων και πρέπει να παρασχεθούν από ένα ανεξάρτητο κύκλωμα. Όταν το αέριο προπανίου παρέχεται, μια σαφώς αξιοπρόσεκτη βαλβίδα κλεισίματος αερίου έκτακτης ανάγκης πρέπει να εγκατασταθεί έξω από το θάλαμο για την πυρασφάλεια. Θεωρήστε μια χρονομετρημένη βαλβίδα κλεισίματος για την υπηρεσία αερίου. Ο συμπιεσμένος αέρας δεν πρέπει να παρασχεθεί λόγω της πιθανότητας για την παραγωγή αερολύματος σε περίπτωση που ένα διατηρημένο, σε σταθερή ατμοσφαιρική πίεση, δοχείο πέσει.

Οι υπεριώδεις (UV) λαμπτήρες δεν απαιτούνται στους Β.Θ.Α. Εάν είναι εγκατεστημένοι, οι λαμπτήρες UV πρέπει να καθαρίζονται εβδομαδιαία για να αφαιρείται οποιαδήποτε σκόνη και βρωμιά που μπορεί να εμποδίσει την αποτελεσματικότητα των μικροβιοκτόνων του υπεριώδους φωτός. Οι λαμπτήρες πρέπει να ελέγχονται περιοδικά με έναν μετρητή για να εξασφαλίσουν ότι η κατάλληλη ένταση του UV φωτός εκπέμπεται. Οι λαμπτήρες UV πρέπει να κλείνουν όταν το δωμάτιο είναι απασχολημένο για να προστατεύσει τα μάτια και το δέρμα από την UV έκθεση, η οποία μπορεί να κάνει τον κερατοειδή χιτώνα και να προκαλέσει καρκίνο του δέρματος.

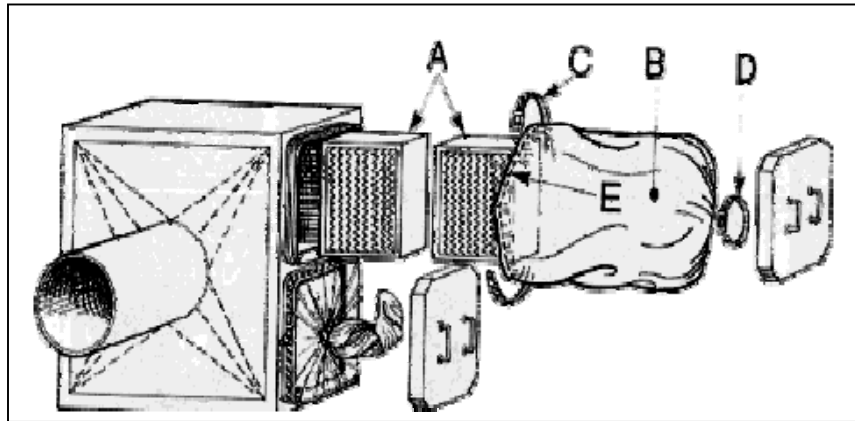
Οι βιολογικοί θάλαμοι ασφάλειας αναπτύχθηκαν ως σταθμοί εργασίας για να παρέχετε προστασία στο προσωπικό, στο προϊόν αλλά και στο περιβάλλον κατά τη διάρκεια του χειρισμού των μολυσματικών μικροοργανισμών. Ορισμένες εκτιμήσεις πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν για να εξασφαλίσουν μέγιστη αποτελεσματικότητα αυτών των αρχικών εμποδίων. Όποτε είναι δυνατόν, ένας επαρκής καθαρισμός πρέπει να παρασχεθεί πίσω και σε κάθε πλευρά του θαλάμου για να επιτρέψει την εύκολη πρόσβαση για τη συντήρηση και για να εξασφαλίσει ότι η επιστροφή αέρα στο εργαστήριο δεν εμποδίζεται. Μια εκκαθάριση 12 ως 14 ιντσών επάνω από το θάλαμο μπορεί να απαιτηθεί για να επιτρέψει την ακριβή μέτρηση ταχύτητας αέρα πέρα από την επιφάνεια φίλτρων εξάτμισης και τις αλλαγές φίλτρων εξάτμισης. Όταν ο Β.Θ.Α διοχετεύεται σκληρά ή συνδέεται με μια μονάδα δακτυλήθρων με το σύστημα εξαερισμού, πρέπει να παρασχεθεί επαρκής χώρος έτσι ώστε η διαμόρφωση της εργασίας αγωγών να μην παρεμποδίσει τη ροή αέρα. Η μονάδα δακτυλήθρων πρέπει να παρέχει πρόσβαση στο φίλτρο εξάτμισης για τη δοκιμή του φίλτρου HEPA.

Η ιδανική θέση για τον βιολογικό θάλαμο ασφάλειας είναι να απομακρυνθεί από την είσοδο (δηλ., το οπίσθιο τμήμα του εργαστηρίου να είναι μακριά από την κυκλοφορία), δεδομένου ότι το περπάτημα ανθρώπων που είναι παράλληλο στο πρόσωπο ενός Β.Θ.Α μπορεί να αναστατώσει την κουρτίνα αέρος. Η κουρτίνα αέρος που δημιουργείται στο μέτωπο του θαλάμου είναι αρκετά εύθραυστη, ανερχόμενη σε ονομαστική εσωτερική και με ταχύτητα προς τα κάτω 1 mph. Τα ανοικτά παράθυρα, οι κατάλογοι παροχής αέρα ή ο εργαστηριακός εξοπλισμός που δημιουργούν τη μετακίνηση αέρα (π.χ., φυγόκεντροι, αντλίες κενού) δεν πρέπει να βρεθούν κοντά στο Β.Θ.Α. Ομοίως, οι χημικές κουκούλες καπνών δεν πρέπει να βρεθούν κοντά στους Β.Θ.Α.

Τα φίλτρα HEPA, είτε είναι μέρος ενός συστήματος εξάτμισης οικοδόμησης είτε μέρος ενός θαλάμου, θα απαιτήσουν την αντικατάσταση όταν φορτώσουν μέχρι το σημείο που η ικανοποιητική ροή αέρα δεν μπορεί πλέον να διατηρηθεί. Τα φίλτρα πρέπει να απολυμανθούν πριν από την αφαίρεση. Για να περιέχουν το αέριο φορμαλδεΐδης που χρησιμοποιείται χαρακτηριστικά για τη μικροβιολογική απολύμανση, τα συστήματα

εξάτμισης που περιέχουν τα φίλτρα HEPA απαιτούν τις αεροστεγείς διατάξεις απόσβεσης για να εγκατασταθούν και από το σημείο εισαγωγής και από την πλευρά απαλλαγής των φίλτρων κατοικίας. Αυτό εξασφαλίζει συγκράτηση του αερίου μέσα στο φίλτρο κατοικίας κατά τη διάρκεια της απολύμανσης. Οι πίνακες επιτροπής πρόσβασης στην κατοικία φίλτρων επιτρέπουν επίσης τη δοκιμή απόδοσης του φίλτρου HEPA (βλέπε Παράγραφο 10.5).

Μια τσάντα συναρμολόγησης φίλτρων (BIBO) που μπαίνει και βγαίνει (Σχ. 10.12) μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε καταστάσεις όπου η δύλιση με φίλτρα HEPA είναι απαραίτητη για τις διαδικασίες που περιλαμβάνουν επικίνδυνα βιολογικά υλικά και επικίνδυνες ή τοξικές χημικές ουσίες.



**Σχήμα 10.12 Τσάντα περίφραξης Φίλτρων που μπαίνει και βγαίνει επιτρέποντας την αφαίρεση του μολυσμένου φίλτρου χωρίς έκθεση των εργαζομένων (Α. Φίλτρα, Β. Τσάντες, C. Λουριά ασφάλειας, D. Λουριά στενού σφιξίματος, E. Το σκονιά κλονισμού που βρίσκεται στο στόμα της τσάντας PVC περιορίζει την τσάντα γύρω από το δεύτερο πλευρό του χειλιού κατοικίας.**

Το σύστημα BIBO χρησιμοποιείται όταν δεν είναι δυνατό να απολυμανθούν τα φίλτρα HEPA με το αέριο φορμαλδεΰδης ή όταν έχουν χρησιμοποιηθεί επικίνδυνες τοξικές χημικές ουσίες στο Β.Θ.Α, παρέχοντας την προστασία ενάντια στην έκθεση για το προσωπικό συντήρησης και το περιβάλλον.

## 10.5 ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ Β.Θ.Α

Η εξέλιξη του εξοπλισμού συγκράτησης για την ποικίλη έρευνα και τις διαγνωστικές εφαρμογές δημιούργησε την ανάγκη για συνέπεια στην κατασκευή, πιστοποίηση και απόδοση. Ένα Ομοσπονδιακό πρότυπο αναπτύχθηκε για να καθιερώσει τις κατηγορίες καθαρότητας του αέρα και τις μεθόδους παρακολούθησης για τους καθαρούς σταθμούς εργασίας και τα καθαρά δωμάτια όπου τα φίλτρα HEPA χρησιμοποιούνται για να ελέγξουν τα αερομεταφερόμενα μόρια.

Το πρώτο "πρότυπο" που αναπτύσσεται συγκεκριμένα για Β.Θ.Α κατηγορίας II τύπου A, έχει ένα σταθερό ή αρθρωμένο μπροστινό παράθυρο ή μια κάθετη κινούμενη ζώνη, μια κάθετη προς τα κάτω στρωτή ροή αέρος, μια φιλτραρισμένη με HEPA παροχή αέρα και μια εξάτμιση. Αυτή η οδηγία διευκρίνισε τα κριτήρια σχεδίου και καθόρισε τις δοκιμές πρωτοτύπων για τη μικροβιολογική πρόκληση αερολύματος, τα σχεδιαγράμματα

ταχύτητας και τη δοκιμή διαρροών των φίλτρων HEPA. Μια παρόμοια προδιαγραφή προμήθειας παρήχθη όταν αναπτύχθηκε ο θάλαμος της κατηγορίας II τύπου B1.

