



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**Εργαστήριο Διαχείρισης Τοξικών & Επικίνδυνων**  
**Αποβλήτων**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Αξιολόγηση της διαχείρισης νοσοκομειακών  
αποβλήτων με τη χρήση του κυκλικού μοντέλου  
οικονομίας»**

**Βλασσάκη Σταυρούλα**

Εξεταστική επιτροπή:

Γιδαράκος Ευάγγελος, Καθηγητής (Επιβλέπων)

Διαμαντόπουλος Ευάγγελος, Καθηγητής

Βενιέρη Δανάη, Επικ. Καθηγήτρια

Πελλέρα Φραντσέσκα-Μαρία, Διδάκτωρ (Αναπληρωματική)

Χανιά, 2017

---

***«Θεωρούμε την προστασία του περιβάλλοντος  
προληπτική ιατρική μεγάλης κλίμακας.»***

**David Lawrence, MD, Chairman & CEO of Kaiser Permanente**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Καθηγητή μου, κύριο Γιδαράκο Ευάγγελο για την ευκαιρία που μου έδωσε να συνδυάσω στην παρούσα εργασία το αντικείμενο του Μηχανικού Περιβάλλοντος με την Ιατρική Επιστήμη, καθώς και για την αμέριστη στήριξή του σε αυτήν την προσπάθεια. Ευχαριστώ τα μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής, την κυρία Βενιέρη Δανάη, Επίκουρη Καθηγήτρια της σχολής Μηχανικών Περιβάλλοντος και τον κύριο Διαμαντόπουλο Ευάγγελο, Καθηγητή της σχολής Μηχανικών Περιβάλλοντος για την αξιολόγηση της μελέτης μου. Ευχαριστώ πολύ την κα. Πελλέρα Φραντσέσκα-Μαρία με την οποία συνεργαστήκαμε όλο αυτό το διάστημα για την εκπόνηση της εργασίας.

Ευχαριστώ ιδιαιτέρως τον Καθηγητή του Τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης κύριο Βουδριά Ευάγγελο, διότι χάριν αυτού γεννήθηκε η ιδέα εκπόνησης αυτής της εργασίας.

Ευχαριστώ θερμά τον Υποδιοικητή του Βενιελείου Νοσοκομείου Ηρακλείου, κύριο Μοσχοβάκη Γεώργιο, την προϊσταμένη του Τμήματος Επιστασίας του νοσοκομείου κυρία Φεργαδάκη Μαρία και τον προϊστάμενο του Τμήματος Διαχείρισης Υλικών κύριο Βιτώρο Εμμανουήλ για την άψογη συνεργασία που είχαμε.

Ευχαριστώ πολύ επίσης τις κυρίες Βαβαδάκη Κατερίνα και Καγιαμπάκη Άννα του τμήματος Περιβάλλοντος και Χωρικού Σχεδιασμού της Περιφέρειας Κρήτης για την σημαντική βοήθειά τους.

Ευχαριστώ τον «μέντορά» μου, Καθηγητή του τμήματος Βιολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης κύριο Χαλεπάκη Γεώργιο για όλες τις πολύτιμες συμβουλές του πριν και κατά τη διάρκεια της πορείας μου στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση, οι οποίες με βοήθησαν στην λήψη πολύ σημαντικών αποφάσεων.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, Στέλιο και Εύα, την αδερφή μου Δήμητρα, το «πρότυπό» μου Πολιτάκη Μαρία, τους φίλους μου και την Ραδιοφωνική Ομάδα του Πολυτεχνείου Κρήτης «Ράδιο Ένταση» για κάθε είδους στήριξη όλα αυτά τα χρόνια και για την συμπαράστασή τους καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της προσπάθειας.

*Η εργασία αυτή αφιερώνεται στον παππού μου, Πολυζωάκη Μανώλη.*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα απόβλητα των υγειονομικών μονάδων είναι μια ειδική κατηγορία αποβλήτων της οποίας η διαχείριση, η επεξεργασία και η τελική διάθεση απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή. Κάθε χρόνο στην Ελλάδα παράγονται κατά μέσο όρο 200.000 τόνοι αποβλήτων τέτοιου τύπου εκ των οποίων το 15% είναι επικίνδυνα. Συνεπώς, οι μέθοδοι επεξεργασίας και διαχείρισης εκτός του ότι παρουσιάζουν ιδιαιτερότητες, είναι και κοστοβόρες.

Τα τελευταία χρόνια γίνεται λόγος για ένα νέο οικονομικό μοντέλο, γνωστό και ως «Κυκλική Οικονομία». Η κυκλική οικονομία στηρίζεται στην επαναχρησιμοποίηση των υλικών, η οποία οδηγεί αφενός στην αύξηση του κύκλου ζωής τους και αφετέρου στην εξοικονόμηση χρημάτων και πρώτων υλών. Το μοντέλο αυτό έχει αποδειχθεί ότι έχει περισσότερα οφέλη από αυτά που προσφέρει το γραμμικό, με χαρακτηριστικά παραδείγματα την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας και της οικονομικής και περιβαλλοντικής ανθεκτικότητας, την ενθάρρυνση των καινοτόμων τεχνολογιών και την δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.

Η παρούσα διπλωματική μελέτη αξιολογεί την διαδικασία που ακολουθείται για την διαχείριση των αποβλήτων του Βενιζελείου Νοσοκομείου Ηρακλείου, καθώς και την προμήθεια υλικών που χρησιμοποιούνται στην μονάδα, με κύρια έμφαση στα πλαστικά υλικά, λόγω του ότι το πλαστικό είναι ευρέως διαδεδομένο υλικό, εύκολο στην ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίησή του, αλλά δύσκολο στην βιοαπόδόμησή του από το περιβάλλον, εντείνοντας έτσι σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως το φαινόμενο της βιοσυσσώρευσης. Με βάση τον ετήσιο προϋπολογισμό των δαπανών του νοσοκομείου και τις παραγόμενες ποσότητες αποβλήτων, προέκυψαν χρήσιμα συμπεράσματα και προτάθηκαν λύσεις για το πως μπορεί να εφαρμοστεί το κυκλικό μοντέλο οικονομίας στα πλαστικά υλικά της μονάδας.

## **ABSTRACT**

Healthcare waste (HCW) is a special category of waste whose handling, treatment and disposal require particular attention. Each year in Greece, an average of 200.000 tn are produced of that kind of waste, whose 15% is hazardous. Therefore, the methods of processing and management besides being special are also cost-effective.

In recent years, there has been talk of a new economic model, also known as the "Circular Economy" model. Circular economy is based on the reuse of materials, which leads to an increase in their life cycle and, on the other hand, to saving money and raw materials. This model has been shown to have more benefits than the linear one, with examples being enhanced competitiveness and economic and environmental sustainability, encouraging innovative technologies and creating new jobs.

This thesis evaluates the procedure followed for the waste management of the Venizelion Hospital of Heraklion, as well as the supply of materials used in the facility, with the main emphasis on plastic materials, because the plastic is a widespread material, easy to recycle and reuse, but difficult to biodegrade from the environment, thereby exacerbating serious environmental problems such as bioaccumulation. Based on the annual budget of hospital expenditure and waste generated, useful conclusions were deduced and solutions were proposed on how the circular economy model can be applied to the healthcare unit's plastic materials.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

|   |    |
|---|----|
| ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....   | 3  |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....  | 4  |
| ABSTRACT.....   | 5  |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ-ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....   | 9  |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ .....  | 10 |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ .....   | 12 |
| ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ .....   | 13 |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....   | 14 |
| Κεφάλαιο 1: Κατηγοριοποίηση Ιατρικών Αποβλήτων.....                       | 15 |
| 1.1 Ελληνική Νομοθεσία.....   | 15 |
| 1.1.1 Αστικά Στερεά Απόβλητα (ΑΣΑ).....                                   | 15 |
| 1.1.2 Επικίνδυνα Απόβλητα Υγειονομικών Μονάδων (ΕΑΥΜ).....                | 15 |
| 1.2 Ευρωπαϊκός Κανονισμός .....   | 17 |
| 1.3 Κατηγοριοποίηση Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ-WHO) .....          | 19 |
| Κεφάλαιο 2: Μέθοδοι επεξεργασίας-διαχείρισης ιατρικών αποβλήτων .....     | 21 |
| 2.1 Αποτέφρωση.....   | 21 |
| 2.2 Πυρόλυση.....   | 22 |
| 2.3 Αποστείρωση.....  | 23 |
| 2.4 Απολύμανση με μικροκύματα .....                                       | 23 |
| 2.5 Χημική απολύμανση .....   | 24 |
| 2.6 Υαλοποίηση .....  | 24 |
| Κεφάλαιο 3: Υπάρχουσα κατάσταση .....                                     | 26 |
| 3.1 Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα .....                                | 26 |
| 3.1.1 Πρακτικές Διαχείρισης ΕΑΥΜ εντός των ΥΜ .....                       | 28 |
| 3.1.2 Πρακτικές Διαχείρισης ΕΑΥΜ εκτός των ΥΜ.....                        | 28 |
| 3.1.3 Νομοθετικό Πλαίσιο Διαχείρισης ΑΥΜ .....                            | 30 |
| 3.2 Υφιστάμενη Κατάσταση στην Κρήτη.....                                  | 33 |
| 3.2.1 Γενικές Πληροφορίες .....   | 33 |
| 3.2.2 Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης Αποβλήτων Κρήτης (ΠΕΣΔΑΚ)..... | 33 |
| 3.3 Διαχείριση Νοσοκομειακών Αποβλήτων στο Εξωτερικό.....                 | 34 |
| Κεφάλαιο 4: Κυκλική Οικονομία .....                                       | 39 |

|  |    |
|--|----|
| 4.1 Ορισμός-Σημασία κυκλικού μοντέλου οικονομίας .....                                     | 39 |
| 4.2 Αναμενόμενα Οφέλη Κυκλικής Οικονομίας.....   | 40 |
| 4.3 Κυκλική Οικονομία σε Υγειονομικές Μονάδες στο εξωτερικό – Η περίπτωση της Δανίας ..... | 41 |
| Κεφάλαιο 5: Μεθοδολογία .....  | 45 |
| 5.1 Αντικείμενο Μελέτης.....   | 45 |
| 5.2 Το Βενιζέλειο Νοσοκομείο Ηρακλείου.....  | 48 |
| 5.2.1 Περιγραφή .....  | 48 |
| 5.2.2 Εσωτερικός κανονισμός διαχείρισης αποβλήτων Βενιζελείου Νοσοκομείου Ηρακλείου .....  | 48 |
| 5.2.2.1 Βασικές αρχές .....  | 49 |
| 5.2.2.2 Συλλογή .....  | 50 |
| 5.2.2.3 Μεταφορά .....   | 55 |
| 5.2.3 Αποστείρωση ΕΑΑΜ Υγειονομικής Μονάδας .....  | 56 |
| 5.3 Δεδομένα-Παραδοχές .....   | 58 |
| Κεφάλαιο 6: Αποτελέσματα .....   | 60 |
| 6.1 Παραγωγή αποβλήτων – Υπάρχουσα Κατάσταση .....   | 60 |
| 6.1.1. Ποσοτική ανάλυση.....   | 63 |
| 6.1.2. Εκτίμηση Ποιοτικής Ανάλυσης ΕΑΑΜ .....  | 64 |
| 6.1.3 Διαχείριση Υλικών .....  | 66 |
| 6.1.3.1 Αναλώσιμα Υλικά .....  | 66 |
| 6.1.3.2 Υγειονομικά Υλικά Φαρμακείου .....   | 68 |
| 6.1.3.3 Αθροιστικά αποτελέσματα .....  | 70 |
| 6.2 Σενάρια Διαχείρισης-Προτάσεις-Εναλλακτικές Λύσεις .....                                | 73 |
| 6.2.1 Εφαρμογή κυκλικής οικονομίας στην Διαχείριση ΑΥΜ.....                                | 73 |
| 6.2.2 Επαναεπεξεργασία .....   | 75 |
| 6.2.2.1 Αναλώσιμα Υλικά .....  | 77 |
| 6.2.2.2 Υλικά Φαρμακείου .....   | 79 |
| 6.2.2.3 Εκτίμηση Οικονομικού Κέρδους .....   | 82 |
| 6.2.3 Μονάδα Κεντρικής Αποστείρωσης (ΜΚΑ) .....  | 83 |
| 6.2.4 Αναερόβια Χώνευση .....  | 86 |
| 6.2.4.1 Άλλες προτάσεις εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας .....                           | 89 |
| Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα.....  | 90 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΠΗΓΕΣ: .....  | 92 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| I. Ελληνική Βιβλιογραφία ..... | 92 |
| II. Διεθνής Βιβλιογραφία.....  | 94 |
| III. Πηγές Διαδικτύου .....    | 95 |



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ-ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Ταξινόμηση ΑΥΜ σύμφωνα με τον ΠΟΥ.

Σχήμα 2: Μεθοδολογία ανάπτυξης εθνικού σχεδίου διαχείρισης ΑΥΜ.

Σχήμα 3: Ιεραρχία δράσεων και εργασιών διαχείρισης αποβλήτων.

Σχήμα 4: Απεικόνιση μοντέλου κυκλικής οικονομίας.

Σχήμα 5: Διάγραμμα ροής μεθοδολογίας.

Σχήμα 6: Απεικόνιση υλοποίησης αποστείρωσης/αποτέφρωσης της ΥΜ.

Σχήμα 7: Απεικόνιση διεξαγωγής αναερόβιας χώνευσης.

Πίνακας 1: Υφιστάμενες εγκαταστάσεις διαχείρισης ΑΥΜ

Πίνακας 2: Κόστος / έτος μελέτης για όλα τα υλικά που αγοράστηκαν από την ΥΜ.

Πίνακας 3: Αθροιστικά ποσά / έτος για το κόστος των υλικών μελέτης που αγοράστηκαν από την ΥΜ.

Πίνακας 4: Ποσοστά δαπανών στα υλικά μελέτης από την ΥΜ.

Πίνακας 5: Συγκεντρωτικές αγορές υπηρεσιών διαχείρισης αποβλήτων της ΥΜ ανά έτος μελέτης.

Πίνακας 6: Συνολικό κόστος αγοράς υλικών μελέτης από την ΥΜ ανά έτος.

Πίνακας 7: Κοστολόγηση διεργασίας επαναχρησιμοποίησης με αποστείρωση για τα έτη μελέτης.

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Ποσοστιαία κατανομή παραγόμενων στερεών ΕΑΥΜ-έτος αναφοράς 2008.

Διάγραμμα 2: Ημερήσια παραγωγή υγρών ΕΑΑΜ (L) ανά περιφέρεια-έτος αναφοράς 2008.

Διάγραμμα 3: Μέσο ποσοστό παραγωγής ΕΑΑΜ και ΜΕΑ της ΥΜ.

Διάγραμμα 4: Παραγωγή ΕΑΑΜ ανά κλίνη και ημέρα το έτος 2013.

Διάγραμμα 5: Παραγωγή ΕΑΑΜ ανά κλίνη και ημέρα το έτος 2014.

Διάγραμμα 6: Παραγωγή ΕΑΑΜ ανά κλίνη και ημέρα το έτος 2015.

Διάγραμμα 7: Παραγωγή ΕΑΑΜ ανά κλίνη και ημέρα το έτος 2016.

Διάγραμμα 8: Ετήσια παραγωγή ΕΑΑΜ για τα επιλεγόμενα Τμήματα/Κλινικές.

Διάγραμμα 9: Εκτίμηση ποιοτικής ανάλυσης πλαστικών υλικών για όλα τα Εργαστήρια /Κλινικές /Μονάδες Φροντίδας.

Διάγραμμα 10: Εκτίμηση ποιοτικής ανάλυσης υλικών μελέτης για όλα τα Εργαστήρια/Κλινικές/Μονάδες Φροντίδας.

Διάγραμμα 11: Κόστος πλαστικών αναλώσιμων υλικών μελέτης.

Διάγραμμα 12: Ποσότητες πλαστικών αναλώσιμων υλικών μελέτης που αγοράστηκαν από την ΥΜ.

Διάγραμμα 13: Κόστος πλαστικών υγειονομικών υλικών φαρμακείου (υλικά μελέτης).

Διάγραμμα 14: Ποσότητες πλαστικών υγειονομικών υλικών φαρμακείου που αγοράστηκαν από την ΥΜ. (υλικά μελέτης)

Διάγραμμα 15: Εκτίμηση κόστους επαναεπεξεργασίας αναλώσιμων υλικών το έτος 2013.

Διάγραμμα 16: Εκτίμηση κόστους επαναεπεξεργασίας αναλώσιμων υλικών το έτος 2014.

Διάγραμμα 17: Εκτίμηση κόστους επαναεπεξεργασίας αναλώσιμων υλικών το έτος 2015.

Διάγραμμα 18: Εκτίμηση κόστους επαναεπεξεργασίας αναλώσιμων υλικών το έτος 2016.

Διάγραμμα 19: Εκτίμηση κόστους επαναεπεξεργασίας υγειονομικών υλικών φαρμακείου το έτος 2013.

Διάγραμμα 20: Εκτίμηση κόστους επαναεπεξεργασίας υγειονομικών υλικών φαρμακείου το έτος 2014.

Διάγραμμα 21: Εκτίμηση κόστους επαναεπεξεργασίας υγειονομικών υλικών φαρμακείου το έτος 2015.

Διάγραμμα 22: Εκτίμηση κόστους επαναεπεξεργασίας υγειονομικών υλικών φαρμακείου το έτος 2016.

Διάγραμμα 24: Εκτίμηση κέρδους επαναχρησιμοποίησης υγειονομικών υλικών μέλετης.

Διάγραμμα 23: Εκτίμηση κέρδους επαναχρησιμοποίησης αναλώσιμων υλικών μελέτης.

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Συλλογή ΜΕΑ για αποτέφρωση (δεξιά), εγκατάσταση αποτεφρωτήρα (δεξιά)

Εικόνα 2: Γραφική απεικόνιση κυκλικού μοντέλου οικονομίας

Εικόνα 3: «Τα σκουπίδια κάποιου είναι ο θησαυρός κάποιου άλλου», Κοπεγχάγη

Εικόνα 4: Κεντρική είσοδος Βενιζελείου Νοσοκομείου Ηρακλείου.

Εικόνα 5: Πλαστικές σακούλες συλλογής EAAM, κόκκινου & κίτρινου χρώματος, με σχετική σήμανση του υφιστάμενου κινδύνου.

Εικόνα 6: Υποδοχείς αιχμηρών EAAM.

Εικόνα 7: Ενδεικτικοί περιέκτες EAAM.

Εικόνα 8: Τροχήλατα μέσα συλλογής και μεταφοράς ΑΥΜ.

Εικόνα 9: Θάλαμος αποστείρωσης της Medical Waste.

## ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ

ΑΥΜ: Απόβλητα Υγειονομικών Μονάδων

ΕΑΥΜ: Επικίνδυνα Απόβλητα Υγειονομικών Μονάδων

ΥΜ: Υγειονομική Μονάδα

ΕΑΑΜ: Επικίνδυνα Απόβλητα Αμιγώς Μολυσματικά

ΜΕΑ: Μικτά Επικίνδυνα Απόβλητα

ΑΣΑ: Αστικά Στερεά Απόβλητα

ΑΕΑ: Άλλα Επικίνδυνα Απόβλητα

ΠΟΥ-WHO: Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας-World Health Organization

TNT: τρινιτροτολουόλιο

ΑΕΠ: Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν

ΚΥΑ: Κοινή Υπουργική Απόφαση

ΕΚ: Ευρωπαϊκός Κανονισμός

ΦΕΚ: Φύλλο Εφημερίδας Κυβερνήσεως

ΕΥΡΑΤΟΜ: Ευρωπαϊκή Κοινότητα Ατομικής Ενέργειας

ΕΛΟΤ-ΕΝ: Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης

ΜΚΑ: Μονάδα Κεντρικής Αποστείρωσης

ADR: Accord European relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route (Ευρωπαϊκή Συμφωνία για τις Διεθνείς Μεταφορές Επικίνδυνων Εμπορευμάτων που πραγματοποιούνται οδικώς)

ISO: International Organization for Standardization

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κάθε χρόνο στο Βενιζέλειο Νοσοκομείο Ηρακλείου περίπου το 95% των αποβλήτων που παράγεται είναι επικίνδυνα αμιγώς μολυσματικά για τα οποία εφαρμόζεται η μέθοδος της αποστείρωσης ενώ το υπόλοιπο 5% είναι μικτά επικίνδυνα απόβλητα τα οποία οδηγούνται προς αποτέφρωση. Και για τις δύο περιπτώσεις αφενός οι ποσότητες αποβλήτων που παράγονται είναι αρκετά μεγάλες και αφετέρου το κόστος διαχείρισής τους είναι υψηλό.

Ενώ ο σκοπός των υγειονομικών μονάδων είναι η παροχή υπηρεσιών υγείας υψηλών προδιαγραφών, οι ίδιες οι μονάδες χαρακτηρίζονται σημαντικές πηγές ρύπανσης. Η ατμοσφαιρική ρύπανση και η παραγωγή αποβλήτων είναι υψηλή, όπως και η κατανάλωση ενέργειας, ύδατος και χημικών ουσιών. Ειδικότερα η υψηλή κατανάλωση χημικών ουσιών μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά προβλήματα υγείας αν δεν διαχειριστούν σωστά (π.χ. θάλλιο, υδράργυρος)

Στην χώρα μας, η διαδικασία που ξεκινά από την λήψη φυσικών πόρων και καταλήγει στην παραγωγή αποβλήτων ακολουθεί το γραμμικό μοντέλο οικονομίας «λήψη→ κατασκευή→ απόρριψη». Τα προβλήματα του γραμμικού μοντέλου είναι ότι υποβαθμίζεται η αξία των φυσικών πόρων και των προϊόντων, επικρατεί αστάθεια τιμών εφόσον οι φυσικοί πόροι μειώνονται, υπάρχει περισσότερη παραγωγή αποβλήτων συνεπώς υποβαθμίζεται περισσότερο το περιβάλλον και εντείνεται περισσότερο το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής.

Η κυκλική οικονομία, ένα μοντέλο που έχει ήδη εφαρμογή σε χώρες του εξωτερικού ορίζεται ως εξής: πρώτες ύλες→ σχεδιασμός→ παραγωγή→ διανομή→ χρήση/επαναχρησιμοποίηση→ συλλογή→ ανακύκλωση→ πρώτες ύλες. Οι στόχοι του μοντέλου της κυκλικής οικονομίας ως προς τη διαχείριση αποβλήτων είναι αρχικά η βελτίωση της διαχείρισής τους σύμφωνα με τα πρότυπα ιεράρχησης αποβλήτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η αντιμετώπιση των υφιστάμενων χασμάτων εφαρμογής και η παροχή μακροπρόθεσμου οράματος και στόχων για την καθοδήγηση των επενδύσεων.

Η παρούσα διπλωματική εργασία αναφέρεται στις μεθόδους που εφαρμόζονται ήδη στο Βενιζέλειο Νοσοκομείο Ηρακλείου και με βάση την ποιοτική και την ποσοτική τους ανάλυση τις αξιολογεί. Επιπλέον με βάση τις ποσότητες αγορών και το κόστος αναλωθέντων υλικών, όπως επίσης και με το ετήσιο κόστος εφαρμογής μεθόδων διαχείρισης αποβλήτων αξιολογεί πόσο δαπανηρό είναι το γραμμικό μοντέλο οικονομίας. Στο τέλος σχολιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την αξιολόγηση και προτείνονται λύσεις εφαρμογής του κυκλικού μοντέλου καθώς και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

## Κεφάλαιο 1: Κατηγοριοποίηση Ιατρικών Αποβλήτων

### 1.1 Ελληνική Νομοθεσία

Η ελληνική νομοθεσία έχει εκδώσει την Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) υπ' αριθμόν 146163/2012 για να κατηγοριοποιήσει τα απόβλητα υγειονομικών μονάδων, με βάση τον Κατάλογο Αποβλήτων του παραρτήματος της Απόφασης 2000/532/ΕΚ της Επιτροπής της 3/5/2000. Πιο συγκεκριμένα, στο άρθρο 2 της ΚΥΑ, ορίζεται η εξής ταξινόμηση:

- ❖ Αστικά Στερεά Απόβλητα (ΑΣΑ)
- ❖ Επικίνδυνα Απόβλητα Υγειονομικών Μονάδων (ΕΑΥΜ), τα οποία ταξινομούνται σε τρεις υποκατηγορίες και
- ❖ Ειδικά Ρεύματα Αποβλήτων: ραδιενεργά, συσκευές πεπιεσμένου αέρα, απόβλητα εναλλακτικής διαχείρισης (πχ μπαταρίες)

#### 1.1.1 Αστικά Στερεά Απόβλητα (ΑΣΑ)

Αποτελούν προσομοίωση των οικιακών αποβλήτων. Προέρχονται από:

- ❖ Παρασκευή φαγητών από τις κουζίνες των υγειονομικών μονάδων
- ❖ Δραστηριότητες εστίασης και λοιπά υπολείμματα τροφίμων από τις μονάδες νοσηλείας.

Από αυτήν την κατηγορία εξαιρούνται τα απόβλητα που προέρχονται από ασθενείς που πάσχουν από μολυσματικές ασθένειες. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι ότι οι θεράποντες ιατροί έχουν διαγνώσει ότι οι συγκεκριμένοι ασθενείς πάσχουν από ασθένειες που μπορεί να μεταδοθούν μέσω των τροφικών υπολειμμάτων.

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν απόβλητα όπως γυαλί, χαρτί/χαρτόνι, πλαστικό, μέταλλα, υλικά συσκευασίας, ογκώδη υλικά, επικίνδυνα απόβλητα που εξομοιώνονται ποιοτικά με τα οικιακά απόβλητα, απόβλητα ρουχισμού μιας χρήσης, ορθοπεδικοί γύψοι και απόβλητα υγιεινής βρεφών και ενηλίκων.

#### 1.1.2 Επικίνδυνα Απόβλητα Υγειονομικών Μονάδων (ΕΑΥΜ)

Τα απόβλητα που ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία ταξινομούνται σε τρεις επιμέρους κατηγορίες. Η υποταξινόμηση αυτή γίνεται με κριτήριο την εκδήλωση της ιδιότητας H<sub>9</sub> (ένδειξη μολυσματικού αποβλήτου) , σύμφωνα με το Παράρτημα ΙΙΙ του άρθρου 60 του Νόμου 4042/2012. Οι υποκατηγορίες αυτές είναι:

❖ Επικίνδυνα Απόβλητα Αμιγώς Μολυσματικά (EAAM)

Τα απόβλητα αυτά εκδηλώνουν μόνο την επικίνδυνη ιδιότητα H9. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν τα απόβλητα που προέρχονται από περιβάλλοντα στα οποία υπάρχει κίνδυνος βιολογικής μετάδοσης μέσω του αέρα και από περιβάλλοντα απομόνωσης. Σε αυτά βρίσκονται ασθενείς που πάσχουν από μεταδοτική νόσο και έχουν μολυνθεί από αίμα ή άλλα βιολογικά υγρά.

Ενδεικτικά αναφέρονται:

- 1 Βελόνες, σύριγγες, λάμες, χειρουργικά νυστέρια
- 2 Εργαλεία για κολποσκόπηση και τεστ Παπανικολάου
- 3 Οφθαλμικές ράβδοι μη αποστειρωμένες
- 4 Οφθαλμικές ράβδοι από TNT
- 5 Σωλήνες παροχετεύσεων και διασωληνώσεων
- 6 Καθετήρες, συνδέσεις
- 7 Κυκλώματα για εξωσωματική κυκλοφορία, δοχεία μιας χρήσης για λήψη υλικού βιοψίας ενδομήτριου
- 8 Σετ μετάγγισης
- 9 Μολυσμένα εργαλεία από ενδοφλέβια χορήγηση ορού
- 10 Φίλτρα διύλισης
- 11 Γάντια μιας χρήσης
- 12 Υλικά μιας χρήσης όπως: σταγονόμετρα, δοκιμαστικοί σωλήνες, προστατευτικός ρουχισμός και μάσκες, γυαλιά, πανιά, σεντόνια, μπότες, γαλότσες, πουκαμίσες
- 13 Ιατρικά υλικά όπως γάζες, ταμπόν, επίδεσμοι, τσιρότα, σωληνοειδή ράμματα
- 14 Σακούλες μεταγγίσεων, ούρων και παρεντερικής διατροφής
- 15 Σετ εγχύσεων
- 16 Ορθοσκόπια και γαστροσκόπια
- 17 Σωλήνες μύτης για βρογχοαναρρόφηση, οξυγονοθεραπεία κλπ.
- 18 Ψύκτρες και καθετήρες για κυτταρολογική λήψη
- 19 Ρινοσκόπια μιας χρήσης, μητροσκόπια
- 20 Μέρη σώματος μικρού μεγέθους μη αναγνωρίσιμα
- 21 Μικρές κλίνες πειραματόζων
- 22 Κενά δοχεία εμβολίων ζωντανού αντιγόνου
- 23 Υπολείμματα φαγητού
- 24 Απόβλητα κτηνιατρικών δραστηριοτήτων που έχουν μολυνθεί από παθογόνους παράγοντες ή/και έχουν έρθει σε επαφή με μολυσμένο βιολογικό υγρό



#### ❖ Μικτά Επικίνδυνα Απόβλητα (ΜΕΑ)

Εκδηλώνουν την ιδιότητα H9 ταυτόχρονα με μία ή περισσότερες επικίνδυνες ιδιότητες. Μπορεί να προέρχονται από ανάπτυξη ηλεκτρονικών δραστηριοτήτων και μικροβιολογικών-βιοχημικών εξετάσεων, από παθολογοανατομικά εργαστήρια και από παθολογικά και άλλα τμήματα που γίνονται χημειοθεραπείες.

#### ❖ Άλλα Επικίνδυνα Απόβλητα (ΑΕΑ)

Εκδηλώνουν μία τουλάχιστον επικίνδυνη ιδιότητα εκτός της H9. Είναι οι χημικές ουσίες που αποτελούνται από ή περιέχουν επικίνδυνες ουσίες, τα απόβλητα που περιέχουν ποσότητες υδραργύρου και τα ληγμένα φάρμακα ή τα φάρμακα που δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Οι χημικές ουσίες αυτές είναι χλωροφόρμιο, τριχλωροαιθυλένιο, ξυλένιο, ακετόνη, μεθανόλη, ανόργανες χημικές ουσίες που περιέχουν οξέα και αλκάλια (θειικό, υδροχλωρικό, νιτρικό, χρωμικό οξύ, υδροξείδιο του νατρίου και διαλύματα αμμωνίας) και άλλα οξειδωτικά ( $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) ή επιβραδυντές ( $\text{NaHSO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ).