Το Πρότυπο αριθ. 49 του Εθνικού Ιδρύματος Υγιεινής (ΕΙΥ διεθνές) για την κατηγορία II (ελασματική ροή) Ερμάρια Βιοκινδύνου δημοσιεύθηκε αρχικά το 1976, παρέχοντας το πρώτο ανεξάρτητο πρότυπο για το σχέδιο, την κατασκευή και τη δοκιμή του Β.Θ.Α. Αυτό το πρότυπο "αντικατέστησε" τις προδιαγραφές της ΝΙΗ οι οποίες χρησιμοποιούνταν από άλλα ιδρύματα και οργανώσεις που αγόραζαν Β.Θ.Α. Το πρότυπο 49 του ΕΙΥ ενσωματώνει τις προδιαγραφές σχετικά με το σχέδιο, τα υλικά και την κατασκευή. Αυτό το Πρότυπο για τους βιολογικούς θαλάμους ασφάλειας καθιερώνει τα κριτήρια απόδοσης και παρέχει τις ελάχιστες απαιτήσεις που είναι αποδεκτές στις Ηνωμένες Πολιτείες. Οι θάλαμοι που ανταποκρίνονται στα πρότυπα και πιστοποιούνται από το ΕΙΥ φέρουν μια σφραγίδα του ΕΙΥ 49.

Το Πρότυπο αριθ. 49 αναφέρεται σε όλα τα πρότυπα θαλάμων της κατηγορίας II (τύπος A, B1, B2, και B3) και απαριθμεί μια σειρά προδιαγραφών σχετικά με:

- Σχέδιο / κατασκευή,
- Απόδοση,
- Συστάσεις εγκατάστασης,
- Συνιστώμενη μικροβιολογική διαδικασία απολύμανσης και
- Αναφορές και προδιαγραφές σχετικά με τα Ερμάρια Βιοκινδύνου της κατηγορίας II.

Πρόσφατα αναθεωρημένα το 1992 (με μια νέα αναθεώρηση που έγινε το 2000), αυτό το Πρότυπο αναθεωρείται περιοδικά από μια οργανωτική επιτροπή για να εξασφαλίσουν ότι παραμένει σύμφωνο με την ανάπτυξη των τεχνολογιών.

Η λειτουργική ακεραιότητα ενός νέου Β.Θ.Α πρέπει να επικυρωθεί προτού να τεθεί σε υπηρεσία ή αφότου έχει επισκευαστεί ένας θάλαμος ή έχει επανεντοπιστεί. Ο επανεντοπισμός ενός Β.Θ.Α μπορεί να σπάσει τις σφραγίδες των φίλτρων HEPA ή ειδάλλως να βλάψει τα φίλτρα ή το θάλαμο. Κάθε Β.Θ.Α πρέπει να εξεταστεί και να πιστοποιηθεί τουλάχιστον ετησίως για να εξασφαλίσει τη συνεχή κατάλληλη λειτουργία του.

Επιτόπια δοκιμή ακολουθώντας τις συστάσεις για τη δοκιμή πεδίων (ΕΙΥ Πρότυπο 49) πρέπει να εκτελεστούν από πεπειραμένο, καταρτισμένο προσωπικό. Η επιλογή ικανών ατόμων για να εκτελέσουν τις δοκιμές και την πιστοποίηση είναι σημαντική και προτείνεται ο καθιερωμένος προϊστάμενος βιοασφάλειας να συμβάλει στον προσδιορισμό των επιχειρήσεων που είναι ικανές να διευθύνουν τις απαραίτητες δοκιμές.

Συνιστάται έντονα όποτε είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται τα αναγνωρισμένα πιστοποιητικά τομέων για να εξετάσουν και να πιστοποιήσουν τον Β.Θ.Α εάν το εσωτερικό προσωπικό προσχηματίζει τις πιστοποιήσεις. Η σημασία της κατάλληλης πιστοποίησης δεν μπορεί να υπογραμμιστεί αρκετά, δεδομένου ότι τα πρόσωπα που χειρίζονται τους μολυσματικούς μικροοργανισμούς διατρέχουν τον αυξανόμενο κίνδυνο να αποκτήσουν μια επαγγελματική ασθένεια όταν λειτουργούν εσφαλμένα οι Β.Θ.Α τους.

Οι ετήσιες δοκιμές εφαρμόσιμες σε κάθε μια από τις τρεις κατηγορίες βιολογικών θαλάμων ασφάλειας παρατίθενται στον Πίνακα 10.3. Οι Β.Θ.Α αποδίδουν καλά όταν ακολουθούνται οι κατάλληλες ετήσιες διαδικασίες πιστοποίησης.

Δοκιμές που εκτελούνται για	B.Θ.A		
	Κατ. I	Κατ. II	Κατ. III
<b>Αρχική συγκράτηση</b>			
Ακεραιότητα θαλάμου	N/A	A	A
Διαρροή φίλτρων HEPA	Req	Req	Req
Σχεδιάγραμμα ταχύτητας κάθετης ροής	A	Req	Req
Αρνητική πίεση/ ποσοστό εξαερισμού	B	A	Req
Σχέδια καπνού ροών αέρος	Req	Req	E/F
Συναγερμοί και συναρμολογήσεις	C, D	C, D	Req
<b>Ηλεκτρική ασφάλεια</b>			
Ηλεκτρική διαρροή, κ.λπ.	E, D	E, D	E, D
Σφάλμα του διακόπτη γείωσης	D	D	D
<b>Άλλα</b>			
Ένταση φωτός	E	E	E
Ένταση ακτίνας UV	C, E	C, E	C, E
Επίπεδο θορύβου	E	E	E
Δόνηση	E	E	E
<b>Έλεγχος</b>	<b>Συχνότητα</b>		
Req	Απαιτούμενος κατά τη διάρκεια της πιστοποίησης.		
A	Απαιτούμενος για την κατάλληλη πιστοποίηση εάν ο θάλαμος είναι νέος, ή έχει κινηθεί.		
B	Εάν χρησιμοποιείται με τα γάντια.		
C	Εάν συστήνετε		
D	Ενθαρρυμένος για την ηλεκτρική ασφάλεια.		
E	Προαιρετικός, στην κρίση του χρήστη		
F	Χρησιμοποιημένος για να καθορίσει τη διανομή αέρα μέσα στον θάλαμο για τις καθαρές έως τις βρώμικες διαδικασίες.		
N/A	Μη εφαρμόσιμος		

### Πίνακας 10.3 Δοκιμές που εφαρμόζονται στις τρεις κατηγορίες των B.Θ.A

Οι B.Θ.A είναι η αρχική συσκευή συγκράτησης που προστατεύουν τον εργαζόμενο, το προϊόν και το περιβάλλον από την έκθεση στους μικροβιολογικούς παράγοντες. Το επίπεδο σκοπού και αποδοχής των δοκιμών απόδοσης (Πίνακας 10.3) πρόκειται να εξασφαλίσει την ισορροπία του αέρα εισροής και εξάτμισης, τη διανομή του αέρα επάνω στην επιφάνεια εργασίας και την ακεραιότητα του θαλάμου. Άλλες δοκιμές ελέγχουν τα ηλεκτρικά και φυσικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα του B.Θ.A.

Μερικά Β.Θ.Α έχουν τους λαμπτήρες UV. Όταν χρησιμοποιούνται, πρέπει να εξεταστούν περιοδικά για να εξασφαλίσουν ότι η ενεργειακή παραγωγή τους είναι επαρκής για να σκοτώσει τους μικροοργανισμούς. Αφού κλειστεί και κρώσει, η επιφάνεια στο βολβό πρέπει να καθαριστεί με την αιθανόλη 70% πριν από την εκτέλεση αυτής της δοκιμής. Πέντε λεπτά αφότου έχει ανοιχτεί ο λαμπτήρας, ο αισθητήρας του UV μετρητή τοποθετείται στο κέντρο της επιφάνειας εργασίας. Η παραγωγή ακτινοβολίας δεν πρέπει να είναι λιγότερο από 40 microwatts ανά τετραγωνικό εκατοστόμετρο σε 254 nanometers (nm). Τέλος τα ακριβή αποτελέσματα της δοκιμής μπορούν να βεβαιωθούν μόνο όταν διατηρείται κατάλληλα ο εξοπλισμός δοκιμής και βαθμολογείται. Είναι κατάλληλο να ζητηθούν οι πληροφορίες βαθμολόγησης για τον εξοπλισμό δοκιμής που χρησιμοποιείται από τον πιστοποιητή.

## 11. ΦΙΛΤΡΑ ΒΙΟΑΣΦΑΛΕΙΑΣ HEPA

Από τις πιο πρόωρες εργαστήριο-επίκτητες τυφοειδείς μολύνσεις, στους κινδύνους που τίθενται από τους σημερινούς ανθεκτικούς στα αντιβιοτικά βακτηρίδια και τους γρήγορα-μεταλλασόμενους ιούς, οι απειλές στην ασφάλεια εργαζομένων έχουν τονώσει την ανάπτυξη και τον καθαρισμό των θαλάμων βιολογικής ασφάλειας στους οποίους οι μολυσματικοί μικροοργανισμοί θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν ακίνδυνα. Η εξέταση με τις κυτταροκαλλιέργειες, η ανάγκη να διατηρηθούν οι αποστειρωμένες γραμμές κυττάρων και η ανάγκη να ελαχιστοποιηθεί η παράλληλη μόλυνση για να διατηρήσουν την ακεραιότητα προϊόντων προκάλεσαν τον σχεδιασμό των θαλάμων βιολογικής ασφάλειας.

Η χρήση των κατάλληλων μικροβιολογικών διαδικασιών, των αποστειρωμένων τεχνικών και του εξοπλισμού (όπως περιγράφεται στο BMBL) δεν μπορεί να δώσει υπερβολική έμφαση στην παροχή της προστασίας προσωπικού και της προστασίας του περιβάλλοντος. Παραδείγματος χάριν, τα μεγάλης ταχύτητας περιστροφικά σχεδιασμένα για να μειώσουν την παραγωγή αερολύματος, οι βελόνες που κλειδώνουν τις σύριγγες, οι μικροκαυστήρες, και η ασφάλεια της φυγοκέντρωσης είναι μεταξύ των συσκευών εφαρμοσμένης μηχανικής που προστατεύουν τον εργαστηριακό χώρο. Εντούτοις, το πιο ουσιαστικό κομμάτι του εξοπλισμού συγκράτησης είναι ο βιολογικός θάλαμος ασφάλειας στο οποίο εκτελούνται οι χειρισμοί των μικροοργανισμών.

### Υπόβαθρο

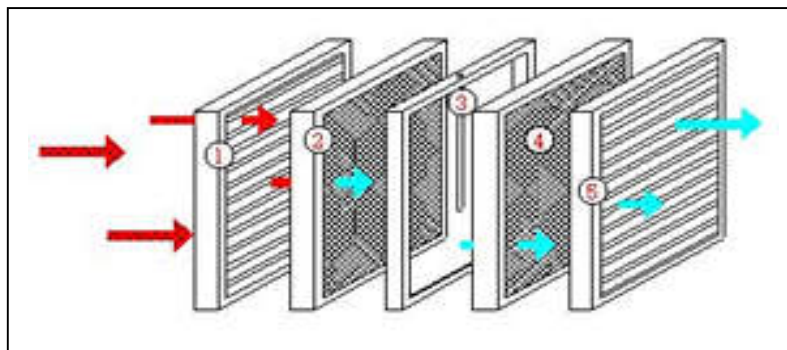
Οι πρόωροι θαλαμίσκοι καθαρού αέρα σχεδιάστηκαν περισσότερο για να προστατεύσουν τα υλικά που χειρίζονται, από τη μόλυνση (π.χ., από το δωμάτιο ή από τον εργαζόμενο), παρά για να προστατεύσουν τον εργαζόμενο από τον κίνδυνο να χειρίζεται τα υλικά αυτά. Ο φιλτραρισμένος αέρας οδηγείτε διαμέσου της επιφάνειας εργασίας κατευθείαν στον εργαζόμενο. Επομένως, αυτοί οι θαλαμίσκοι δεν θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για το χειρισμό των μολυσματικών παραγόντων, επειδή ο εργαζόμενος θα ήταν σε ένα μολυσμένο ρεύμα αέρα.

Για να προστατεύσει τον εργαζόμενο κατά τη διάρκεια των χειρισμών των μολυσματικών παραγόντων, ένας μικρός τερματικός σταθμός απαιτήθηκε που θα μπορούσε να εγκατασταθεί στα υπάρχοντα εργαστήρια με μία ελάχιστη τροποποίηση στο δωμάτιο. Τα πιο πρόωρα σχέδια για τις αρχικές συσκευές συγκράτησης ήταν ουσιαστικά μη αεριζόμενα "κιβώτια" που χτίστηκαν από ξύλο και αργότερα ανοξείδωτο χάλυβα,

μέσα στον οποίο θα μπορούσαν να ολοκληρωθούν απλές διαδικασίες όπως ζυγίζοντας υλικά.

Οι πρόωρες εκδόσεις των αερισμένων θαλάμων δεν είχαν την επαρκή και ελεγχόμενη κατευθυντική μετακίνηση αέρα και χαρακτηρίστηκαν από τη ροή μαζικού αέρα με τους ευρέως ποικίλους όγκους αέρα στις ενάρξεις. Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της ροής μαζικού αέρα στον θάλαμο προστέθηκε για να σύρει το "μολυσμένο" αέρα μακριά από τον εργαστηριακό χώρο. Αυτό ήταν ο πρόδρομος στην κατηγορία I Β.Θ.Α. Εντούτοις, δεδομένου ότι ήταν αφιλτράριστος, ο αέρας δωματίων που σύρθηκε στον θάλαμο περιείχε τους περιβαλλοντικούς μικροοργανισμούς και άλλο ανεπιθύμητο μοριακό υλικό.

Ο έλεγχος των αερομεταφερόμενων μοριακών υλικών ήταν δυνατός με την ανάπτυξη των φίλτρων που θα αφαιρούσαν αποτελεσματικά τους μικροσκοπικούς μολυσματικούς παράγοντες από τον αέρα. Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε την ροή του αέρα από ένα υψηλό σύστημα φιλτραρίσματος (Σχ. 11.1).



**Σχήμα 11.1 Παράδειγμα του σχεδίου ροών αέρος του υψηλού συστήματος φιλτραρίσματος.**

Πιο συγκεκριμένα βλέπουμε ότι ο αέρας περνάει πρώτα από ένα Αρχικό φίλτρο HEPA (1), στην συνέχεια από ένα Φίλτρο άνθρακα (2), μετά από το όργανο ελέγχου αερίου (3), στην συνέχεια από ένα δεύτερο Φίλτρο άνθρακα (4), και τέλος από το Τελικό φίλτρο HEPA (5). Μετά από το τελικό φίλτρο HEPA ο αέρας πολλές φορές είναι δυνατό να περάσει από ένα σύστημα ανεμιστήρων αρνητικής πίεσης.

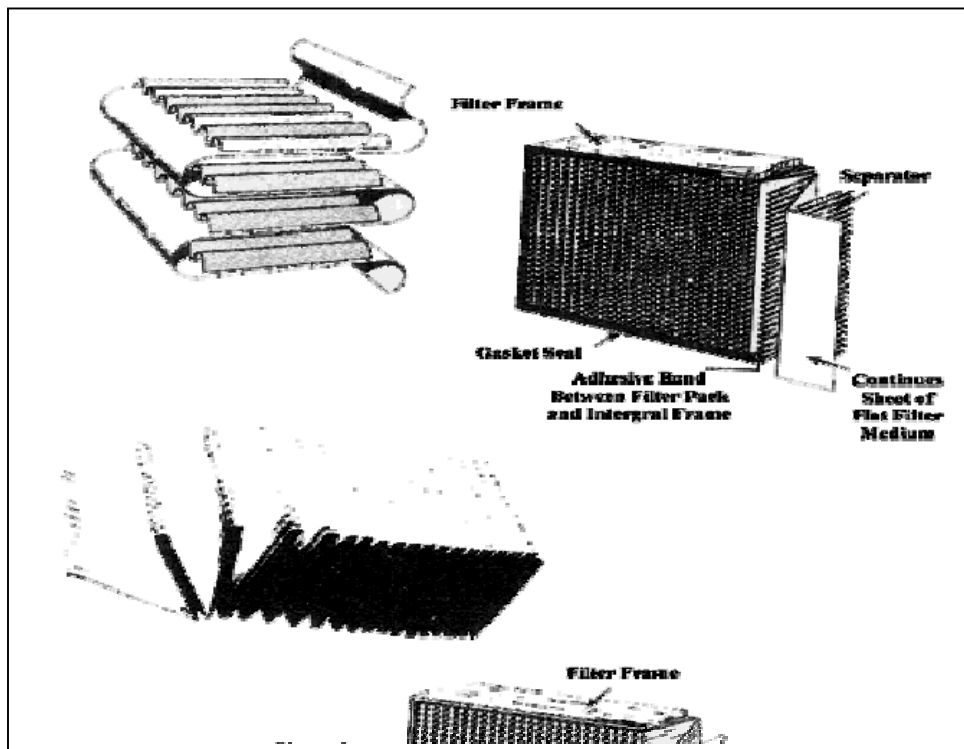
Το μοριακό φίλτρο αέρα υψηλής αποδοτικότητας (HEPA) αναπτύχθηκε για να δημιουργήσει το χωρίς σκόνη περιβάλλον εργασίας (π.χ., "καθαρά δωμάτια" και "καθαροί πάγκοι") στη δεκαετία του '40.

Τα φίλτρα HEPA εκτιμώνται γενικά ως αποτελεσματικά στην αφαίρεση 0,3 μμ-ταξινομημένων μορίων με μια αποδοτικότητα τουλάχιστον 99,97%. Είναι ακόμα αποτελεσματικότεροι στην αφαίρεση μικρότερων και μεγαλύτερων μορίων. Μια λεπτομερής εξήγηση της αποδοτικότητας των φίλτρων HEPA και ο μηχανισμός συλλογής μορίων έχουν τεκμηριωθεί καλά και εδώ συμπεριλαμβάνεται μόνο μια συνοπτική περιγραφή.

Το μέσο ενός χαρακτηριστικού φίλτρου HEPA είναι ένα ενιαίο φύλλο ινών από στοιχεία πυριτικού οξέος, το οποίο έχει επεξεργαστεί με έναν αντί-υγραντικό σύνδεσμο υγρής δύναμης. Το μέσο των φίλτρων είναι πτυχωμένο για να αυξήσει τη γενική περιοχή επιφάνειας μέσα στο πλαίσιο φίλτρων και οι πτυχές διαιρούνται συχνά με τους ζαρωμένους διαχωριστές αργιλίου (Σχ. 11.1). Αυτοί αποτρέπουν τις πτυχές από την

κατάρρευση στο ρεύμα αέρα και παρέχουν μια πορεία για τη ροή αέρα. Το φίλτρο είναι κολλημένο σε ένα ξύλο, ένα μέταλλο ή ένα πλαστικό πλαίσιο. Ο απρόσεκτος χειρισμός του φίλτρου (π.χ., ανάρμοστη αποθήκευση ή μείωση) μπορεί να βλάψει το μέσο στην ένωση κόλλας και να προκαλέσει τη μετατόπιση του φίλτρου που οδηγούν στο μέσο των διαρροών. Αυτό είναι ο αρχικός λόγος για τον οποίο η ακεραιότητα φίλτρων πρέπει να πιστοποιηθεί αφότου ένα Β.Θ.Α εγκαθίσταται αρχικά και αφότου επανατοποθετηθεί (βλέπε Παράγραφο 10.5).

Τα φίλτρα HEPA κατασκευάζονται χαρακτηριστικά από χαρτί-λεπτών φύλλων του μέσου βόριου, καλύπτονται για να αυξήσουν την περιοχή επιφάνειας και επισυνάπτονται σε ένα πλαίσιο. Τα διαχωρίσματα αλουμινίου προστίθενται συχνά για σταθερότητα.