## 1.2 Ευρωπαϊκός Κανονισμός

Με βάση των Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων τα ιατρικά απόβλητα ταξινομούνται με τον κωδικό αριθμό 18.

18: Απόβλητα από την υγειονομική περίθαλψη ανθρώπων ή ζώων ή/και από σχετικές έρευνες (εξαιρούνται απόβλητα κουζίνας και εστιατορίων που δεν προκύπτουν άμεσα από το σύστημα υγείας)

18.01: Απόβλητα από την περιγεννητική φροντίδα, τη διάγνωση, τη θεραπεία ή την πρόληψη ασθενειών σε ανθρώπους

18.01.01: Κοπτερά εργαλεία (εκτός από το σημείο 18.01.03)

18.01.02: Μέρη και όργανα του σώματος περιλαμβανομένων σάκων αίματος και διατηρημένο αίμα (εκτός από το σημείο 18.01.03)

18.01.03: Απόβλητα των οποίων η συλλογή και η διάθεση υπόκεινται σε ειδικές απαιτήσεις σε σχέση με την πρόληψη μόλυνσης

18.01.04: Απόβλητα των οποίων η συλλογή και η διάθεση δεν υπόκεινται σε ειδικές απαιτήσεις σε σχέση με την πρόληψη μόλυνσης (π.χ. επίδεσμοι, γύψινα εκμαγεία, σεντόνια, πετσέτες, ρουχισμός μιας χρήσης, απορροφητικές πάνες)

18.01.06: Χημικές ουσίες που αποτελούνται από ή περιέχουν επικίνδυνες ουσίες

- 18.01.07: Χημικές ουσίες άλλες από τις αναφερόμενες στο σημείο 18.01.06
- 18.01.08: Κυτταροτοξικές και κυτταροστατικές φαρμακευτικές ουσίες
- 18.01.09: Φαρμακευτικές ουσίες άλλες από τις αναφερόμενες στο σημείο 18.01.08
- 18.01.10: Αμάλγαμα οδοντιατρικής
- 18.02: Απόβλητα από την έρευνα, διάγνωση, θεραπεία ή πρόληψη των ασθενειών που εμφανίζονται σε ζώα
- 18.02.01: Κοπτερά εργαλεία (εκτός από το σημείο 18.02.02)
- 18.02.02: Απόβλητα των οποίων η συλλογή και διάθεση υπόκεινται σε ειδικές απαιτήσεις σε σχέση με την πρόληψη μόλυνσης
- 18.02.03: Άλλα απόβλητα των οποίων η συλλογή και διάθεση δεν υπόκεινται σε ειδικές απαιτήσεις σε σχέση με την πρόληψη μόλυνσης
- 18.02.05: Χημικές ουσίες που αποτελούνται από ή περιέχουν επικίνδυνες ουσίες
- 18.02.06: Χημικές ουσίες άλλες από τις αναφερόμενες στο σημείο 18.02.05
- 18.02.07: Κυτταροτοξικές και κυτταροστατικές φαρμακευτικές ουσίες
- 18.02.08: Φαρμακευτικές ουσίες άλλες από τις αναφερόμενες στο σημείο 18.02.07

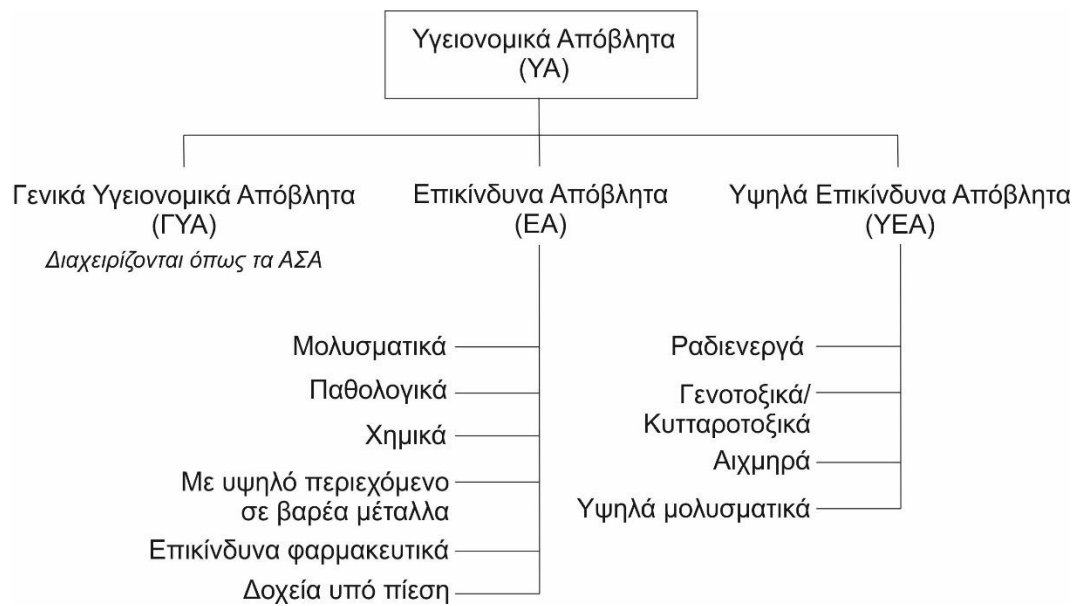
### 1.3 Κατηγοριοποίηση Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ-WHO)

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ-WHO) δίνει έναν γενικότερο ορισμό για τα Ιατρικά Απόβλητα, ως τα απόβλητα που παράγονται από δραστηριότητες που αφορούν υγειονομική περίθαλψη ανθρώπων ή ζώων σε Υγειονομικές Μονάδες (ΥΜ), ερευνητικά εργαστήρια ή ερευνητικές δραστηριότητες που έχουν να κάνουν με «φροντίδα υγείας» αλλά και από άλλες μικρότερες πηγές, όπως φροντίδα υγείας παρεχόμενη στο σπίτι. Στον Σχήμα 1 απεικονίζονται οι διάφορες κατηγορίες Ιατρικών Αποβλήτων σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας.

- ❖ Μολυσματικά απόβλητα: απόβλητα στα οποία υπάρχει υπόνοια ότι περιέχουν παθογόνους μικροοργανισμούς όπως εργαστηριακές καλλιέργειες, απόβλητα από δωμάτια απομόνωσης, από χειρουργεία, γάντια, χειροπετσέτες, φίλτρα κ.ά. Επίσης, υλικά που έχουν έλθει σε επαφή με ασθενείς που πάσχουν από μεταδοτικά νοσήματα και κάνουν αιμοδιάλυση.
- ❖ Παθολογικά απόβλητα: ανθρώπινοι ιστοί και μέλη σώματος, βιολογικά υγρά όπως αίμα, δάκρυα, βλέννα κ.ά.
- ❖ Φαρμακευτικά απόβλητα: ληγμένα φάρμακα ή φάρμακα που δεν χρειάζονται πλέον, δοχεία ή άλλη συσκευασία που δεν έχει έλθει σε επαφή με φάρμακα.
- ❖ Χημικά απόβλητα: απόβλητα που περιέχουν χημικές ουσίες όπως χημικά αντιδραστήρια, υγρά εμφάνισης φιλμ, απολυμαντικά, διαλύτες κ.ά.
- ❖ Απόβλητα με υψηλή περιεκτικότητα σε βαρέα μέταλλα: μπαταρίες, σπασμένα θερμομέτρα.
- ❖ Περιέκτες αερίων υπό πίεση: συσκευασίες από αεροζόλ και σπρέι
- ❖ Αιχμηρά: βελόνες, νυστέρια, λεπίδες, σπασμένο γυαλί
- ❖ Απόβλητα υψηλού μολυσματικού κινδύνου: βιολογικά υγρά και απόβλητα προερχόμενα από βιολογικά εργαστήρια
- ❖ Γενοτοξικά απόβλητα: απόβλητα που περιέχουν κυτταροστατικά φάρμακα ή γενοτοξικά χημικά.
- ❖ Ραδιενεργά απόβλητα: απόβλητα που περιέχουν ραδιονουκλίδια όπως υπολείμματα από υγρά που χρησιμοποιούνται για ραδιοθεραπείες, διαγνωστικούς σκοπούς ή εργαστηριακή έρευνα, μολυσμένη συσκευασία, απορροφητικό υλικό ή περιέκτες, ούρα και περιττώματα ασθενών που έχουν υποστεί ραδιοθεραπεία ή έλεγχο με ραδιονουκλίδια και ραδιενεργές πηγές

Τα απόβλητα των τριών τελευταίων κατηγοριών θεωρούνται απόβλητα υψηλού κινδύνου και απαιτούν ιδιαίτερη διαχείριση.

Στο Σχήμα 1 απεικονίζεται η παραπάνω περιγραφή της κατηγοριοποίησης των αποβλήτων υγειονομικής φύσεως με τα κριτήρια που ορίζει ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας.



**Σχήμα 1: Ταξινόμηση ΑΥΜ σύμφωνα με τον ΠΟΥ.(Γιδαράκος, 2017)**

## Κεφάλαιο 2: Μέθοδοι επεξεργασίας-διαχείρισης ιατρικών αποβλήτων

Στον τομέα επεξεργασίας και διαχείρισης αποβλήτων υγειονομικών μονάδων έχουν γίνει πολλές έρευνες παγκοσμίου επιπέδου για την εξεύρεση αποτελεσματικών μεθόδων. Οι μέθοδοι αυτοί πρέπει να διέπονται τόσο από χαμηλό κόστος (λειτουργικό και εγκατάστασης) όσο και από τη μικρότερη δυνατή περιβαλλοντική επιβάρυνση.

Οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι είναι αυτές της αποστείρωσης και της αποτέφρωσης με επιμέρους παραλλαγές. Παρόλα αυτά, έχουν αναπτυχθεί κι άλλες μέθοδοι επεξεργασίας σε διεθνές επίπεδο, οι οποίες χαρακτηρίζονται αποτελεσματικές.

### **2.1 Αποτέφρωση**

Κοινός τρόπος διαχείρισης των μολυσματικών αποβλήτων αποτελεί η θερμική επεξεργασία μέσω του συστήματος αποτέφρωσης. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στη θερμική αποσύνθεση και οξείδωση των μολυσματικών αποβλήτων σε θερμοκρασίες μεταξύ 900-1200 °C. Σε αυτές τις θερμοκρασίες απομακρύνονται οι παθογόνοι μικροοργανισμοί και μειώνεται σε μεγάλο ποσοστό ο όγκος των αποβλήτων (ΠΟΥ, 1999). Να σημειωθεί επίσης ότι οι διατάξεις αποτέφρωσης μεγάλων νοσοκομειακών μονάδων είναι σε θέση να παράγουν ενέργεια και η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί, πχ για θέρμανση ή για ηλεκτρισμό. Η μέθοδος της αποτέφρωσης κρίνεται ως κατάλληλη για όλα σχεδόν τα είδη των φαρμακευτικών και χημικών αποβλήτων (ΠΟΥ, 1999). Το κυριότερο πρόβλημα της αποτέφρωσης σχετίζεται με τα απαέρια της καύσης. Καθώς πολλοί από τους φορείς των μολυσματικών αποβλήτων είναι κατασκευασμένοι από πλαστικό και κυρίως από PVC, τα απαέρια της καύσης είναι πλούσια σε διοξίνες και φουράνια (Thorton et al., 1996), ενώ δευτερευόντως σε αιωρούμενα σωματίδια, βαρέα μέταλλα, VOC, μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου και οξείδια του αζώτου. Αξιόλογη κρίνεται επίσης η παραγωγή υπολειμματικής και ιπτάμενης τέφρας. Όλα τα ανωτέρω συστατικά κατατάσσονται στα επικίνδυνα απόβλητα (Χωραφά και Τσουκάτος, 2004). Επίσης είναι δυνατή η εκπομπή μεταλλικών σωματιδίων στην περίπτωση που ο αποτεφρωτήρας δεν έχει σχεδιαστεί κατάλληλα ή δυσλειτουργεί.

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, η μακροπρόθεσμη έκθεση σε χαμηλές συγκεντρώσεις διοξινών και φουρανίων μπορεί να προκαλέσει εξασθένηση του ανοσοποιητικού συστήματος και μειωμένη λειτουργία του νευρικού και ενδοκρινικού συστήματος. Αντίθετα, η βραχυπρόθεσμη έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την πρόκληση δερματικών αλλοιώσεων και τη μεταβολή της λειτουργίας του ήπατος (ΠΟΥ,

2004). Ωστόσο, υπάρχει και αναφορά ότι κάποιες διοξίνες μπορεί να προκαλέσουν καρκίνο.



**Εικόνα 1: Συλλογή ΜΕΑ για αποτέφρωση (αριστερά), εγκατάσταση αποτεφρωτήρα (δεξιά)  
(Αποτεφρωτήρας Α.Ε, Αθήνα 2016)**

## 2.2 Πυρόλυση

Η πυρόλυση προκαλεί χημική αποσύνθεση των οργανικών ουσιών μέσω της θέρμανσής τους απουσία οξυγόνου. Πρακτικά, δεν είναι δυνατό να επιτευχθεί περιβάλλον πλήρους απουσίας οξυγόνου. Στην πραγματικότητα τα πυρολυτικά συστήματα λειτουργούν με ποσότητα οξυγόνου μικρότερη από τη στοιχειομετρική και επομένως η οξείδωση είναι αναπόφευκτη. Στην περίπτωση που τα απόβλητα περιέχουν πτητικές ή ημιπτητικές ουσίες θα προκληθεί και εξαερίωση αυτών. Η πυρόλυση επιτυγχάνεται σε συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας λειτουργίας άνω των 430°C. Τα αέρια που παράγονται από την διαδικασία της πυρόλυσης (απαέρια) απαιτούν περαιτέρω επεξεργασία. Τα απαέρια υφίστανται επεξεργασία σε ένα δευτερεύοντα θάλαμο καύσης, όπου υφίστανται μερική συμπύκνωση. Επίσης, είναι απαραίτητος ο εξοπλισμός κατακράτησης σωματιδίων (υφασμάτινα φίλτρα, κλπ.). Τα συστήματα που χρησιμοποιούνται στην πυρόλυση είναι όμοια με εκείνα της αποτέφρωσης



(περιστρεφόμενος κλίβανος, κλπ.). Η πυρόλυση διαφοροποιείται από την αποτέφρωση των αποβλήτων σε δύο παράγοντες: (α) τη θερμοκρασία λειτουργίας, όπου στην πυρόλυση είναι χαμηλότερη και (β) την απαιτούμενη ποσότητα οξυγόνου, όπου για την πυρόλυση είναι κατά πολύ μικρότερη από ό,τι για την καύση (Ξηρογιαννοπούλου, 2000).

### 2.3 Αποστείρωση

Η αποστείρωση ουσιαστικά έγκειται στην κατεργασία των αποβλήτων με τέτοιο τρόπο, ώστε να καταστραφεί κάθε είδος μικροοργανισμού, όπως και οι σπόροι αυτών. Οι εφαρμοζόμενες μέθοδοι αποστείρωσης είναι διάφορες φυσικές και χημικές μέθοδοι όπως η θερμική αποστείρωση, η αποστείρωση με υπεριώδη ακτινοβολία, με χημικό μέσο κλπ. Η χρήση θερμικών μεθόδων ενδείκνυται έναντι των χημικών μεθόδων. (Ξηρογιαννοπούλου, 2000). Με ιδιαίτερη επιτυχία εφαρμόζεται επίσης η επεξεργασία με χρήση κορεσμένων υδρατμών υπό πίεση σε κατάλληλη θερμοκρασία και για ορισμένο χρονικό διάστημα.