**Σχήμα 11.1 Φίλτρα HEPA**

Οι διάφοροι τύποι συσκευών συγκράτησης ενσωματώνουν τη χρήση των φίλτρων HEPA στο σύστημα αέρα εξάτμισης ή ανεφοδιασμού για να παγιδέψουν το αερομεταφερόμενο μοριακό υλικό.

Ανάλογα με τη διαμόρφωση αυτών των φίλτρων και της κατεύθυνσης της ροής αέρος, τους ποικίλους βαθμούς προσωπικού, μπορεί να επιτευχθεί η περιβαλλοντική προστασία προϊόντων. Η παράγραφος 10.3 περιγράφει τις ορθές πρακτικές και τις

διαδικασίες που ακολουθούνται προκειμένου να εξεταστούν αυτές οι ανησυχίες ασφάλειας.

## 12. ΘΑΛΑΜΟΣ ΝΗΜΑΤΙΚΗΣ ΡΟΗΣ

Οι θάλαμοι νηματικής ροής (Σχ. 12.1), παρέχουν έναν υψηλό βαθμό περιορισμένου ελέγχου για κρίσιμες διαδικασίες. Οι θάλαμοι νηματικής ροής λειτουργούν με το σχεδιασμό του περιβαλλοντικού αέρα, κάτω από αρνητική πίεση, στην κορυφή της μονάδας. Αυτός ο αέρας περνά αρχικά μέσω ενός προ-φίλτρου που παγιδεύει τα μεγαλύτερα μόρια σκόνης και ρύπου. Έπειτα ο ανεμιστήρας κατευθύνει αυτόν τον προ-φιλτραρισμένο αέρα, τώρα κάτω από θετική πίεση, μέσω του φίλτρου HEPA αποδοτικότητας 99,99% που περιβάλλει πλήρως ολόκληρη την περιοχή εργασίας με τον αποστειρωμένο, όμοιο-κατευθυνόμενο πεντακάθαρο αέρα. Αυτή η μεταφορά αέρα γίνεται σε μια ταχύτητα η οποία υπολογίζεται έτσι ώστε να εμποδιστεί η εισβολή του αφιλτράριστου αέρα των δωματίων, στην περιοχή εργασίας.



Σχήμα 12.1 Θάλαμος νηματικής ροής.

Αυτός ο αποστειρωμένος, μόριο-ελεύθερος αέρας είναι ουσιαστικός, σε διαφορετικές περιοχές επεξεργασίας όπως την ηλεκτρονική συναρμολόγηση, τις συσκευασίες αποστείρωσης και την I.V προετοιμασία φαρμακείων των νοσοκομείων. Αυτές οι διαδικασίες και τα προϊόντα απαιτούν την απομόνωση από το μολυσματικό παράγοντα που βρίσκεται χαρακτηριστικά στον περιβαλλοντικό αέρα. Αυτό το καθαρό περιβάλλον μπορεί να επιτευχθεί καλύτερα και να διατηρηθεί με τη χρησιμοποίηση του φιλτραρισμένου αέρα νηματικής ροής σε έναν κατάλληλο θάλαμο.

Τα φίλτρα HEPA που χρησιμοποιούνται στους θαλάμους νηματικής ροής εκτιμώνται χαρακτηριστικά σε 99,99 % απόδοση για την αφαίρεση των μορίων μεγέθους 0,3 μικρό. Είναι διαθέσιμα φίλτρα με ακόμα μεγαλύτερη αποδοτικότητα. Το δίπλωμα του φίλτρου στην μέση αυξάνει πολύ την περιοχή επιφάνειάς του, η οποία χρειάζεται για ένα μεγάλο όγκο καθαρού αέρα που απαιτείται σε έναν θάλαμο νηματικής ροής. Με την κατάλληλη χρήση ενός προ-φίλτρου, η μέση διάρκεια ζωής ενός φίλτρου είναι τρία έως έξι χρόνια. Η υψηλή αποδοτικότητα και η μακριά ζωή κάνουν το φίλτρο HEPA την πιο αξιόπιστη και οικονομικώς αποδοτική διαθέσιμη συσκευή φιλτραρίσματος αέρα.

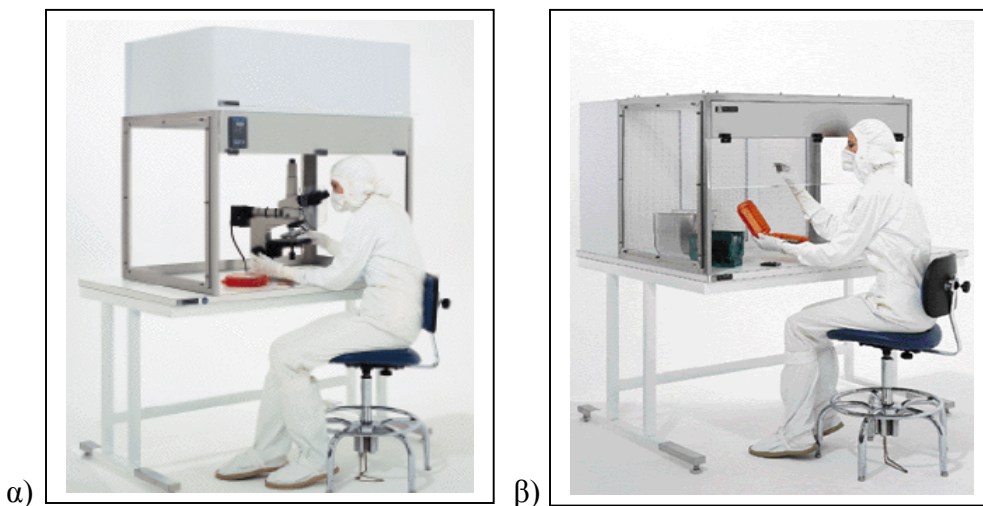


Οι θάλαμοι νηματικής ροής (Laminar flow cabinets) είναι ειδικές κατασκευές που χρησιμοποιούνται στον εργαστηριακό και ερευνητικό τομέα σε:

- Ιατρό-βιολογικούς χώρους (Εργαστήρια Μικροβιολογικά, Βιοχημικά)
- Βιομηχανικές μονάδες παραγωγής και συσκευασίας φαρμάκων & καλλυντικών
- Τμήματα συναρμολόγησης οπτικών & ηλεκτρονικών εξαρτημάτων
- Βιομηχανικές μονάδες παραγωγής δισκετών & δίσκων CD
- Εργαστήρια παραγωγής φυτών με μεριστοματικό πολλαπλασιασμό
- Μονάδες παραγωγής παραϊατρικού υλικού (ασκοί αίματος, ράμματα, οροί κλπ.)
- Ανεξάρτητα από τον τομέα χρήσης, οπουδήποτε είναι απαραίτητος ο καθαρός χώρος (clean room), για διάφορες διεργασίες (βιομηχανίες εμφιάλωσης νερού, συσκευασίας τροφίμων, συσκευασίας πλαστικών δοχείων για φαρμακευτική χρήση, κλπ).

Οι θάλαμοι διακρίνονται σε:

- ❖ Οριζόντιας Νηματικής Ροής (Σχ. 12.2.α)
- ❖ Κάθετης Νηματικής Ροής, καθώς και σε (Σχ 12.2.β)
- ❖ Βιολογικής Ασφάλειας (βλέπε παράγραφο 10)

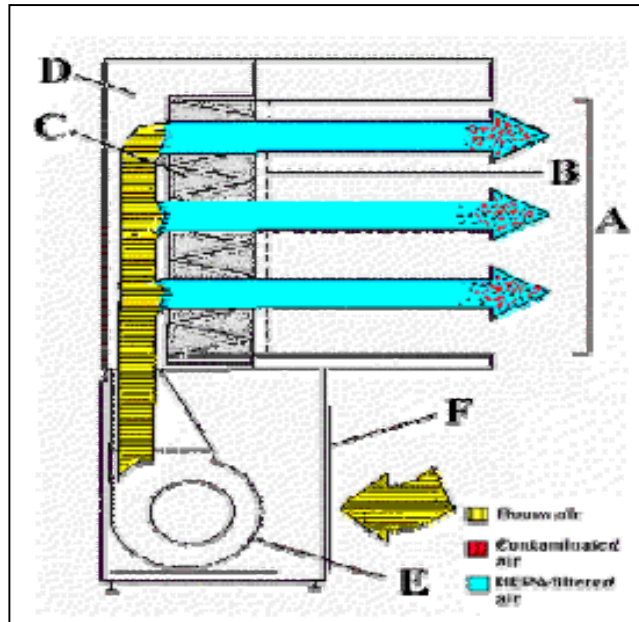


Σχήμα 12.2 Θάλαμοι νηματικής ροής α) Οριζόντιας ροής β) Κάθετης ροής.