Η αποστείρωση αποτελεί κλασσική μέθοδο επεξεργασίας η οποία απαιτεί τεμαχισμό των νοσοκομειακών αποβλήτων πριν την εφαρμογή της. Θα αποτελούσε βέλτιστη λύση επεξεργασίας των μολυσματικών αποβλήτων, εφόσον με πολύ μικρότερη οικονομική επιβάρυνση από αυτή της αποτέφρωσης είναι δυνατή η απάλειψη της μολυσματικής φύσης των αποβλήτων και η μετατροπή τους σε οικιακού τύπου απόβλητα. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στο μεγαλύτερο ποσοστό των αποβλήτων. Παραμένει όμως ένα μικρό ποσοστό, για το οποίο εκφράζονται επιφυλάξεις για την αποτελεσματικότητα της μεθόδου (φαρμακευτικά και χημικά απόβλητα). Σε ότι αφορά τα συγκεκριμένα απόβλητα, είναι προτιμότερη η επεξεργασία τους με τη μέθοδο της αποτέφρωσης (ΠΟΥ, 1999). Ένα σημαντικό μειονέκτημα όλων των μεθόδων αποστείρωσης είναι στη μη δραστική μείωση του όγκου των αποβλήτων.

### 2.4 Απολύμανση με μικροκύματα

Η μέθοδος των μικροκυμάτων (microwave treatment) αποτελεί κλασσική θερμική επεξεργασία κατά την οποία τα απόβλητα σε γενικές γραμμές τεμαχίζονται, εγχέονται με ατμό και περιστρέφονται, ενώ ταυτόχρονα θερμαίνονται από μια σειρά πηγών εκπομπής μικροκυμάτων και κατ' αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η εξυγίανσή τους. Η συχνότητα των μικροκυμάτων ανέρχεται συνήθως στα 2450 MHz και το μήκος κύματος στα 12,24 cm (WHO, 1999). Η μέθοδος των μικροκυμάτων εγκρίθηκε ως ικανοποιητική, ύστερα από σειρά δοκιμών από το Ευρωπαϊκό Τμήμα Υγείας (European Health

Department). Η συγκεκριμένη μέθοδος εμφανίζει πολλά πλεονεκτήματα, όπως χαμηλό λειτουργικό κόστος και κόστος εγκατάστασης, καθώς και μια φιλική προς το περιβάλλον επεξεργασία των αποβλήτων. Ωστόσο, δεν ενδείκνυται για τα παθολογικά απόβλητα, τα επικίνδυνα, τα κυτταροτοξικά (cytotoxic), τα ραδιενεργά και τα μεγάλα μεταλλικά αντικείμενα (Ξηρογιαννοπούλου, 2000).

## 2.5 Χημική απολύμανση

Στην περίπτωση της χημικής απολύμανσης χρησιμοποιείται χημικό απολυμαντικό ως παράγοντας απενεργοποίησης των παθογόνων μικροοργανισμών. Η χρήση του χημικού απολυμαντικού γίνεται μεμονωμένα ή σε συνδυασμό με μηχανικές συσκευές καταστροφής ή μέσα συμπυκνώσεως. Τα απόβλητα φορτώνονται σε ειδικούς σάκους, κουτιά και απορριμματοκιβώτια και οδηγούνται στον λειοτεμαχιστή. Η λειτουργία του διασφαλίζει τη διείσδυση του χημικού απολυμαντικού στο σύνολο της μάζας των αποβλήτων. Τα περισσότερα ιατρικά απόβλητα είναι κατάλληλα για χημική απολύμανση, εκτός από τα παθολογικά. Επίσης, ως ακατάλληλα κρίνονται τα ραδιενεργά, τα επικίνδυνα και τα κυτταροτοξικά απόβλητα. Η χημική απολύμανση είναι ελάχιστα χρησιμοποιούμενη μέθοδος διαχείρισης των μολυσματικών αποβλήτων διότι αφενός δεν είναι ικανοποιητική και αφετέρου τα χημικά που χρησιμοποιούνται εγκυμονούν κινδύνους τόσο για τους εργαζόμενους σε τέτοιες μονάδες όσο και για το περιβάλλον (Γκέκας κ.ά., 2002)

## 2.6 Υαλοποίηση

Η υαλοποίηση των νοσοκομειακών αποβλήτων πραγματοποιείται με την ανάπτυξη πολύ υψηλών θερμοκρασιών ( $>1500^{\circ}\text{C}$ ). Σε αυτές τις θερμοκρασίες, τα υλικά τήκονται και αποκτούν μία ασταθή μη κρυσταλλική ή υαλώδη δομή. Όταν τα τηγμένα υλικά, με την έξοδο τους από το δοχείο τήξεως, ψυχθούν απότομα τότε η μη κρυσταλλική ή υαλώδης δομή μετασχηματίζεται σε στερεή φάση. Τα οργανικά, όπως το ξύλο, το χαρτί και άλλα εύφλεκτα υλικά στις κανονικές ατμοσφαιρικές συνθήκες δίνουν μονοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, αιθυλένιο και προπάνιο. Η απαιτούμενη ενέργεια για την τήξη των υλικών προέρχεται από πλάσμα υψηλής θερμοκρασίας. Ως πλάσμα ορίζεται ένα ηλεκτρικά αγωγίμο αέριο (σχηματίζεται με εφαρμογή υψηλής τάσης μεταξύ δύο ηλεκτροδίων, συνήθως 150-300 Volt) και συχνά αναφέρεται ως η τέταρτη φάση της ύλης. Το πλάσμα προκαλεί υψηλές θερμοκρασίες και θεωρείται ως μία από τις καθαρότερες πηγές θερμότητας. Χρησιμοποιείται για να ενθυλακώσει τα ανόργανα επικίνδυνα υλικά σε μία υαλώδη ρευστή μάζα ή σε ύαλο, ανάλογα με



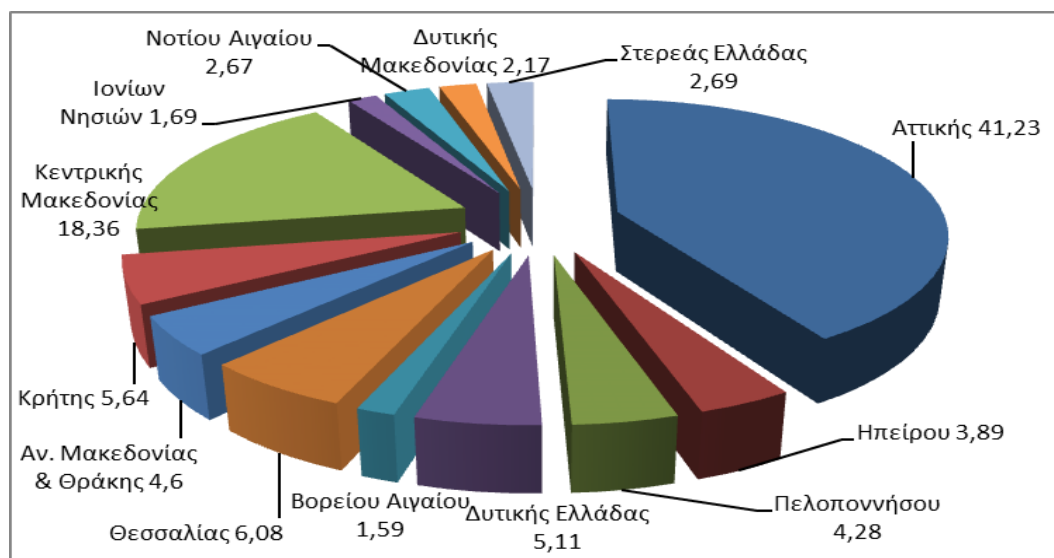
τη σύσταση των αποβλήτων, προσδίδοντας στα τελικά προϊόντα επεξεργασίας τα επιθυμητά χαρακτηριστικά ώστε να είναι κατάλληλα για απευθείας τελική διάθεση. Τα επιθυμητά χαρακτηριστικά των τελικών προϊόντων είναι βασικά ο μικρός όγκος και η πολύ χαμηλή εκπλυσιμότητα (low leachability) σε διασταλάζοντα (Ξηρογιαννοπούλου, 2000).

## Κεφάλαιο 3: Υπάρχουσα κατάσταση

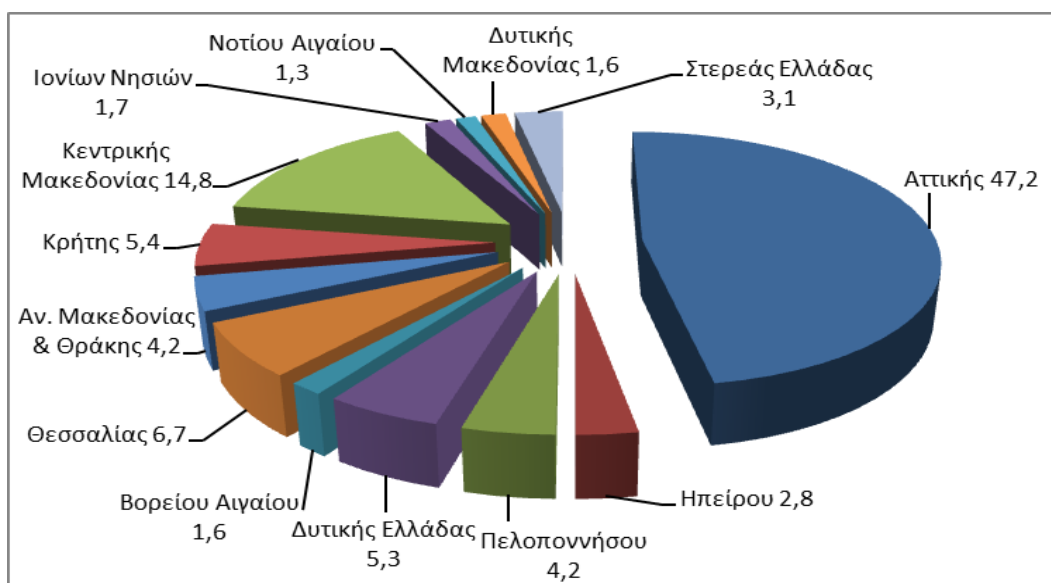
### 3.1 Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα

Το έτος αναφοράς 2008 παράχθηκαν στην Ελλάδα 132.817 τόνοι στερεών αποβλήτων υγειονομικών μονάδων. Από αυτές τις ποσότητες εξαιρέθηκαν οι ποσότητες αποβλήτων κτηνιατρικών κλινικών, κτηνιατρικών διαγνωστικών και ερευνητικών εργαστηρίων, κέντρων αιμοδοσίας και μονάδων πρωτοβάθμιας υγειονομικής φροντίδας, πχ γηροκομεία. Το 13% αυτών είναι επικίνδυνα απόβλητα. Οι δαπάνες του ελληνικού κράτους για τον τομέα της υγείας αντιστοιχούν στο 8.3% του ΑΕΠ το 1995, ενώ το 2014 αντιστοιχούν στο 8.1%. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, οι αντίστοιχες δαπάνες ανέρχονται σε 8.3% ΑΕΠ για το 1995 και σε 10% ΑΕΠ για το 2014.

Στα Διαγράμματα 1 και 2 απεικονίζεται η κατανομή των παραγόμενων επικίνδυνων στερεών και υγρών αποβλήτων αντίστοιχα το έτος αναφοράς 2008, σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων Υγειονομικών Μονάδων (ΕΣΔΑΥΜ). Για τα στερεά επικίνδυνα απόβλητα παρατηρείται ότι οι μεγαλύτερες ποσότητες ΑΥΜ παράγονται στην Αττική (41.2%), την Κεντρική Μακεδονία (18.4%) και τη Θεσσαλία (6.1%). Η Κρήτη έχει ποσοστό παραγωγής στερεών επικίνδυνων αποβλήτων 5.7%. Αντίστοιχα, τα μεγαλύτερα ποσοστά παραγωγής υγρών επικίνδυνων αποβλήτων παράγονται στην Αττική (47.2%), στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας (14.8%) και στη Θεσσαλία (6.7%). Η Κρήτη παράγει υγρά ΕΑΥΜ σε ποσοστό 5.4%. (ΕΣΔΑΥΜ, 2012)



**Διάγραμμα 1: Ποσοστιαία κατανομή παραγόμενων στερεών ΕΑΥΜ – έτος αναφοράς 2008 [Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Επικίνδυνων Αποβλήτων Υγειονομικών Μονάδων, 2012].**



**Διάγραμμα 2: Ημερήσια παραγωγή υγρών ΕΑΥΜ (L) ανά Περιφέρεια – έτος αναφοράς 2006 [Πηγή: Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Επικίνδυνων Αποβλήτων Υγειονομικών Μονάδων, 2012].**

Οι μεγαλύτερες ποσότητες στερεών ΑΥΜ παράγονται από τα δημόσια και τα ιδιωτικά νοσοκομεία. Αρκετά μεγάλες ποσότητες παράγονται από της μονάδες παροχής υγείας των οργανισμών ασφάλισης και από τις μονάδες παροχής υγείας των ενόπλων δυνάμεων. Ελάχιστα απόβλητα παράγονται από τα δημοτικά υγειονομικά θεραπευτήρια καθώς η δραστηριότητά τους περιορίζεται

στη συνταγογράφηση και στην παροχή εμβολίων και ενέσεων. Λόγω του πλήθους τους, τα μικροβιολογικά εργαστήρια παράγουν σημαντικές ποσότητες αποβλήτων, οι οποίες είναι μεγαλύτερες από εκείνες που παράγονται από τα διαγνωστικά εργαστήρια και τα πολυιατρεία. (ΕΣΔΑΥΜ, 2012)

### **3.1.1 Πρακτικές Διαχείρισης ΕΑΥΜ εντός των ΥΜ**

Τα ΕΑΑΜ και τα ΜΕΑ των υγειονομικών μονάδων υφίστανται επεξεργασία:

με κινητές μονάδες αποστείρωσης ΕΑΑΜ, χωρίς όμως η εκάστοτε υγειονομική μονάδα να διαθέτει την κατάλληλη απαραίτητη υποδομή τόσο για τη σύνδεση όσο και για την εξυπηρέτηση της κινητής μονάδας.

με εγκαταστάσεις αποτέφρωσης που λειτουργούν χωρίς να πληρούν τις προδιαγραφές της Οδηγίας 2000/76/ΕΚ και της αντίστοιχης εθνικής νομοθεσίας (ΚΥΑ 22912/1117/2005). (ΕΣΔΑΥΜ, 2012)

### **3.1.2 Πρακτικές Διαχείρισης ΕΑΥΜ εκτός των ΥΜ**

Η πλειοψηφία των υγειονομικών μονάδων παραδίδει τα επικίνδυνα απόβλητα σε αδειοδοτημένες εταιρείες που είναι υπεύθυνες για τη συλλογή και τη μεταφορά τους. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι υφιστάμενες εγκαταστάσεις ΑΥΜ που λειτουργούν στη χώρα.

**Πίνακας 1: Υφιστάμενες εγκαταστάσεις διαχείρισης ΑΥΜ (ΕΣΔΑΥΜ, 2012. Ενημέρωση Ιούνιος 2010)**

| Αδειοδοτημένες Εταιρείες  | Θέση                     | Εργασία Διαχείρισης    | Δυναμικότητα  |
|---|--------------------------|------------------------|---|
| Αποτεφρωτήρας Νοσοκομειακών Αποβλήτων-ΕΣΔΚΝΑ  | Αθήνα                    | Αποτέφρωση             | 2 γραμμές αποτέφρωσης<br>δυναμικότητας 15 tn/day έκαστη   |
| STERIMED LTD-MON. ΕΠΕ Κέντρο Επεξεργασίας Μολυσματικών Αποβλήτων (ΚΕΜΑ) Βορείου Ελλάδας | ΒΙ.ΠΕ. Θεσσαλονίκης      | Αποστείρωση            | Ένας κλίβανος αποστείρωσης συνολικής δυναμικότητας 9.600 kg/day και έναν εφεδρικό ίδιας δυναμικότητας   |
| MEDICAL WASTE A.E.  | ΒΙ.ΠΕ Ηρακλείου Κρήτης   | Αποθήκευση-Αποστείρωση | Δύο συστήματα αποστείρωσης ECODAS T 1000 με συνολική δυναμικότητα 1200-7200 kg/day  |
| ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗ ΑΕ (Αποστείρωση Κέντρο Επεξεργασίας Αποβλήτων ΑΕ)                           | Β' ΒΙ.ΠΕ. Βόλου-Μαγνησία | Αποθήκευση-Αποστείρωση | Δύο συστήματα ECODAS T200 με συνολική δυναμικότητα 9600 kg/day  |
| HYDROCLAVE HELLAS   | ΒΙ.ΠΕ Λάρισας-Λάρισα     | Αποστείρωση            | Σύστημα αποστείρωσης HYDROCLAVE H-100 με μέγιστη δυναμικότητα 3.285 kg/day. Με την εγκατάσταση δεύτερου συστήματος (HYDROCLAVE H-100 DUAL), η συνολική δυναμικότητα θα ανέλθει σε 11.680 kg/day |
| ECOPRIME SOLUTIONS  | Τσαϊρί Ρόδου             | Αποστείρωση            | Δυναμικότητα 160 kg/day   |

### 3.1.3 Νομοθετικό Πλαίσιο Διαχείρισης ΑΥΜ

Από το 2003 έχει θεσπιστεί νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα που αναφέρεται στη διαχείριση των αποβλήτων υγειονομικών μονάδων. Πιο συγκεκριμένα, η ΚΥΑ 37591/2031/2003 «Μέτρα και όροι για τη διαχείριση ιατρικών αποβλήτων από υγειονομικές μονάδες» ήταν η πρώτη απόπειρα θέσπισης όρων και προϋποθέσεων για την ορθή διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων υγειονομικών μονάδων. Στην απόφαση αυτή περιλαμβάνονται επίσης τρόποι συλλογής, μεταφοράς, προσωρινής αποθήκευσης, επεξεργασίας και τελικής διάθεσης των αποβλήτων. Τέλος περιλαμβάνει και τις άδειες που απαιτούνται για τη διαχείριση των συγκεκριμένων αποβλήτων.

Εν συνεχεία το 2012, θεσπίστηκε η ΚΥΑ 146163/2012 «Μέτρα και όροι για τη διαχείριση αποβλήτων υγειονομικών μονάδων». Η απόφαση αυτή αναιρείσε αυτή που εκδόθηκε το 2003 και έχει ως στόχο τη βελτίωση του θεσμικού πλαισίου διαχείρισης των αποβλήτων υγειονομικών μονάδων καθώς και την πλήρη συμβατότητα με την Οδηγία 2008/98/EK και το Νόμο 4042/2012 «Ποινική προστασία του περιβάλλοντος-Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/EK-Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων -Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής». Με βάση την παραπάνω νομοθεσία, κάθε υγειονομική μονάδα που υπόκειται σε περιβαλλοντική αδειοδότηση, είναι υποχρεωμένη να εκδώσει εσωτερικό κανονισμό διαχείρισης αποβλήτων, ο οποίος έχει θεωρηθεί από την αρμόδια Υγειονομική Περιφέρεια. Στον κανονισμό πρέπει μεταξύ άλλων να αναφέρονται οι διαδικασίες διαχωρισμού, συλλογής, προσωρινής αποθήκευσης, μεταφοράς, επεξεργασίας και τελικής διάθεσης των επικίνδυνων αποβλήτων, με ότι μέτρα προβλέπονται σε κάθε στάδιο ξεχωριστά. Επίσης ορίζονται οι όροι, τα μέτρα και οι προϋποθέσεις για την διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων στα στάδια του διαχωρισμού, της συλλογής, της μεταφοράς, της προσωρινής αποθήκευσης, της επεξεργασίας και της τελικής διάθεσης. Τέλος ορίζονται οι αρμόδιες αρχές που είναι υπεύθυνες για την συμμόρφωση των υπόχρεων διαχείρισης επικίνδυνων αποβλήτων.

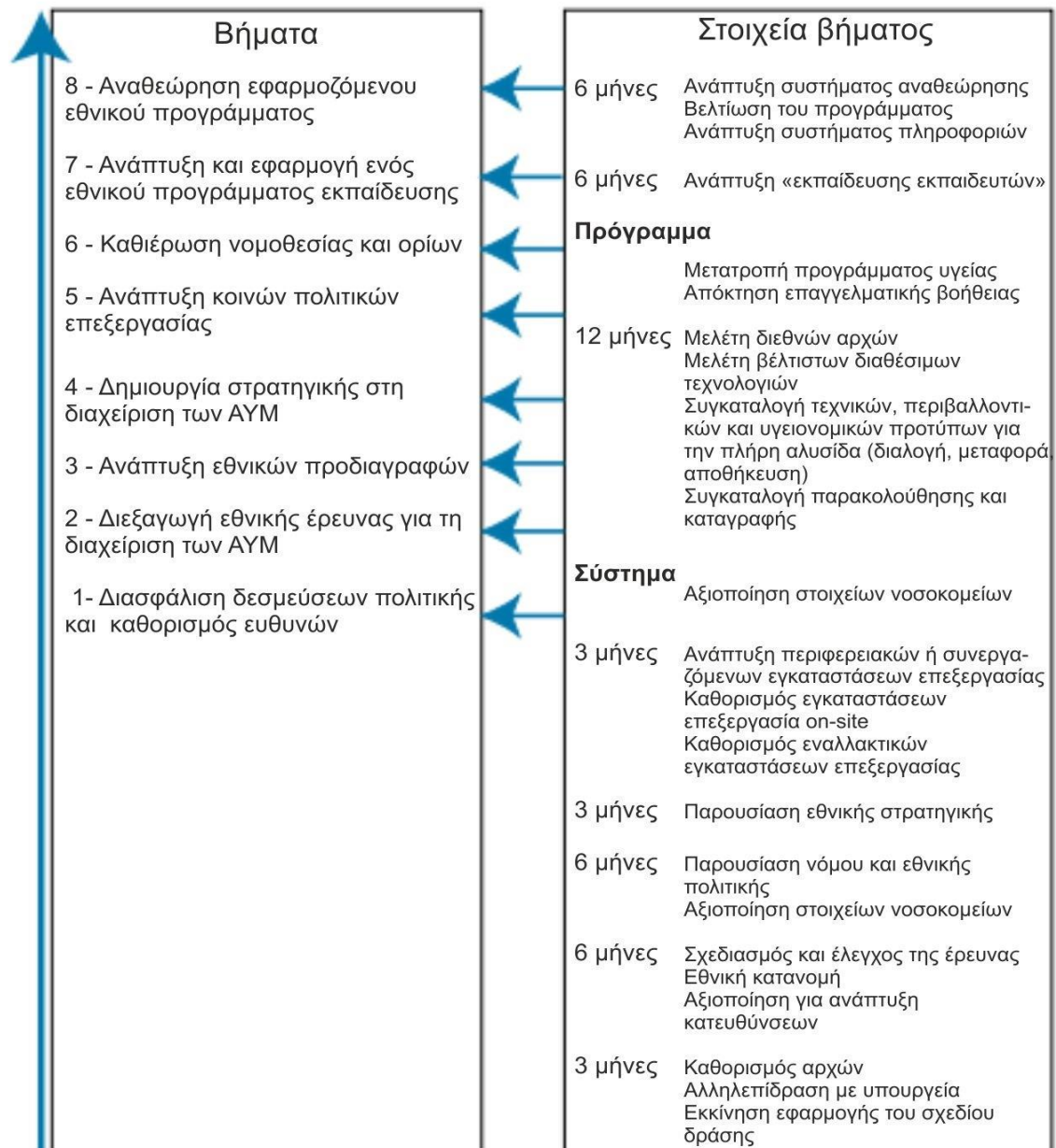
Το Ειδικό Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων από Υγειονομικές Μονάδες (33312/4110/3-7-2012 Απόφαση του Γενικού Διευθυντή Περιβάλλοντος του ΥΠΕΚΑ) καταρτίστηκε το 2012 και αποσκοπεί στην ανάπτυξη και την εφαρμογή μιας αποτελεσματικής και οικονομικά βιώσιμης πολιτικής στον τομέα διαχείρισης των αποβλήτων των υγειονομικών μονάδων. Η πολιτική αυτή είναι προσαρμοσμένη στις ανάγκες και τις ιδιαιτερότητες του ελληνικού κράτους. Για την περιβαλλοντική αδειοδότηση των υγειονομικών μονάδων έχουν ήδη εκδοθεί

Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις Υγειονομικών Μονάδων (ΚΥΑ 172425/2013), οι οποίες αφορούν νοσοκομειακές μονάδες 50-300 κλινών.

Τα σχέδια διαχείρισης των αποβλήτων των υγειονομικών μονάδων εκπονούνται σε εθνικό επίπεδο. Όμως προσδιορίζουν δράσεις σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό φάσμα και λαμβάνουν υπόψη τις αντίστοιχες ανάγκες, δυνατότητες και ιδιαιτερότητες κάθε κλίμακας ξεχωριστά. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας έχει αναπτύξει συγκεκριμένη μέθοδο σύνταξης εθνικού σχεδίου διαχείρισης αποβλήτων υγειονομικών μονάδων, το οποίο περιλαμβάνει 7 στάδια. (Σχήμα 2)

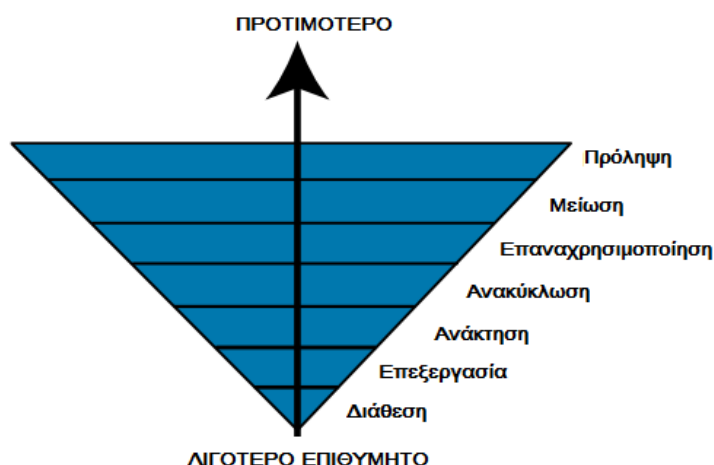
Μεταβαίνοντας σε παγκόσμιο επίπεδο, τονίζεται ιδιαίτερα η πρόληψη ή/και η μείωση της παραγωγής αποβλήτων υγειονομικών μονάδων. Αυτό αποτελεί και την πιο επιθυμητή δράση στην ιεραρχία δράσεων διαχείρισης αποβλήτων (Σχήμα 3).

Για να μπορέσει η εκάστοτε υγειονομική μονάδα να πετύχει την μείωση ή/και την ελαχιστοποίηση της παραγωγής αποβλήτων, είναι απαραίτητο να εμβιβάζεται στην εκπαίδευση του υγειονομικού προσωπικού. Το προσωπικό θα πρέπει να υιοθετήσει πρακτικές χρήσης όσο το δυνατόν λιγότερων υλικών. Επιπλέον, μπορούν να ληφθούν βελτιωτικά μέτρα στην διεργασία προμήθειας των αναγκαίων υλικών. (Γιδαράκος, 2017)



Σχήμα 2: Μεθοδολογία ανάπτυξης εθνικού σχεδίου διαχείρισης ΑΥΜ [Πηγή: ΠΟΥ, 2014].





Σχήμα 3: Ιεραρχία δράσεων και εργασιών διαχείρισης αποβλήτων [Πηγή: ΠΟΥ, 2014].

## 3.2 Υφιστάμενη Κατάσταση στην Κρήτη

### 3.2.1 Γενικές Πληροφορίες

Σήμερα στην Περιφέρεια Κρήτης παράγονται περίπου 500.000 κιλά ΕΑΑΜ το χρόνο. Για να πραγματοποιηθεί ολοκληρωμένη διαχείριση αποβλήτων υγειονομικών μονάδων στο νησί κρίνεται απαραίτητη η δημιουργία μιας Μονάδας Αποτέφρωσης. Αυτό όμως έχει δημιουργήσει ποικιλία αντιδράσεων καθώς η κατασκευή της μονάδας είναι εξαιρετικά πολυέξοδη αλλά και κοινωνικά απεχθής. Η παραγόμενη ποσότητα των αποβλήτων υγειονομικών μονάδων αποτελείται από 95% ΕΑΑΜ και 5% ΜΕΑ-ΑΕΑ. Κατά συνέπεια ,το μεγαλύτερο ποσοστό των ΑΥΜ μπορούν να επεξεργαστούν εντός του νησιού.

### 3.2.2 Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης Αποβλήτων Κρήτης (ΠΕΣΔΑΚ)

Ο Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης στερεών Αποβλήτων Κρήτης (ΠΕΣΔΑΚ) στην μελέτη-επιθεώρηση που εκδόθηκε από την Περιφέρεια Κρήτης τον Απρίλιο του 2012 ορίζει τα εξής για τα απόβλητα υγειονομικών μονάδων:

Τα απόβλητα όλων των ΥΜ που προσομοιάζουν με τα οικιακά υπόκεινται σε πρακτικές διαχείρισης όμοιες με αυτές που εφαρμόζονται για τα υπόλοιπα ΑΣΑ της Περιφέρειας Κρήτης. Κατά αντιστοιχία εφαρμόζονται τα ίδια στάδια συλλογής, μεταφοράς, επεξεργασίας και διάθεσης, όπως και των υπολοίπων ΑΣΑ.

Σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία (ΚΥΑ 37591/2003) υπόχρεοι για την ορθή διαχείριση των ΑΥΜ είναι οι ίδιες οι υγειονομικές μονάδες που εμπίπτουν στο

πεδίο εφαρμογής της ΚΥΑ 37591/2003. Οι υγειονομικές μονάδες είναι υποχρεωμένες να κάνουν ξεχωριστή συλλογή των επικίνδυνων ΑΥΜ και στη συνέχεια να τα αποστέλλουν προς αποτέφρωση ή αποστείρωση. Κατά συνέπεια, βασική υποχρέωση σε επίπεδο Κρήτης παραμένει η ξεχωριστή διαχείριση των επικίνδυνων ΑΥΜ και η αποφυγή οποιασδήποτε ανάμειξης με τα ΑΣΑ.

### 3.3 Διαχείριση Νοσοκομειακών Αποβλήτων στο Εξωτερικό

Σε διεθνές επιστημονικό επίπεδο έχουν γίνει αρκετές μελέτες περίπτωσης με επικριτικό ύφος για τις συνθήκες και τις πρακτικές στη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων. Αυτές οι έρευνες λαμβάνουν χώρα κατά βάση εντός αναπτυσσόμενων χωρών, όπως η Μογγολία (Shinee et al, 2008), η Νότιος Αφρική (Nemathaga et al, 2008), το Μπαγκλαντές (Patwary et al, 2011), η Λιβύη (Sawalem et al, 2009), το Καμερούν (Manga et al, 2011), η Νιγηρία (Coker et al, 2009), η Αλγερία (Bendjoundi et al, 2009), η Αίγυπτος (Abd El-Salam 2010) και η Ιορδανία (Bdour et al, 2007), αλλά δεν λείπουν περιπτώσεις ευρωπαϊκών χωρών όπως η Κροατία (Marinkovic et al, 2008).