## 12.1 ΘΑΛΑΜΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΝΗΜΑΤΙΚΗΣ ΡΟΗΣ

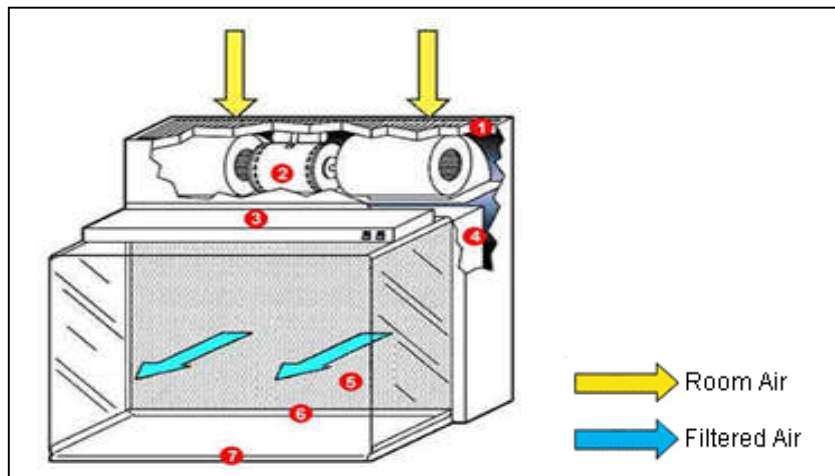
Οι οριζόντιοι αποτελούμενοι από στρώματα θάλαμοι νηματικής ροής (Σχ. 12.3) δεν είναι Β.Θ.Α. Εκκενώνουν τον φιλτραρισμένο με HEPA αέρα, εκτός από την επιφάνεια εργασίας και προς το χρήστη. Αυτές οι συσκευές παρέχουν μόνο την προστασία προϊόντων. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ορισμένες δραστηριότητες καθαρισμού, όπως η χωρίς σκόνη συναρμολόγηση του αποστειρωμένου εξοπλισμού ή των ηλεκτρονικών συσκευών. Αυτοί οι πάγκοι δεν πρέπει ποτέ να χρησιμοποιηθούν κατά το χειρισμό των υλικών κυτταροκαλλιέργειας ή των διατυπώσεων φαρμάκων, ή κατά το χειρισμό των ενδεχομένως μολυσματικών υλικών. Ο εργαζόμενος μπορεί να εκτεθεί στα υλικά (συμπεριλαμβανομένων των πρωτεϊνούχων αντιγόνων) που χειρίζονται στον καθαρό πάγκο, ο οποίος μπορεί να προκαλέσει την υπερευαισθησία. Ο οριζόντιος

θάλαμος νηματικής ροής δεν πρέπει ποτέ να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο ενός βιολογικού θαλάμου ασφάλειας.



**Σχήμα 12.3 Θάλαμος Οριζόντιας Νηματικής Ροής (Α. Μπροστινό άνοιγμα, Β.Κάγκελα ανεφοδιασμού, C. Φίλτρο ανεφοδιασμού HEPA, D. Ολομέλεια ανεφοδιασμού, E. Ανεμιστήρας, F. Κάγκελα)**

Οι θάλαμοι οριζόντιας νηματικής ροής σχεδιάζονται για το χειρισμό των υλικών οπουδήποτε απαιτείται ένα αποστειρωμένο, μόριο-ελεύθερο περιβάλλον εργασίας. Η περιοχή εργασίας των θαλάμων οριζόντιας νηματικής ροής λούζεται συνεχώς με θετική πίεση, οριζόντιου αέρα νηματικής ροής (Σχ. 12.4) που έχει περάσει μέσα από ένα φίλτρο HEPA (High Efficiency Particulate Air). Αυτές οι μονάδες ανοξείδωτου χάλυβα είναι ιδανικές για διαφορετικές λειτουργίες όπως την ηλεκτρονική συναρμολόγηση, την συσκευασία αποστείρωσης και τις I.V. προετοιμασίες φαρμακείων.

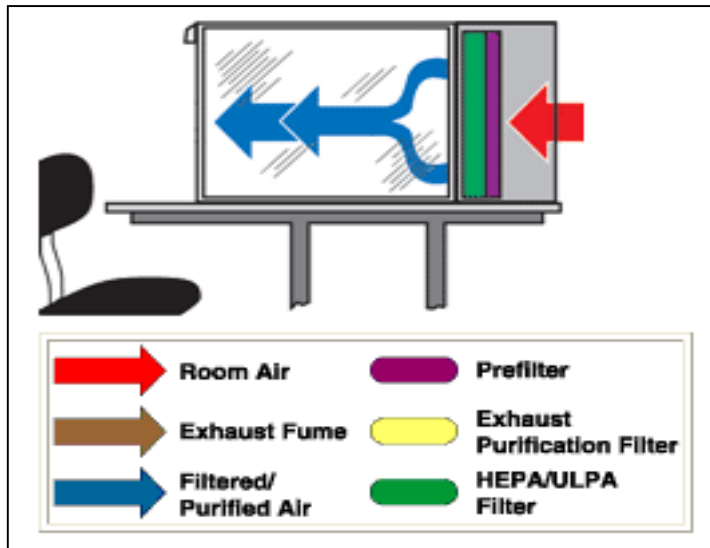


**Σχήμα 12.4 Σχέδιο ροής αέρος του θαλάμου οριζόντιας νηματικής ροής.**

Στο παραπάνω σχέδιο μπορούμε να παρατηρήσουμε την ροή του αέρα σε ένα θάλαμο οριζόντιας νηματικής ροής. Πιο συγκεκριμένα παρατηρούμε στο:

1. Εύκολη αλλαγή προ-φίλτρου.
2. Το σύστημα πολλαπλών-ανεμιστήρων υψηλής ικανότητας μειώνει πολύ το επίπεδο θορύβου και αυξάνει την αποδοτικότητα κίνησης του αέρα.
3. Φώτα Διπλού φθορισμού.
4. Εξεταζόμενο φίλτρο HEPA αποδοτικότητας 99,99%.
5. Διασκορπιστής μετάλλων για να προστατεύσει το φίλτρο HEPA.
6. Προστασία διαρροών στο οπίσθιο τμήμα και στις πλευρές της περιοχής εργασίας που προστατεύει το φίλτρο HEPA από τις διαρροές.
7. Καμπυλωτή –ευκίνητη υποστήριξη αντιβραχίων που παρέχει άνεση κατά τον χειρισμό.

Παρακάτω βλέπουμε (Σχ. 12.5) ένα άλλο σχεδιάγραμμα ροής αέρα σε ένα θάλαμο οριζόντιας νηματικής ροής.

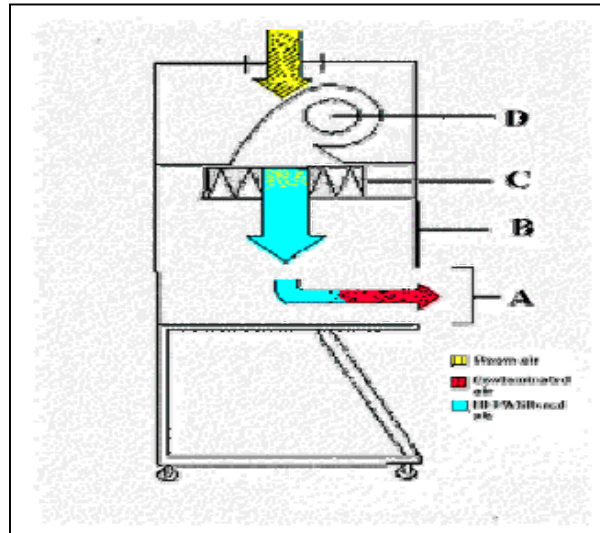


**Σχήμα 12.5 Ροή αέρος σε θάλαμο οριζόντιας νηματικής ροής.**

Έτσι βλέπουμε ότι ο αέρας δωματίου περνάει πρώτα από το προ-φίλτρο στην συνέχεια από το φίλτρο HEPA το οποίο καθαρίζει τον αέρα και στην συνέχεια εξέρχεται μέσα στο θάλαμο ο καθαρός φιλτραρισμένος αέρας.

## 12.2 ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΑΘΕΤΗΣ ΝΗΜΑΤΙΚΗΣ ΡΟΗΣ

Οι κάθετοι αποτελούμενοι από στρώματα θάλαμοι νηματικής ροής (Σχ. 12.6) επίσης δεν είναι Β.Θ.Α. Μπορούν να είναι χρήσιμοι, παραδείγματος χάριν, στα φαρμακεία νοσοκομείων όταν απαιτείται μια καθαρή περιοχή για την προετοιμασία των ενδοφλέβιων φαρμάκων. Ενώ αυτές οι μονάδες έχουν γενικά μια ζώνη, ο αέρας εκκενώνεται συνήθως στο δωμάτιο κάτω από τη ζώνη, με συνέπεια τα ίδια πιθανά προβλήματα με τους καθαρούς πάγκους των θαλάμων οριζόντιας νηματικής ροής.

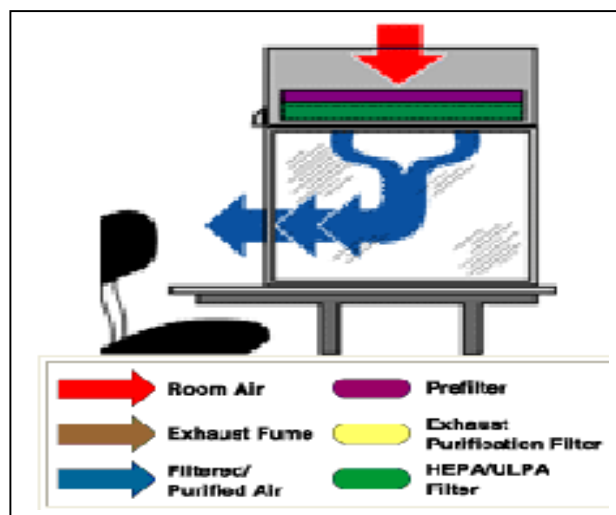


**Σχήμα 12.6 Θάλαμος Κάθετης Νηματικής Ροής (A. Μπροστινό άνοιγμα, B.Ζώνη, C. Φίλτρο ανεφοδιασμού HEPA, D. Ανεμιστήρας)**

Αυτοί οι θάλαμοι κατευθύνουν ένα συνεχές πλύσιμο του φιλτραρισμένου αέρα προς τα κάτω από τον θάλαμο φίλτρων/ ανεμιστήρων που τοποθετείται επάνω από την κουκούλα.

Οι θάλαμοι κάθετης νηματικής ροής ανταποκρίνονται στα ίδια υψηλά πρότυπα για τον εξαιρετικά-καθαρό, μόριο-ελεύθερο αέρα όπως και στους θαλάμους οριζόντιας νηματικής ροής. Η περιοχή εργασίας λούζεται με το φιλτραρισμένο αέρα που κατευθύνεται προς τα κάτω από την ενότητα του HEPA φίλτρου/ ανεμιστήρα στην κορυφή της μονάδας. Αυτές οι ελεύθερης τοποθέτησης μονάδες χρησιμοποιούνται πρώτιστα για τη συναρμολόγηση μερών ή/ και για τον εξοπλισμό διαδικασίας σπιτιών που, λόγω της διαμόρφωσής του, προστατεύεται καλύτερα από τον θάλαμο κάθετης νηματικής ροής.

Παρακάτω βλέπουμε ένα σχεδιάγραμμα ροής του αέρα σε ένα θάλαμο κάθετης νηματικής ροής (Σχ. 12.7).



**Σχήμα 12.7 Ροή αέρος σε θάλαμο κάθετης νηματικής ροής.**

Βλέπουμε λοιπόν ότι, όπως και στον θάλαμο οριζόντιας νηματικής ροής, ο αέρας δωματίου περνάει πρώτα από το προ-φίλτρο στην συνέχεια από το φίλτρο HEPA το οποίο καθαρίζει τον αέρα και στην συνέχεια εξέρχεται μέσα στο θάλαμο ο καθαρός φιλτραρισμένος αέρας.

## 13. ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Τα νοσοκομειακά απόβλητα, σύμφωνα με την υπουργική απόφαση 19396/1546/97 (ΦΕΚ 604) χαρακτηρίζονται ως επικίνδυνα απόβλητα, και, συνεπώς, υπόκεινται σε νομοθετικά και κανονιστικά πλαίσια ως προς τη διαχείριση και την τελική διάθεσή τους.

### 13.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Για να επιτευχθεί η σωστή διαχείριση των νοσοκομειακών αποβλήτων έχουν διαχωριστεί στις εξής κατηγορίες, ανάλογα με τη σύστασή τους.

#### 13.1.1 ΓΕΝΙΚΑ / ΜΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Περιλαμβάνονται όλα τα μη μολυσματικά απόβλητα, παρόμοια με τα οικιακά, και αποτελούν το 80% των απορριμμάτων του νοσοκομείου. Αποτελούνται από τα απόβλητα των γενικών δραστηριοτήτων του νοσοκομείου, όπως τα μαγειρεία, εστιατόρια, καφετέριες, απορρίμματα γραφείου κ.λπ.

#### 13.1.2 ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΑ / ΜΟΛΥΣΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Περιλαμβάνονται παθολογοανατομικά απορρίμματα και απορρίμματα που έχουν μολυνθεί από ανθρώπινο αίμα ή άλλα βιολογικά υγρά όπως γάζες, επίδεσμοι, ιατρικά εργαλεία και όργανα μιας χρήσης, σεντόνια, ρούχα κ.α. Αυτή η κατηγορία αποτελεί περίπου 15% των νοσοκομειακών αποβλήτων.

#### 13.1.3 ΕΙΔΙΚΑ Ή ΥΨΗΛΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Τα υψηλής επικινδυνότητας απόβλητα μέσα σε ένα νοσοκομείο αποτελούνται από:

- Αιχμηρά αντικείμενα, και κυρίως υποθερμικές βελόνες
- Χημικά ή φαρμακευτικά υπολείμματα, όπως κυττία, φιάλες ή κουττία που περιέχουν υπολείμματα και ποσότητες ξεπερασμένων προϊόντων, καθώς και σημαντικές ποσότητες αποβλήτων που περιέχουν υδράργυρο
- Γενοτοξικά απόβλητα, π.χ. ραδιενεργά ή κυτταροτοξικά απόβλητα, που χρησιμοποιούνται κυρίως στις χημειοθεραπείες καρκίνων
- Απορρίμματα με τοξικές, εύφλεκτες και εκρηκτικές ουσίες

Ο σωστός χειρισμός των νοσοκομειακών απορριμμάτων σχετίζεται άμεσα με το σωστό διαχωρισμό των απορριμμάτων στην πηγή παραγωγής τους. Έτσι, οι τρεις παραπάνω κατηγορίες πρέπει να διαχωρίζονται πριν τη συλλογή και να μεταφέρονται από τη θέση συλλογής τους σε χώρους προεπεξεργασίας, εφόσον απαιτείται, και προσωρινής αποθήκευσης. Εξειδικεύοντας ανά κατηγορία αποβλήτων, τα γενικά απόβλητα μπορούν προφανώς να διαχειριστούν ομοίως με τα αστικά και να διατεθούν και να επεξεργαστούν μαζί με αυτά, εφόσον είναι όμοια ως προς τη σύστασή τους, τα ειδικά ή υψηλά επικίνδυνα απόβλητα, μπορούν να ακολουθήσουν την πορεία των αντίστοιχων επικίνδυνων απορριμμάτων από βιομηχανικές διεργασίες, ενώ, τέλος, τα μολυσματικά ή επικίνδυνα απόβλητα αποτελούν μια ξεχωριστή ανεξάρτητη κατηγορία απορριμμάτων που δεν μπορούν να αναμιχθούν με κάποια άλλη και αυτό διότι, λόγω της

σύστασής τους, υπάρχει ο κίνδυνος των μετάδοσης μικροβίων και νόσων που ήδη περιέχουν.

Έτσι, έχουν αναπτυχθεί ειδικές διαδικασίες διαχείρισης των μολυσματικών αποβλήτων, επικρατέστερες από τις οποίες αποτελούν η αποτέφρωση και ο τεμαχισμός και αποστείρωση.

### 13.4 ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Κοινός τρόπος διαχείρισης των μολυσματικών αποβλήτων αποτελεί η θερμική επεξεργασία, μέσω συστήματος αποτέφρωσης. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στη θερμική αποσύνθεση και οξείδωση των μολυσματικών αποβλήτων. Τα τελευταία χρόνια, ωστόσο, βασικός προβληματισμός της μεθόδου αυτής αποτελεί η ατμοσφαιρική ρύπανση που προκαλείται από τα απαέρια της καύσης, αποτελούμενα από: HCL, βαρέα μέταλλα, VOC, διοξίνες/ φουράνια, αιωρούμενα σωματίδια, μονοξειδίο του άνθρακα, διοξειδίο του θείου, οξείδια του αζώτου, καθώς επίσης και η παραγωγή τέφρας και ιπτάμενης τέφρας, που κατατάσσονται καταρχήν στα επικίνδυνα απόβλητα.

Γι' αυτό το λόγο, η αποτέφρωση των μολυσματικών αποβλήτων νοσοκομείου υπόκειται σε δύο βασικές οδηγίες: την οδηγία 96/61 (IPPC) για την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης και χρήση των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών, και την αναμενόμενη σε ισχύ το 2005, οδηγία 2000/76/EK της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Σύμφωνα με την οδηγία 2000/76/EK, πρέπει να λαμβάνονται ειδικά μέτρα ως προς τη διαχείριση των επικίνδυνων απόβλητων, περιλαμβανομένων και των νοσοκομειακών. Αποτελεί αναθεώρηση και συμπληρωματική των προηγούμενων οδηγιών 89/369/EK (νέες και υφιστάμενες μονάδες αποτέφρωσης αστικών απορριμμάτων) και 94/67/EK (αποτέφρωση επικίνδυνων απορριμμάτων). Έτσι κάθε σύστημα αποτέφρωσης πρέπει να περιέχει σύστημα ελέγχου και παρακολούθησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Μία αποτελεσματική και πλέον κοινότυπη τεχνολογία εξυγίανσης, ακολουθώντας τη μέθοδο της αποτέφρωσης, αποτελεί η αποτέφρωση με σύστημα διβάθμιου κλιβάνου. Στην προκειμένη περίπτωση τα απόβλητα οδηγούνται σε πυρολυτικό κλιβάνο όπου το οξειδωτικό περιβάλλον υψηλής θερμοκρασίας μέσα στον κλιβάνο αποσυνθέτει τα απορρίμματα σε καυσαέρια και τέφρα. Τα πτητικά προϊόντα (καυσαέρια με άκαυστα αέρια με οργανικά συστατικά και σωματίδια) που προέρχονται από τη θερμική κατεργασία του πρωτοβάθμιου κλιβάνου μεταφέρονται στο θάλαμο μετάκαυσης για περαιτέρω οξείδωση. Για να επιτευχθεί υψηλή απόδοση οξείδωσης για την αποδόμηση όλων των οργανικών συστατικών, ο θάλαμος μετάκαυσης είναι σχεδιασμένος με θερμοκρασία μετάκαυσης 1000 – 1100°C, ελάχιστη περιεκτικότητα σε οξυγόνο 6% και ελάχιστος χρόνος παραμονής των προϊόντων 2 δευτερόλεπτα. Έτσι επιτυγχάνεται σίγουρη εξυγίανση ενώ παράλληλα τα απορρίμματα έχουν μετατραπεί σε μη αναγνωρίσιμη μορφή (τέφρα). Για την ολοκληρωμένη διαχείριση των παραπροϊόντων της διαδικασίας, βάση της παραπάνω νομοθεσίας, επιβάλλεται εν συνεχεία, σύστημα αντιρρυπαντικής τεχνολογίας και σύστημα συνεχούς παρακολούθησης και ελέγχου των εκπομπών. Τέλος, πρέπει να επισημανθεί ότι η μέθοδος της αποτέφρωσης δύναται, με την εφαρμογή κατάλληλων τεχνικών, να αξιοποιήσει ενεργειακά τα θερμά καυσαέρια για εφαρμογές εντός του νοσοκομείου.

### 13.5 ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Η μέθοδος της αποστείρωσης βασίζεται στη θερμική κατεργασία των αποβλήτων με ατμό για την αδρανοποίηση κάθε είδους μικροοργανισμού. Επιτυγχάνεται αύξηση της θερμοκρασίας των αποβλήτων μέχρι της κρίσιμης θερμοκρασίας και πίεσης (κρίσιμες συνθήκες) για τη δημιουργία κεκορεσμένου ατμού.

Υπάρχουν τρεις τρόποι αποστείρωσης με ατμό, όλες από τις οποίες ακολουθούν την ίδια τελική διαδικασία:

- Με απευθείας έγχυση ατμού στο ερμητικά κλειστό δοχείο αποστείρωσης
- Με εισαγωγή ατμού σε παρακείμενο ή περιβάλλον χώρο για την αύξηση της θερμοκρασίας, και συνεπώς της πίεσης, με επαγωγή
- Με επιλεκτική εισαγωγή ατμού στο ερμητικά κλειστό δοχείο αποστείρωσης για τη δημιουργία ατμού, εφόσον τα διάφορα απόβλητα δεν περιέχουν υγρά. Η υγρασία ανιχνεύεται με κατάλληλο αισθητήρα και αναλόγως εισάγεται ποσότητα ατμού.