Στην Κροατία κατά τους ερευνητές υπάρχουν νόμοι και κανόνες που καθορίζουν με σωστό τρόπο όλα τα βήματα στην αλυσίδα διαχείρισης των αποβλήτων αλλά η εφαρμογή των νόμων και των κανονισμών είναι σχεδόν ανύπαρκτη. Οι κακές πρακτικές είναι εμφανείς από την παραγωγή των αποβλήτων, μέχρι την τελική τους διάθεση. Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί επικίνδυνων ιατρικών αποβλήτων είναι τα νοσοκομεία που δεν ακολουθούν το υπάρχον κανονιστικό πλαίσιο, εξαιτίας έλλειψης παιδείας και διαθέσιμων πόρων. Τα στατιστικά στοιχεία όσον αφορά τις ποσότητες, το είδος, τις ροές των ιατρικών αποβλήτων είναι ελλιπή όπως και ο υγειονομικός έλεγχος. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι η διαχείριση ιατρικών αποβλήτων στην Κροατία έχει ανάγκη από καλύτερη οργάνωση, επαρκέστερες υποδομές και αυστηρή επιτήρηση μέσω διατήρησης αρχείων. Τέλος, επισημαίνεται η ελλιπής εκπαίδευση σε όλους τους τομείς και την ανάγκη για δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης, εντός του οποίου θα γίνονται οι κατάλληλες προβλέψεις για την εκπαίδευση όσων συμμετέχουν σε αυτό, θέτοντας σαν προτεραιότητα την άριστη εκπαίδευση των υπεύθυνων διαχείρισης ιατρικών αποβλήτων των υγειονομικών μονάδων (Marinkovic et al, 2008).

Στο Ουλάν Μπατόρ της Μογγολίας διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρχε σωστός διαχωρισμός, συλλογή και διάθεση των ιατρικών αποβλήτων, γεγονός που θα μπορούσε να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην δημόσια υγεία και το περιβάλλον της περιοχής. Διαπιστώθηκε ότι το σύστημα διαχείρισης αποβλήτων ήταν υπό

ανάπτυξη και ότι χρειαζόταν επειγόντως βελτίωση και ολοκλήρωση. Τέλος, υπήρχε πλήρης έλλειψη στρατηγικής για τη μελλοντική διαχείριση των αποβλήτων, η οποία σε συνδυασμό με την απουσία των αναγκαίων υποδομών, την έλλειψη γνώσεων και δεξιοτήτων του ιατρικού προσωπικού και τις ακατάλληλες εργασιακές πρακτικές, συνθέτουν έναν επικίνδυνο συνδυασμό για τη δημόσια υγεία της περιοχής (Shinee et al, 2008).

Στην Νότιο Αφρική πραγματοποιήθηκε έρευνα σε δύο περιφερειακά νοσοκομεία. Ανακαλύφθηκαν σοβαρά προβλήματα στην διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων, γεγονός που κρίνεται κατά τους ερευνητές ως συνηθισμένο για τα περιφερειακά νοσοκομεία της χώρας. Οι νοσοκομειακές πρακτικές ήταν προβληματικές και είχαν αρνητικό αντίκτυπο στο περιβάλλον. Κατά τη συλλογή συχνά αναμιγνύονταν ιατρικά απόβλητα με γενικά απορρίμματα και παρόλο που η επεξεργασία και διάθεση των ιατρικών αποβλήτων γινόταν με σωστό τρόπο μέσω αποτέφρωσης, η λειτουργία και η τεχνολογία των εγκαταστάσεων ήταν παρωχημένη. Ως κύριο αίτιο της κατάστασης αναφέρεται το υψηλό κόστος των απαραίτητων πρακτικών διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων, αλλά οι ερευνητές πιστεύουν ότι οι υπεύθυνοι στη διαχείριση αποβλήτων και των δύο νοσοκομείων έχουν παραμελήσει τα καθήκοντά τους και πρέπει επειγόντως να βελτιωθεί η κατάσταση (Nemathaga et al, 2008).

Στην Ιορδανία διαπιστώθηκε ότι οι υπάρχουσες πρακτικές χειρισμού, μεταφοράς, αποθήκευσης και διάθεσης των ιατρικών αποβλήτων χρίζουν αλλαγών και αναγκαίων βελτιώσεων. Σχεδόν σε όλες τις νοσοκομειακές εγκαταστάσεις που ερευνήθηκαν στην περιοχή της Βορείου Ιορδανίας υπήρχε λανθασμένη διαχείριση των παραγόμενων ιατρικών αποβλήτων. Ο χειρισμός των αποβλήτων εντός των νοσοκομείων γινόταν από προσωπικό χαμηλής μόρφωσης με ελλιπή εκπαίδευση και χωρίς καμία καθοδήγηση, ενώ δεν είχαν ούτε τον κατάλληλο προστατευτικό εξοπλισμό. Τέλος, διαπιστώθηκε ότι πραγματοποιείται κακός διαχωρισμός των αποβλήτων, με απόρροια τα επικίνδυνα ιατρικά απόβλητα να αναμειγνύονται με τα κανονικά απορρίμματα και να αντιμετωπίζονται εν τέλει ως κοινά απορρίμματα παρά τους εμφανείς κινδύνους για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον (Bdour et al, 2007).

Στη Λιβύη παρατηρήθηκε ότι όλα τα νοσοκομεία που εξέτασαν ακολουθούσαν εσφαλμένη διαχείριση αποβλήτων, ενώ ταυτόχρονα υπήρχε πλήρης έλλειψη κανονιστικού και νομοθετικού πλαισίου στη χώρα για τα νοσοκομειακά απόβλητα. Τη μεταφορά των αποβλήτων την αναλάμβαναν άτομα χαμηλού μορφωτικού επιπέδου, χωρίς καμία ειδική εκπαίδευση, ενώ δεν γινόταν εφαρμογή κανενός μέτρου προφύλαξης. Ουσιαστικά, τα νοσοκομειακά απόβλητα αντιμετωπίζονταν ως κοινά απορρίμματα χωρίς καμία παραπάνω

μέριμνα για την προφύλαξη της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος (Sawalem et al, 2009).

Στο Μπαγκλαντές ανακαλύφθηκαν κακές πρακτικές διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων εξαιτίας έλλειψης διαθέσιμων πόρων. Αποτέλεσμα αυτού είναι ότι καμία νοσοκομειακή μονάδα δεν έχει επαρκή προϋπολογισμό για τη σωστή διαχείριση των αποβλήτων της. Σε πολλές περιπτώσεις, δεν παρεχόταν ο κατάλληλος προστατευτικός εξοπλισμός στους καθαριστές και στους εργάτες καθαριότητας λόγω έλλειψης κονδυλίων. Σε αρκετές περιπτώσεις υπήρχε έλλειψη συντονισμού και οργάνωσης με αποτέλεσμα να μην εφαρμόζονται οι κανονισμοί στην πράξη. Ενδεικτικά, σε αρχικό στάδιο τα ιατρικά απόβλητα διαχωρίζονταν με σωστό τρόπο, αλλά στη συνέχεια αναμιγνύονταν με τα κανονικά αστικά σκουπίδια, γεγονός που επιδεικνύει εσφαλμένες πρακτικές και χαλαρή εφαρμογή των κανονισμών (Patwary et al, 2011).

Στο Καμερούν διαπιστώθηκε ως κεντρικό πρόβλημα στην διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων την τελική διάθεσή τους σε ανεξέλεγκτους και κακοσχεδιασμένους χώρους υγειονομικής ταφής. Η χρήση αποτεφρωτήρων ήταν προβληματική με ελλιπή μέτρα ασφαλείας όσον αφορά τη ρύπανση του αέρα, του εδάφους και του υδροφόρου ορίζοντα της περιοχής. Τέλος, γίνεται σχολιασμός της πλήρους έλλειψης νομοθετικού πλαισίου και κανονισμών για τη σωστή διαχείριση των νοσοκομειακών αποβλήτων και επισημαίνουν την έλλειψη γνώσης στο θέμα των αποβλήτων στην πολιτική ηγεσία της χώρας (Manga et al, 2011).

Στην Αλγερία, η έρευνα που πραγματοποιήθηκε βρήκε αδυναμία ξεκάθαρης στρατηγικής στη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων καθώς και την απουσία ανάθεσης υπεύθυνου για τη σωστή διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων στις αντίστοιχες νοσοκομειακές μονάδες. Υπάρχει επιτακτική ανάγκη να οργανωθούν οι σωστές δομές για την καλύτερη εκπαίδευση του νοσοκομειακού προσωπικού και όσων συμμετέχουν στην τελική διάθεση των επικίνδυνων ιατρικών αποβλήτων (Bendjoundi et al, 2009).

Στη Νιγηρία διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν ελλιπή δεδομένα όσον αφορά τις ποσότητες και τα χαρακτηριστικά των παραγόμενων ιατρικών αποβλήτων. Αυτά τα αρχικά δεδομένα είναι πρωταρχικής σημασίας για τη σωστή οργάνωση ενός αποτελεσματικού συστήματος διαχείρισης αποβλήτων. Την ίδια στιγμή, η κυβέρνηση και οι εμπλεκόμενοι φορείς δεν ενδιαφέρονται για τη θεσμοθέτηση κάποιου συγκεκριμένου κανονισμού και προτύπων διαχείρισης. Αυτό έχει αποτέλεσμα το γεγονός ότι η διαδικασία διαχείρισης να έχει πέσει στα χέρια ανειδίκευτων και χαμηλού μορφωτικού επιπέδου εργατών. Τέλος, αυτές οι

πρακτικές εγκυμονούν πολλούς κινδύνους για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον της περιοχής (Coker et al, 2009).

Στην Αίγυπτο πραγματοποιήθηκε ολοκληρωμένη μελέτη περίπτωσης στο σύστημα διαχείρισης ιατρικών αποβλήτων σε κεντρική περιφέρεια της χώρας. Τα αποτελέσματά της ανάδειξαν πολλά προβλήματα και ελλείψεις στο σύστημα διαχείρισης της συγκεκριμένης περιοχής. Ο σωστός διαχωρισμός των αποβλήτων στην πηγή δεν τηρείται, συνεπώς τα ιατρικά λύματα αποβάλλονται κατά 75% στο τοπικό δίκτυο αποχέτευσης χωρίς καμία επεξεργασία. Οι προσωρινοί αποθηκευτικοί χώροι των ιατρικών αποβλήτων δεν ήταν κατάλληλοι και πρέπει επείγοντως να αναβαθμιστούν. Ο πιο συχνός τρόπος τελικής επεξεργασίας των ιατρικών αποβλήτων ήταν η αποτέφρωση. Μάλιστα, ένα νοσοκομείο της έρευνας διέθετε δικό του αποτεφρωτήριο, αλλά ήταν περιβαλλοντικά επιζήμιο επειδή ξεπερνούσε κατά πολύ τα επιτρεπόμενα όρια αποδεκτής ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Η αλόγιστη και κακή χρήση κλιβάνων αποτέφρωσης αποτελεί μεγάλο περιβαλλοντολογικό πρόβλημα για τις τοπικές κοινωνίες και είναι επιτακτική ανάγκη η αναβάθμισή τους ώστε να λειτουργούν σε αποδεκτά επίπεδα ρύπανσης. Στη συνέχεια διαπιστώθηκαν προβλήματα στη σωστή μεταφορά των αποβλήτων από τα νοσοκομεία, με τα μεταφορικά μέσα να μην τηρούν τις προδιαγραφές και προϋποθέσεις για μια ασφαλή μεταφορά. Στην εν λόγω έρευνα τονίζεται ιδιαιτέρως η ανάγκη για καλύτερη εκπαίδευση όλων όσων συμμετέχουν στο σύστημα διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων από τους διευθυντές των νοσοκομείων, τους γιατρούς, το νοσηλευτικό προσωπικό, το προσωπικό καθαριότητας και συντήρησης, μέχρι και τους χειριστές των εγκαταστάσεων αποτέφρωσης των αποβλήτων (Abd El-Salam, 2010).

Πέραν των επικριτικών μελετών, υπάρχουν και μελέτες που τα αποτελέσματά τους είναι επικεντρωμένα στις σωστές πρακτικές που χρησιμοποιούνται εντός των νοσοκομείων που ερευνούν και στην ταυτόχρονη ανάγκη για ακόμα καλύτερες πρακτικές και συνεχείς βελτιώσεις.

Έρευνα στη Νότια Πορτογαλία μελετήθηκαν οι πρακτικές διαχείρισης ιατρικών αποβλήτων των τοπικών νοσοκομείων και τις αντιλήψεις των εμπλεκόμενων και βρήκαν σε γενικές γραμμές ικανοποιητικά αποτελέσματα. Όμως υπήρχε ανάγκη για καλύτερη εκπαίδευση του προσωπικού στο σωστό διαχωρισμό των επικίνδυνων αποβλήτων όπως κυτταροτοξικά και φαρμακευτικά απόβλητα, ώστε να μην χρησιμοποιούνται ανεπαρκείς ή ακατάλληλες μέθοδοι για την τελική τους επεξεργασία, γεγονός που έχει ξεκάθαρα αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των εργατών καθαριότητας και στο ευρύτερο περιβάλλον της περιοχής (Ferreira and Teixeira, 2010).

Στο Βασίλειο του Μπαχρέιν ανακαλύφθηκε ότι γίνεται χρήση σωστών και καλών πρακτικών σε μεγάλες νοσοκομειακές μονάδες. Πιο συγκεκριμένα, υπήρχαν σε εφαρμογή οι σωστές πρωτοβουλίες για τον αποτελεσματικό διαχωρισμό των αποβλήτων, τη χρήση κεντρικών αποθηκευτικών χώρων και τον περιορισμό της προσωρινής αποθήκευσης εντός νοσοκομείου στη μια μέρα το μέγιστο. Επιπλέον, οι μεγάλες μονάδες έκαναν σωστή χρήση της ιδιωτικής πρωτοβουλίας για τη μεταφορά και τελική επεξεργασία των επικίνδυνων ιατρικών αποβλήτων. Όμως και σε αυτήν την έρευνα διαπιστώθηκαν αδύναμα σημεία που χρίζουν βελτίωση, όπως η συστηματικότερη χρήση των χρωματιστών σάκων και το πρόβλημα της διαχείρισης των επικίνδυνων λυμάτων. Τέλος, επισημαίνεται η ανάγκη για επιτόπιους ελέγχους από επιθεωρητές για να εντοπίζονται τα προβλήματα πιο συστηματικά, ενώ τονίζεται ιδιαίτερα η ιδέα για μετακίνηση προς ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης αποβλήτων (Mohamed et al, 2009).