Με βάση την υπουργική απόφαση ΚΥΑ 37591/2031 ΦΕΚ 1419/Β'/1.10.2003 απαραίτητος είναι ο τεμαχισμός των αποβλήτων πριν την εκκίνηση της διαδικασίας αποστείρωσης.

Έτσι, η τυπική διαδικασία αποστείρωσης με ατμό εκκινεί με την εισαγωγή των μολυσματικών αποβλήτων σε ερμητικά κλειστό δοχείο όπου με τη βοήθεια πανίσχυρων περιστροφών ή τύμπανων ανακατεύονται και τεμαχίζονται ώστε τελικά να συνθλιφτούν. Ατμός εισέρχεται μέσα στο δοχείο (ή σε περιβάλλον χώρο, ανάλογα της μεθόδου) για την αύξηση της θερμοκρασίας του δοχείου και την μετατροπή των υγρών σε ατμό. Μετά από διάστημα 20 λεπτών, τα απορρίμματα στο εσωτερικό του δοχείου αλλά και τα αντίστοιχα υγρά έχουν πλήρως εξυγιανθεί. Έπεται άνοιγμα βαλβίδας εξόδου, αποσυμπίεση του δοχείου και τα πλέον αποστειρωμένα υγρά οδηγούνται στην αποχέτευση, ενώ ταυτόχρονα συνεχίζεται η παροχή ατμού μέχρις εξατμίσεως όλων των υγρών και στεγανοποίησης του κάδου. Η διαδικασία τερματίζει με άνοιγμα του δοχείου και μέσω ειδικών εξαρτημάτων τα απορρίμματα οδηγούνται στην έξοδο του δοχείου και διατίθενται με τα λοιπά αστικά. Με τη μέθοδο της αποστείρωσης επιτυγχάνεται μείωση του όγκου των αποβλήτων κατά 70-80% του αρχικού.

Ως προς την περιβαλλοντική συνέπεια της μεθόδου, οι μετρήσεις των αερίων εκπομπών δείχνουν ότι, έπειτα από έναν πλήρη κύκλο αποστείρωσης στις συνηθισμένες θερμοκρασίες λειτουργίας, δεν υπάρχει κανένας περιβαλλοντικός αλλά και ούτε επιδημιολογικός κίνδυνος.

Εναλλακτικές μέθοδοι διαχείρισης νοσοκομειακών αποβλήτων: Τελευταία έχουν αναπτυχθεί νέες μέθοδοι διαχείρισης των νοσοκομειακών μολυσματικών αποβλήτων. Μία από αυτές αποτελεί η εξυγίανση των μολυσματικών αποβλήτων με τη χρήση της τεχνολογίας μικροκυμάτων. Η μέθοδος της εξυγίανσης χρησιμοποιεί ατμό προθερμένο με τη βοήθεια μικροκυμάτων. Τα απορρίμματα συλλέγονται με αυτόματη τροφοδοσία, στα σημεία δημιουργίας τους, σε ειδικούς πλαστικούς επαναχρησιμοποιούμενους κάδους, οι οποίοι βρίσκονται στο πάνω μέρος του συστήματος. Πριν ξεκινήσει η διαδικασία των μικροκυμάτων, τα απορρίμματα καταταμίζονται και κοκκοποιούνται. Στη συνέχεια ο κάθε κάδος τοποθετείται μέσα στο θάλαμο αποστείρωσης του μηχανήματος όπου τα απόβλητα υγραίνονται, ενώ ο αέρας απομακρύνεται διαμέσου συστήματος φίλτρων. Οι περισσότεροι μικροοργανισμοί καταστρέφονται ως αποτέλεσμα της

λειτουργίας των κυμάτων, οι οποίοι έχουν συχνότητα 2450 MHz και μήκος κύματος 12,24. Ο χρόνος και η θερμοκρασία της διαδικασίας παρακολουθείται και ελέγχεται επί συνεχούς βάσης. Ο όγκος των απορριμμάτων μειώνεται έως και 80%, ωστόσο το βάρος παραμένει το ίδιο.

Το σύστημα είναι κλειστό, έτσι ώστε να μην προκαλεί εκπομπές, η χρήση του είναι απλούστατη και δεν απαιτούνται αποθηκευτικοί χώροι των απορριμμάτων. Η εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος μπορεί να πραγματοποιηθεί σε σταθερή αλλά και σε κινητή βάση, καθώς, επίσης, δύναται η εγκατάστασή του εκτός νοσοκομείου. Η μέθοδος των μικροκυμάτων εφαρμόζεται σήμερα σε περισσότερες από 40 χώρες ενώ έχει δοκιμασθεί πιλοτικά και στην Ελλάδα.

Μία άλλη καινοτομική μέθοδος διαχείρισης των νοσοκομειακών απορριμμάτων αποτελεί η εφαρμογή της τεχνολογίας Sanpac. Η τεχνολογία αυτή αναπτύχθηκε από το Εργαστήριο Βιοϋλικών της INEB στην Πορτογαλία. Η διαδικασία βασίζεται σε ειδικές πλαστικές συσκευασίες που λειτουργούν ως αντιδραστήρες. Η επεξεργασία διεξάγεται σε θερμοκρασία δωματίου και υγρό περιβάλλον. Όλα τα μικρόβια καταστρέφονται με την άμεση επαφή τους με το απολυμαντικό διάλυμα και τον αντίστοιχο ατμό του. Το σύστημα βασίζεται στη δυναμική αστάθεια που παράγεται μέσα στις πλαστικές σακούλες, οι οποίες είναι μερικώς γεμισμένες με το απολυμαντικό διάλυμα. Μία ομάδα συριγγών διεισδύει τη σακούλα και εισάγουν το διάλυμα. Η σακούλα συμπιέζεται άμεσα. Η διαφορά της πίεσης μεταξύ των διαφορετικών σημείων μέσα στη σακούλα οδηγεί στη ρήξη των περιοχών με μικρότερη πίεση, επιτρέποντας το υγρό να προσεγγίσει αποδοτικά κάθε ποσότητα στη σακούλα. Η διαδικασία διαρκεί περίπου 2 λεπτά. Η συμπιεσμένη σακούλα τελικά διατίθεται μαζί με τα αστικά απορρίμματα. Με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται μείωση του όγκου των απορριμμάτων μεγαλύτερη του 70%, δεν απαιτείται κατάτμησή τους, ενώ το κόστος του συστήματος και η κατανάλωση ενέργειας από αυτό είναι συγκριτικά χαμηλότερα σε σχέση με την αποστείρωση και την αποτέφρωση. Η διαδικασία βρίσκεται σε πιλοτική εφαρμογή ενώ έχει γίνει αποδεκτή από το Υπουργείο Υγείας της Πορτογαλίας.

Η λίστα των εφαρμογών διαχείρισης των νοσοκομειακών αποβλήτων επεκτείνεται και σε λοιπές μεθόδους, με συνολικά κοινό στόχο τον εκμηδενισμό του επιδημιολογικού ρίσκου και παράλληλα της περιβαλλοντικής μόλυνσης. Ωστόσο στην Ελλάδα η κατάσταση είναι μακριά ακόμη από αυτόν το στόχο, μιας και τα νοσοκομεία δεν κατέχουν τους κατάλληλους εξοπλισμούς. Τα συστήματα αποτέφρωσης είναι εκτός λειτουργίας μιας και το κόστος επένδυσης σε σύστημα αντιρρυπαντικής τεχνολογίας, που επιβάλλεται βάση νομοθεσίας, είναι πολύ υψηλό. Τα νοσοκομεία του λεκανοπεδίου διαθέτουν τα επικίνδυνα απόβλητά τους σε κεντρική μονάδα αποτέφρωσης στα Άνω Λιόσια, η οποία χρησιμοποιεί δικλίβανο σύστημα αποτέφρωσης δύο γραμμών και μπορεί να επεξεργαστεί συνολικά 30 τόνους απορριμμάτων την ημέρα. Αντίστοιχα, μονάδες αποστείρωσης λειτουργούν σε μερικά νοσοκομεία, αλλά οι ρυθμοί επενδύσεων σε νέες μονάδες είναι ακόμα αργοί. Δυστυχώς, στην υπόλοιπη Ελλάδα δεν υφίσταται σχεδόν κανένα σύστημα διαχείρισης των μολυσματικών νοσοκομειακών απορριμμάτων, τα οποία τις περισσότερες φορές καταλήγουν μαζί με τα αστικά, γεγονός που είναι σε θέση να προκαλέσει σοβαρές επιπτώσεις στη δημόσια υγεία.



## 13.6 ΣΤΕΡΕΑ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Τα νοσοκομειακά στερεά απόβλητα, αποτελούν ένα σημαντικό κομμάτι των παραγόμενων στερεών αποβλήτων, ίσως όχι τόσο από πλευράς ποσότητας όσο σε ότι αφορά το ποιοτικό τους βάρος και τη διαχείρισή τους.

### 13.6.1 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τα νοσοκομειακά στερεά απόβλητα διακρίνονται σε τρεις βασικές ομάδες ανάλογα με την προέλευσή τους:

- οικιακού τύπου
- ειδικά
- μολυσματικά

Ως οικιακού τύπου θεωρούνται εκείνα τα οποία προέρχονται από δραστηριότητες υποστηρικτικές της λειτουργίας των νοσοκομείων (από τα μαγειρεία, τα εστιατόρια, τις καφετέριες, γύψινα εκμαγεία, απορρίμματα γραφείων κλπ). Προφανώς αυτή η κατηγορία στερεών αποβλήτων μπορεί χωρίς πρόβλημα να αναμιχθεί με τα στερεά απόβλητα των οικιστικών περιοχών και να ακολουθήσει την ίδια μέθοδο διαχείρισης με αυτά.

Ως ειδικά απόβλητα χαρακτηρίζονται τα στερεά απόβλητα που περιέχουν τοξικές και ραδιενεργές ουσίες (αργυρούχα απόβλητα από ακτινολογικά εργαστήρια, χρησιμοποιημένα υδραργυρικά θερμομέτρα κλπ). Αυτά τα απόβλητα κατά κανόνα εισέρχονται στο νομαρχιακό σχεδιασμό διαχείρισης στερεών αποβλήτων και πρέπει να ακολουθούν την προβλεπόμενη πορεία διαχείρισης μαζί με τα άλλα επικίνδυνα απόβλητα που προέρχονται συνήθως από τη βιομηχανία.

Τέλος, ως μολυσματικά χαρακτηρίζονται εκείνα τα οποία είναι λοιμογόνα ή δυνητικά λοιμογόνα (προϊόντα χειρουργείων, μονάδων αιμοδιάλυσης, από μικροβιολογικά και αιματολογικά εργαστήρια, από την εξυπηρέτηση ασθενών). Η διαχείριση αυτής της ομάδας στερεών αποβλήτων χρήζει ιδιαίτερης προσοχής διότι συνιστά παράγοντα πιθανού κινδύνου για τη δημόσια υγεία.

### 13.6.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Είναι προφανές ότι η πρώτη απαίτηση αφορά τη διάκριση των τριών ομάδων στην πηγή παραγωγής τους δηλαδή ενδονοσοκομειακά. Πρέπει δηλαδή κάθε νοσοκομειακή μονάδα να έχει ανεπτυγμένο ένα σύστημα συλλογής των στερεών αποβλήτων που να εξασφαλίζει τη διάκριση των τριών ομάδων, αλλά και την ασφαλή συλλογή και προσωρινή αποθήκευσή τους. Ένα τέτοιο σύστημα συλλογής θα πρέπει να εξασφαλίζει την διακριτή συλλογή των απορριμμάτων ανά ομάδα με τη χρήση κατάλληλων περιεκτών – συσκευασιών διαφορετικών χρωμάτων και συγκεκριμένων προδιαγραφών. Οι προδιαγραφές αυτές αφορούν τόσο την ασφάλεια κατά την χρονική περίοδο της συλλογής, όσο και τη συμπεριφορά του υλικού κατασκευής της συσκευασίας κατά την εφαρμογή της προβλεπόμενης μεθόδου τελικής διαχείρισης.

Οι δύο πρώτες ομάδες στη συνέχεια μπορούν να εισέλθουν στο σύστημα διαχείρισης των στερεών αποβλήτων της γεωγραφικής περιοχής στην οποία εντάσσονται. Οι μέθοδοι περαιτέρω διαχείρισης των μολυσματικών είναι ουσιαστικά δύο. Η αποστείρωση και η αποτέφρωση.

Η αποστείρωση ουσιαστικά έγκειται στη θερμική κατεργασία των αποβλήτων ώστε να καταστραφεί κάθε είδος μικροοργανισμού, όπως και οι σπόροι αυτών. Οι κύριοι μέθοδοι είναι τρεις: με ροή υδρατμών, σε κενό και με κυκλοφορία υδρατμών. Ο στόχος

είναι τα μολυσματικά απόβλητα να εκτεθούν σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 121° C επί τουλάχιστο 20 λεπτά. Τα αποστειρωμένα μολυσματικά απόβλητα μπορούν στη συνέχεια να διατεθούν με τα υπόλοιπα στερεά απόβλητα καθώς έχουν απαλλαχθεί από το μολυσματικό τους φορτίο.

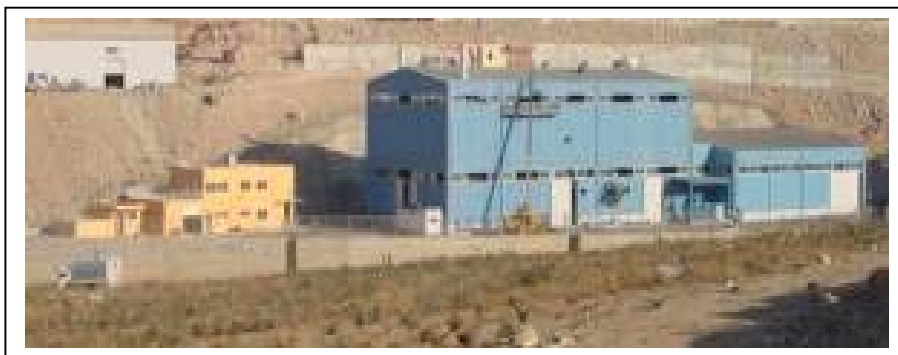
Η αποτέφρωση συνίσταται στη θερμική αποσύνθεση και οξείδωση των μολυσματικών αποβλήτων σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 900° C. Το κυριότερο πρόβλημα της αποτέφρωσης δημιουργείται από τα απαέρια της καύσης. Καθώς πολλοί από τους φορείς των μολυσματικών αποβλήτων είναι από πλαστικό, τα απέρια της καύσης είναι πλούσια σε διοξίνες και φουράνια. Η χρήση υλικών που μπορούν να λειτουργήσουν ως προσροφητικά των απαερίων, ενώ παράλληλα υποβοηθούν την καύση (ασβεστόλιθος, άνθρακας) αντιμετωπίζουν μόνο ένα μέρος του προβλήματος. Πριν την απελευθέρωση των απαερίων είναι απαραίτητη η ύπαρξη διατάξεων περαιτέρω επεξεργασίας των απαερίων, οι οποίες είναι κατά κανόνα διατάξεις άμεσης ψύξης με τη χρήση νερού ή ατμού. Να σημειωθεί επίσης ότι οι διατάξεις αποτέφρωσης μεγάλων νοσοκομειακών μονάδων είναι σε θέση να παράγουν και ενέργεια η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί (πχ θέρμανση).

Συμπερασματικά, αν και η αποτέφρωση δείχνει να αποτελεί πιο ριζική αντιμετώπιση του προβλήματος της διαχείρισης των μολυσματικών αποβλήτων, εμπεριέχει σημαντικούς κινδύνους που οφείλονται στα απαέρια της καύσης. Από την άλλη πλευρά η αποστείρωση κρύβει κάποιους κινδύνους μειωμένης αποτελεσματικότητας σε ότι αφορά ογκώδη αντικείμενα ή κυλίνδρους μεγάλου μήκους, αλλά και κάποια ηθικά-αισθητικά προβλήματα που έχουν να κάνουν με τη διαχείριση των, αποστειρωμένων, προϊόντων χειρουργείων (ανθρώπινα μέλη και όργανα).

### **13.6.3 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

Στην Ελλάδα παράγονται περίπου 15.000 τόνοι μολυσματικών νοσοκομειακών αποβλήτων το χρόνο. Το 50% αυτών στην περιοχή της Αθήνας και το 15% στην περιοχή της Θεσσαλονίκης. Το 40% περίπου των νοσοκομείων διαθέτει κλιβάνους αποτέφρωσης οι περισσότεροι όμως από τους οποίους βρίσκονται εκτός λειτουργίας λόγω μη ύπαρξης διατάξεων επεξεργασίας των απαερίων.

Ο στρατηγικός σχεδιασμός προβλέπει ένα μικτό σύστημα διαχείρισης με διατάξεις τόσο αποστείρωσης όσο και αποτέφρωσης, σε κεντρικές μονάδες εκτός των νοσοκομείων (Σχήμα 13.1). Οι δύο βασικοί πόλοι θα είναι στην Αθήνα και Θεσσαλονίκη. Στη Αθήνα έχει ολοκληρωθεί η κατασκευή ενός σταθμού αποτέφρωσης νοσοκομειακών απορριμμάτων στα Άνω Λιόσια, δυναμικότητας 30 τόνων/ ημέρα.



**Σχήμα 13.1 Σύστημα διαχείρισης αποβλήτων εκτός του νοσοκομείου.**

Συνοπτικά πάντως η κατάσταση είναι πραγματικά τραγική, καθώς τα περισσότερα επαρχιακά νοσοκομεία της χώρας ακροβατούν ανάμεσα στη χρήση των κλιβάνων αποτέφρωσης που διαθέτουν και οι οποίοι είναι κατά κανόνα παλαιάς τεχνολογίας και επικίνδυνοι σε ότι αφορά τις εκπομπές αερίων, και τη διάθεση χύδην σε χώρους ταφής απορριμμάτων.

Κακή όμως είναι και η κατάσταση σε επίπεδο ένδον-νοσοκομειακής διαχείρισης, καθώς ελάχιστες είναι οι μονάδες που διαθέτουν οργανωμένο και λειτουργικό σύστημα συλλογής και προσωρινής αποθήκευσης. Οι τρεις βασικές παράμετροι οι οποίες παραμελούνται στη φάση της ένδον-νοσοκομειακής διαχείρισης είναι η χρήση των κατάλληλων περιεκτών πρωτογενούς συλλογής (χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της συλλογής συριγγών αιμοληψίας σε απλές πλαστικές σακούλες), η εκπαίδευση του προσωπικού το οποίο είναι επιφορτισμένο με τις εργασίες συλλογής και οι χώροι προσωρινής αποθήκευσης. Και στις τρεις περιπτώσεις παραμονεύουν σημαντικοί κίνδυνοι ή προβλήματα που σχετίζονται τόσο με την ασφάλεια του ιατρικού, νοσηλευτικού αλλά και του προσωπικού συλλογής, όσο και με την τροφοδοσία κλιβάνων αποτέφρωσης με υλικά συσκευασίας τα οποία δημιουργούν μεγάλες ποσότητες επικίνδυνων αερίων.

Είναι λοιπόν προφανές ότι πέρα από την κατασκευή μονάδων αποστείρωσης και αποτέφρωσης απαιτείται προσεκτικός και πλήρης σχεδιασμός των συστημάτων ένδον-νοσοκομειακής διαχείρισης, με παράλληλη τεχνική και επιστημονική υποστήριξη της λειτουργίας αυτών των συστημάτων. Ίσως το συγκεκριμένο ζήτημα να μην είναι το βασικότερο των προβλημάτων των νοσοκομείων της χώρας όμως δεν παύει να είναι ένα θέμα το οποίο πρέπει να αντιμετωπισθεί με ιδιαίτερη σοβαρότητα και προσοχή.