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στη Νότια Κορέα διαπιστώθηκαν αρκετές βελτιώσεις σε σχέση με προηγούμενα έτη που δεν γινόταν σωστός διαχωρισμός, ενώ έχει θεσμοθετηθεί ένα αυστηρότερο κανονιστικό πλαίσιο από το υπουργείο περιβάλλοντος που κάνει τους απαραίτητους ελέγχους. Οι ερευνητές ανακάλυψαν μια πολύ μεγάλη αύξηση των ιατρικών αποβλήτων συγκριτικά με τα προηγούμενα χρόνια, γεγονός που οφείλεται σε έλλειψη πολιτικών μείωσης και ανακύκλωσης των αποβλήτων. Τέλος η αποτέφρωση αναμένεται να γίνει κυρίαρχη μέθοδος επεξεργασίας των ιατρικών αποβλήτων στα επόμενα χρόνια, άρα θα πρέπει να μπει σε εφαρμογή ένα πρόγραμμα συστηματικών ελέγχων των εκπεμπόμενων αιωρούμενων σωματιδίων των αποτεφρωτήρων, λόγω του υψηλού κινδύνου τοξικότητας για το περιβάλλον (Jang et al, 2006).



## Κεφάλαιο 4: Κυκλική Οικονομία

### **4.1 Ορισμός-Σημασία κυκλικού μοντέλου οικονομίας**

Η κυκλική οικονομία είναι μια έννοια η οποία ανταποκρίνεται στη φιλοδοξία μας για αειφόρο ανάπτυξη στα πλαίσια της αυξανόμενης τάσης για παραγωγή και κατανάλωση των φυσικών πόρων του πλανήτη και της πίεσης που ασκείται στο περιβάλλον. Είναι ένας γενικός όρος για μια βιομηχανική οικονομία που δεν παράγει απόβλητα και δεν ρυπαίνει λόγω σχεδιασμού ή πρόθεσης. Μέχρι σήμερα η οικονομία λειτουργούσε κυρίως σύμφωνα με το μοντέλο «παίρνω-φτιάχνω-πετάω», ένα γραμμικό μοντέλο στο οποίο κάθε προϊόν αναπόφευκτα φτάνει στο τέλος της ωφέλιμης ζωής του.

Πολύτιμα υλικά χρησιμοποιούνται για την παραγωγή προϊόντων που όταν αυτά καταναλωθούν ή δεν είναι πλέον απαραίτητα τότε απορρίπτονται. Παράλληλα όμως εξακολουθεί να υπάρχει τόσο η αύξηση του πληθυσμού όσο και η ζήτηση για πρώτες ύλες με άμεση απόρροια την υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

Η γραμμική οικονομία δεν αποτελεί πλέον βιώσιμη επιλογή και η μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία που τα υλικά και τα προϊόντα θα επαναχρησιμοποιούνται, θα επισκευάζονται και θα ανακυκλώνονται είναι επιτακτική ανάγκη.

Στην κυκλική οικονομία τα προϊόντα σχεδιάζονται με στόχο τα υλικά να μεταφέρονται με τέτοιο τρόπο ώστε η αξία τους να διατηρείται όσο το δυνατόν περισσότερο ενώ παράλληλα τα απόβλητα να προσεγγίζουν το μηδέν. Μπορούν να δημιουργηθούν νέες αγορές που θα ακολουθούν το νέο μοντέλο της επαναχρησιμοποίησης και του διαμοιρασμού των προϊόντων, συμβάλλοντας παράλληλα στην αύξηση και τη βελτίωση της απασχόλησης (Καράμπελας, 2016).

Πολύτιμα υλικά χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τροφίμων, την κατασκευή υποδομών και κατοικιών, την παραγωγή καταναλωτικών αγαθών ή την παροχή ενέργειας. Όταν τα προϊόντα αυτά καταναλωθούν ή δεν είναι πλέον απαραίτητα, τότε απορρίπτονται. Ωστόσο, η αύξηση του πληθυσμού αλλά και του πλούτου καθιστά τη ζήτηση για σπάνιες πρώτες ύλες μεγαλύτερη από ποτέ και οδηγεί σε υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Τα μέταλλα και τα μεταλλεύματα, τα ορυκτά καύσιμα, οι ζωοτροφές και τα τρόφιμα αλλά και το καθαρό νερό και τα γόνιμα εδάφη έχουν ακριβύνει.

Με την εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας η αξία των προϊόντων και των πόρων διατηρείται στην οικονομία όσο γίνεται περισσότερο. Άλλο σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι η παραγωγή αποβλήτων ελαχιστοποιείται. Τέλος, χρησιμοποιούνται περισσότερες δευτερογενείς πρώτες ύλες, δημιουργώντας πολλές ευκαιρίες εργασιακών θέσεων (Καράμπελας, 2016).

#### 4.2 Αναμενόμενα Οφέλη Κυκλικής Οικονομίας

Ο αντίκτυπος που θα επιφέρει η κυκλική οικονομία στην κρατική οικονομία είναι η δημιουργία θέσεων εργασίας αυξάνοντας το ΑΕΠ κατά 7%. Αυτό έχει θετικό αντίκτυπο και στον κρατικό προϋπολογισμό, οδηγώντας σε εξοικονόμηση 600 δισεκατομμυρίων ευρώ. Εικάζεται η δημιουργία 170000 θέσεων εργασίας στη διαχείριση αποβλήτων έως το 2035. Αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα και διασφαλίζεται ο εφοδιασμός. Ενισχύεται η οικονομική και περιβαλλοντική ανθεκτικότητα. Ενθαρρύνεται η καινοτομία στην αγορά εργασίας. Οι ετήσιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίων ελαττώνονται σε ποσοστά 2-4%. (Βουδριάς, 2016)



Σχήμα 3: Απεικόνιση μοντέλου κυκλικής οικονομίας.



### 4.3 Κυκλική Οικονομία σε Υγειονομικές Μονάδες στο εξωτερικό – Η περίπτωση της Δανίας

Η Δανία είναι η χώρα με τη χαμηλότερη αύξηση προβλεπόμενου κόστους. Πιο συγκεκριμένα, οι δαπάνες της για την υγειονομική περίθαλψη αναμένεται να αυξηθούν από 7% του ΑΕΠ σε 10% έως το 2050. Έχει πραγματοποιηθεί μια μελέτη η οποία επικεντρώνεται στο πως τα νοσοκομεία της χώρας θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν το μέγεθός τους και την κεντρική διαχείριση για τη μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας των πόρων τους, μέσα από μοντέλα υψηλών επιδόσεων, καθώς και την ελαχιστοποίηση των αποβλήτων τους, μέσα από τις βέλτιστες πρακτικές σε θέματα πρόληψης και ανακύκλωσης.

Το 2015 το ίδρυμα “Ellen McArthur” εκπόνησε μια μελέτη εφαρμογής κυκλικής οικονομίας σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένου και αυτού της υγείας. Η κεντρική ιδέα της μελέτης σε ότι αφορά μοντέλα υψηλών επιδόσεων είναι η σύμβαση με την οποία ο πελάτης πληρώνει για τη χρήση ή την εκτέλεση ενός προϊόντος και όχι για το ίδιο το προϊόν. Στην περίπτωση ιδιοκτησίας (αγοράς του ίδιου του προϊόντος) ελλοχεύουν πρόσθετες δαπάνες (αρχική επένδυση), κίνδυνοι όπως απρόβλεπτη επισκευή, συντήρηση ή/και απαξίωση και το κόστος θεραπείας στο τέλος της χρήσης.

Τα πρότυπα απόδοσης είναι σημαντικά για πολλές κατηγορίες δαπανών των υγειονομικών μονάδων της Δανίας. Οι δαπάνες αυτές είτε σχετίζονται με τη μίσθωση ρούχων και κλινοσκεπασμάτων είτε με την πλήρη διαχείριση του εξοπλισμού σάρωσης και ακτινοβολίας.

Στο συγκεκριμένο μοντέλο ο πελάτης είναι σε θέση να μειώσει το κόστος αγοράς και συντήρησης, όπως και τη μεγιστοποίηση της απόδοσης του χρόνου λειτουργίας. Από την άλλη μεριά, ο προμηθευτής είναι σε θέση να εξασφαλίσει τις βιώσιμες πηγές εσόδων, τη μεγιστοποίηση της αξιοποίησης των πόρων και τη βέλτιστη απόδοση κατά τη διάρκεια της χρήσης. Το μοντέλο αυτό θα δώσει κίνητρο στους κατασκευαστές να σχεδιάζουν πιο ανθεκτικά προϊόντα με ευκολία στην διατήρηση, την επισκευή και έχουν τη δυνατότητα να ανακαινιστούν ή να ανακατασκευαστούν.

Με βάση την απόδοση των συμβατικών μοντέλων, μπορούν να καλυφθούν περισσότερες ανάγκες από τεχνικά προηγμένο εξοπλισμό ή/και εγκαταστάσεις. Για παράδειγμα, οι στολές, τα κρεβάτια και τα σεντόνια μπάνιου διατίθενται στα νοσοκομεία με συμβάσεις χρηματοδοτικής μίσθωσης. Πλέον και τα αγαθά ημι-διαρκείας, τα οποία χρησιμοποιούνται συχνά ως μονόδρομος διαθέσιμου εξοπλισμού, είναι δρομολογήσιμα για μοντέλα υψηλών επιδόσεων.

Η Δανία θα μπορούσε σταδιακά να μετατοπίσει την αγορά των προϊόντων προς πρότυπα επιδόσεων για το διευθυνσιοδοτούμενο μερίδιο του προϋπολογισμού αγορών. Πιο συγκεκριμένα:

- ❖ Επιδιώκονται συμβάσεις απόδοσης έως και 10% από τις Υγειονομικές Μονάδες από επιλεγμένα προϊόντα, όπως προϊόντα διαγνωστικής απεικόνισης και εξοπλισμού έως το 2020. Επίσης μέχρι το ίδιο έτος, εκτιμάται ότι η μοντελοποίηση που προτείνεται στις Υγειονομικές Μονάδες και τους προμηθευτές του εξοπλισμού εξοικονομεί 10 έως 15 εκατομμύρια €/έτος.
- ❖ Μέχρι το έτος 2035 εκτιμάται ότι η συνολική έκδοση των μοντέλων απόδοσης θα αυξηθεί έως και 40%. Η πρόταση μοντελοποίησης στις ΥΜ και στους προμηθευτές εξοικονομεί από 70 έως και 90 εκατομμύρια €/έτος.

Εκτός από τις κατηγορίες προϊόντων που απευθύνονται τα μοντέλα, ήδη σε σύντομο χρονικό διάστημα παρόμοια μοντέλα προμηθειών θα μπορούσαν επίσης να αρχίσουν να διεισδύουν άλλα μοντέλα ανθεκτικών αγαθών και αγαθών ημι-διαρκείας όπως επιλεγμένα χειρουργικά εργαλεία και είδη ένδυσης, όπου τα θέματα ασφαλείας και υγιεινής που αφορούν τα επαναχρησιμοποιούμενα υλικά μπορεί να αντιμετωπιστούν κατάλληλα.

Οι ικανότητες που μπορούν να αναπτυχθούν για την κυκλική οικονομία είναι αρκετές και ικανές να αναδείξουν το μοντέλο στην Δανία. Πιο συγκεκριμένα, προτείνεται να δημιουργηθούν προσανατολισμένες συμβάσεις για την εκπαίδευση του προσωπικού στο βέλτιστο σχεδιασμό συμβάσεων για την πρόσβαση πάνω από την ιδιοκτησία. Για παράδειγμα, το νοσοκομείο μπορεί να παρέχει εξειδικευμένη κατάρτιση με βάση ένα εθνικό αναπτυχθέν πρόγραμμα σπουδών, μοντέλο το οποίο αποσκοπεί στην ανάπτυξη και στην εφαρμογή του συνολικού κόστους ιδιοκτησίας.

Τα μεγάλα νοσοκομεία είναι σαν μικρογραφία πόλεων, με αρκετά μεγάλη και σύνθετη ροή των υλικών και των πληροφοριών, παρόμοια με τις πόλεις, που παράγουν μεγάλες ποσότητες αποβλήτων. Τα νοσοκομεία διοικούνται από μια κεντρική διοίκηση που συντονίζει το προσωπικό και καθορίζει μια στρατηγική κατεύθυνση για το σύνολο του οργανισμού. Ως εκ τούτου, το νοσοκομείο θα μπορούσε να έχει τη δυνατότητα να βελτιστοποιήσει ολιστικά τη διαχείριση των αποβλήτων. Όπως συμβαίνει και με άλλα κεντρικά και αυστηρά ελεγχόμενα συστήματα, όπως τα αεροδρόμια, είναι λογικό να οραματίζονται τα νοσοκομεία ως πρωταθλητές σε ότι αφορά την πρόληψη και την ανακύκλωση των αποβλήτων.

Η μεγαλύτερη πηγή (μη επικίνδυνων) αποβλήτων στα νοσοκομεία είναι η αγορά και η παρασκευή τροφίμων και ποτών. Είναι συνηθισμένο φαινόμενο οι υπηρεσίες να παραγγέλνουν πάρα πολλά φαγητά από την κουζίνα για να υπάρχει περιθώριο ασφαλείας, το οποίο κινδυνεύει να μεγαλώνει από τα όρια ασφαλείας της κουζίνας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι κουζίνες των νοσοκομείων μπορεί να καταλήξουν να αγοράζουν περισσότερα τρόφιμα από τα απαιτούμενα, τα οποία καθιστούν αναπόφευκτη την μεγάλη παραγωγή αποβλήτων. Ένας τρόπος να αποτραπεί κατά ένα βαθμό αυτή η κατάσταση είναι ο καθορισμός προτύπων για βιώσιμη παροχή των υπηρεσιών τροφίμων και εστίασης, όπως θεσπίστηκε με το NHS στο Ηνωμένο Βασίλειο. Στη δεδομένη κλίμακα, τα νοσοκομεία θα μπορούσαν να συστηματοποιήσουν και να βελτιώσουν την ανακύκλωση πέραν των ήδη φιλόδοξων της κοινωνίας της Δανίας που θέτει η στρατηγική γνωστή ως “Denmark Without Waste”. Τα νοσοκομεία είναι μέρος του τομέα παροχής υπηρεσιών, όπου ο στόχος τους για την ανακύκλωση των απορριμμάτων συσκευασίας το 2018 είναι 70% (χαρτί, γυαλί, μέταλλο και πλαστικό) και 60% για την ανακύκλωση των οργανικών αποβλήτων το 2018. Τα ποσοστά ανακύκλωσης στα νοσοκομεία της Δανίας σήμερα σημειώνουν 15-30% με μέσο όρο κάτω από 20%.

Σε επίπεδο μεμονωμένων υγειονομικών μονάδων, η κύρια βραχυπρόθεσμη πρόκληση είναι η βελτίωση των δυνατοτήτων και δεξιοτήτων, καθώς και η αλλαγή νοοτροπίας. Οι φορείς χάραξης πολιτικής μπορεί να επιλέξουν να παίξουν ένα ρόλο, δημιουργώντας την υποστήριξη κατευθυντήριων γραμμών (μη δεσμευτικό) και κανόνων (δεσμευτικό), καθώς και τα κατάλληλα κίνητρα. Η κυβέρνηση μπορεί να αναλάβει την εσωτερική συστημική αλλαγή στην παραγωγή τροφίμων, συσκευασίας και άλλων προϊόντων που μπορεί να καταλήξουν να απορρίπτονται από τα νοσοκομεία. Αυτός ο τρόπος είναι πιθανό να αυξήσει το χρηματικό κίνητρο των νοσοκομείων για την ανακύκλωση των αποβλήτων.

Ο καθορισμός στόχων ελαχιστοποίησης και ανακύκλωσης των αποβλήτων για τα νοσοκομεία μπορεί να περιλαμβάνει κυκλική σύνδεση με μετρήσεις οικονομίας στα κριτήρια απόδοσης για τη διαχείριση του νοσοκομείου. Επιπλέον μπορούν να διερευνηθούν τα φορολογικά κίνητρα για την αποφυγή ρευμάτων μη επικίνδυνων αποβλήτων για την εξασφάλιση ισότιμων όρων ανταγωνισμού για την ανακύκλωση, στο πλαίσιο μιας εθνικής πρωτοβουλίας για όλους τους τομείς. Τέλος προτείνεται η δημιουργία μιας πλατφόρμας για τα νοσοκομεία της Δανίας για την ανταλλαγή πληροφοριών και βέλτιστων πρακτικών καθώς και για την ανάπτυξη μιας κοινής στρατηγικής για τη μείωση των αποβλήτων και την αύξηση των ποσοστών της ανακύκλωσης με στόχο την καθιέρωση της χώρας ως πρωτοπόρος. (Πηγή: “Delivering the circular economy- A toolkit for policy makers- Denmark Case Study”, Ellen McArthur Foundation, 2015)



Εικόνα 3: «Τα σκουπίδια κάποιου είναι ο θησαυρός κάποιου άλλου», Κοπεγχάγη ([www.manicimpressive.com](http://www.manicimpressive.com))

## Κεφάλαιο 5: Μεθοδολογία

### 5.1 Αντικείμενο Μελέτης

Η παρούσα διπλωματική εργασία μελέτησε σε θεωρητικό επίπεδο πως μπορεί να εφαρμοστεί το κυκλικό μοντέλο σε απόβλητα υγειονομικών μονάδων, με στόχο την επαναχρησιμοποίησή τους και το κέρδος που θα έχει η ΥΜ στην περίπτωση αυτή. Το νοσοκομείο που επιλέχθηκε είναι το «Βενιζέλειο Νοσοκομείο Ηρακλείου».

Εκτιμήθηκαν τα περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη που μπορεί να έχει η εφαρμογή του κυκλικού μοντέλου οικονομίας στα πλαστικά υλικά της υγειονομικής μονάδας. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι αυτά τα υλικά να μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, αυξάνοντας έτσι τον κύκλο ζωής τους. Συνεπώς, μειώνονται οι ποσότητες αποβλήτων και οι δαπάνες του νοσοκομείου στα συγκεκριμένα υλικά.

Για την διεξαγωγή των αποτελεσμάτων που παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 6 και των συμπερασμάτων που παρατίθενται στο Κεφάλαιο 7, ακολουθήθηκε η παρακάτω μεθοδολογία:

Μετά από παραχώρηση σχετικής άδειας πρόσβασης στα στοιχεία της ΥΜ από το ανώτατο διοικητικό προσωπικό, ελήφθησαν στοιχεία από τα εξής τμήματα:

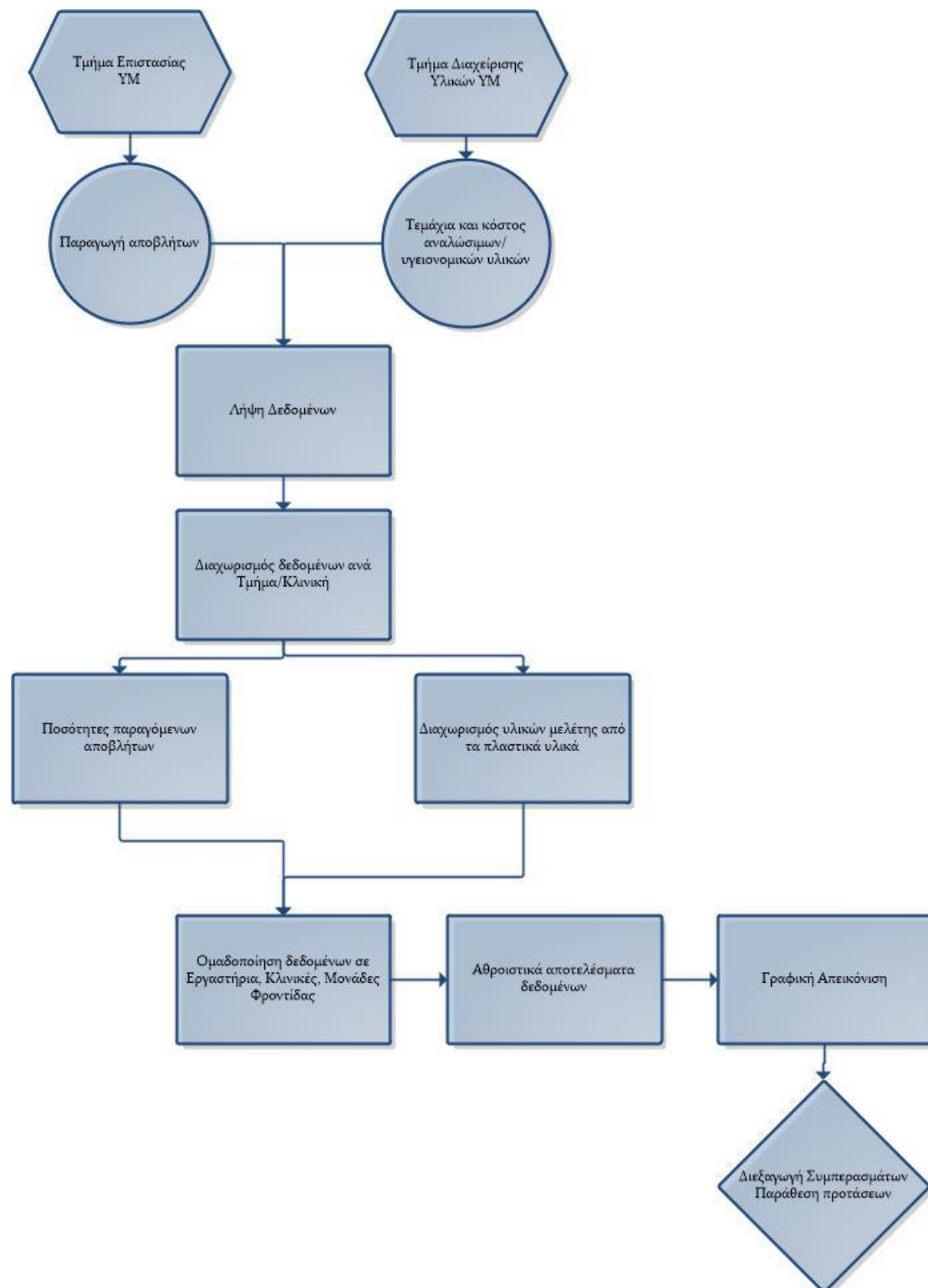
- ❖ Τμήμα Επιστασίας για την παραγωγή αποβλήτων της ΥΜ για τα έτη 2013-2016
- ❖ Τμήμα Διαχείρισης Υλικών για τα τεμάχια και το κόστος που προμηθεύονται οι επιμέρους μονάδες της ΥΜ για τα έτη 2013-2016.

Από τα στοιχεία του τμήματος Διαχείρισης Υλικών καταγράφηκαν ξεχωριστά τα πλαστικά υλικά που προμηθεύονται τα τμήματα, με τη βοήθεια του αρμόδιου προσωπικού του τμήματος. Έπειτα, από τα υλικά αυτά προέκυψαν τα υλικά μελέτης.

Τόσο οι ποσότητες παραγωγής αποβλήτων όσο και τα τεμάχια και τα κόστη των υλικών μελέτης, ομαδοποιήθηκαν σε Κλινικές, Μονάδες Φροντίδας και Εργαστήρια. Η ομαδοποίηση αυτή παρουσιάζεται στην παράγραφο «Δεδομένα-Παραδοχές». Στη συνέχεια προέκυψαν τα αθροιστικά αποτελέσματα για τις ποσότητες αποβλήτων, τα τεμάχια και τα κόστη των υλικών μελέτης για κάθε έτος ξεχωριστά. Αυτά τα αποτελέσματα απεικονίζονται γραφικά στο Κεφάλαιο 6. Τέλος στο Κεφάλαιο 7 παρατίθενται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την έρευνα που διεξήχθη και προτείνονται λύσεις/προτάσεις για την βελτίωση

της διαχείρισης των αποβλήτων της ΥΜ και πως μπορεί η κυκλική οικονομία να λειτουργήσει ως μέθοδος διαχείρισης και επεξεργασίας.

Στο Σχήμα 5 παρουσιάζεται διαγραμματικά η Μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την διεξαγωγή της έρευνας.



Σχήμα 5: Διάγραμμα ροής Μεθοδολογίας.



## 5.2 Το Βενιζέλειο Νοσοκομείο Ηρακλείου

### 5.2.1 Περιγραφή

Η Υγειονομική Μονάδα (ΥΜ) με την οποία ασχολήθηκε η παρούσα μελέτη είναι το «Βενιζέλειο Γενικό Νοσοκομείο». Βρίσκεται στο Ηράκλειο Κρήτης, επί της Λεωφόρου Κνωσσού. Είναι η δεύτερη μεγαλύτερη δημόσια ΥΜ της πόλης. Στην ΥΜ βρίσκονται 440 κλίνες και απασχολείται προσωπικό περίπου 1000 ατόμων. Όταν εφημερεύει, δέχεται επείγοντα περιστατικά από όλη την Κρήτη και το νότιο Αιγαίο. Ορισμένοι δείκτες που δείχνουν το ποιοτικό του επίπεδο είναι η υψηλή πληρότητα, η χαμηλή μέση διάρκεια νοσηλείας ανά νοσηλευόμενο, οι χαμηλοί δείκτες επίπτωσης σε λοιμώξεις σχετιζόμενες με υγειονομικό χώρο και το χαμηλό κόστος ανά ημέρα νοσηλείας. (venizeleio.gr)



Εικόνα 4: Κεντρική είσοδος Βενιζελείου Νοσοκομείου Ηρακλείου (www.venizeleio.gr)

### 5.2.2 Εσωτερικός κανονισμός διαχείρισης αποβλήτων Βενιζελείου Νοσοκομείου Ηρακλείου

Κάθε υγειονομική μονάδα στην Ελλάδα υποχρεούται να έχει δικό της εσωτερικό κανονισμό ως προς τη διαχείριση και επεξεργασία των αποβλήτων της. Το Βενιζέλειο Νοσοκομείο Ηρακλείου ορίζει στον δικό του εσωτερικό κανονισμό διαχείρισης αποβλήτων, ποιες θα είναι οι βασικές αρχές διαχείρισης, επεξεργασίας, συλλογής, μεταφοράς και τελικής διάθεσης των αποβλήτων, ποιοι κανόνες ασφαλείας θα πρέπει να τηρούνται από το ανθρώπινο δυναμικό που είναι αρμόδιο, καθώς και την ιεραρχία του προσωπικού που απασχολείται στον τομέα αυτό. Ορισμένα αποσπάσματα από τον κανονισμό σχετικά με τις



διεργασίες διαχείρισης αποβλήτων της ΥΜ, παρατίθενται στις παρακάτω παραγράφους.

### 5.2.2.1 Βασικές αρχές

Οι βασικές αρχές που διέπουν τα στάδια συλλογής, μεταφοράς και αποθήκευσης των αποβλήτων υγειονομικών μονάδων (ΑΥΜ) είναι:

- ❖ Τα διαχωρισμένα απόβλητα τοποθετούνται σε μέσα αποθήκευσης κατάλληλου χρώματος, με σήμανση, ώστε να είναι εύκολα αναγνωρίσιμα και να ακολουθούν τη σωστή γραμμή διαχείρισης
- ❖ Κατάλληλοι υποδοχείς τοποθετούνται σε όλους τους χώρους, όπου παράγονται συγκεκριμένες κατηγορίες αποβλήτων.
- ❖ Οι υποδοχείς απομακρύνονται όταν είναι γεμάτοι το πολύ κατά τα  $\frac{3}{4}$ .
- ❖ Η χωριστή συλλογή των αποβλήτων γίνεται όσο το δυνατό πλησιέστερα στον τόπο παραγωγής τους (πχ εντός χειρουργείου, εντός των δωματίων των ασθενών κλπ.)
- ❖ Τα απόβλητα περισυλλέγονται με συχνότητα ανάλογη με το φόρτο εργασίας των τμημάτων που τα παράγουν.
- ❖ Οι κάδοι των αποβλήτων τοποθετούνται σε θέσεις με εύκολη πρόσβαση και έχουν ποδοκίνητο μηχανισμό.
- ❖ Οι κάδοι παραμένουν συνεχώς κλειστοί.
- ❖ Δεν επιτρέπεται η μεταφορά του περιεχομένου από ένα κάδο σε άλλο λόγω υψηλού κινδύνου μόλυνσης και οχλήσεων.
- ❖ Όλοι οι κάδοι πλένονται με απολυμαντικό στο τέλος της ημέρας.
- ❖ Τα καρότσια συλλογής και μεταφοράς των απορριμμάτων των Τμημάτων κυκλοφορούν κλεισμένα, έχουν τους σάκους δεμένους και καλά τοποθετημένους στο εσωτερικό τους, δε φορτώνονται σε μεγάλο ύψος, διατηρούνται σε καλή κατάσταση και πλένονται καθημερινά με ειδικό απολυμαντικό.
- ❖ Τα τροχήλατα που μεταφέρουν μολυσματικά απόβλητα δεν χρησιμοποιούνται για άλλες εργασίες.
- ❖ Αποφεύγεται με κάθε τρόπο η δημιουργία σκόνης, σταγονιδίων και η άμεση επαφή των χεριών με τα απορρίμματα.
- ❖ Υπάρχει ο κατάλληλος εξοπλισμός για την απολύμανση του χώρου και των χεριών του προσωπικού (συστήνεται το πλύσιμο των χεριών μετά από κάθε επαφή με απόβλητα).
- ❖ Η μεταφορά των αποβλήτων δε γίνεται από κοινού με τη μεταφορά τροφών ή ιματισμού (πχ με τον ίδιο ανελκυστήρα)
- ❖ Ο μεταφορέας ενημερώνεται επακριβώς για το είδος και την επικινδυνότητα του φορτίου που μεταφέρει.

- ❖ Απαγορεύεται η χρήση αγωγών απόρριψης (απλών ή υπό κενού) αποβλήτων.

#### 5.2.2.2 Συλλογή

Η επιτυχής διαχείριση των αποβλήτων στο σύνολό της είναι άμεσα συνυφασμένη με την κατηγοριοποίηση των αποβλήτων κατά τη διαλογή στην πηγή. Η χωριστή συλλογή ανά κατηγορία παραγόμενων αποβλήτων είναι αποκλειστική ευθύνη του παραγωγού και θα πρέπει να γίνεται όσο το δυνατό πιο κοντά στα σημεία παραγωγής τους.

Ο καταλληλότερος τρόπος για την κατηγοριοποίηση των παραγόμενων αποβλήτων είναι η διαλογή τους σε χρωματισμένους σάκους/δοχεία/κάδους ανάλογα με το είδος τους. Ο προτεινόμενος κωδικοποιημένος χρωματισμός των ΕΑΥΜ στη χώρα μας εξαρτάται τόσο από το είδος τους όσο και από την επεξεργασία που πρέπει να υποστούν πριν τη διάθεση.

Έτσι ανάλογα με το είδος τους:

- ❖ Αποτέφρωση μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα ΕΑΑΜ, ΜΕΑ και κατά περίπτωση στα ΑΕΑ
- ❖ Αποστείρωση μπορεί να εφαρμοστεί μόνο στα ΕΑΑΜ.

Επιπρόσθετα, ανάλογα με την επεξεργασία:

- ❖ Τα προς αποστείρωση ΕΑΑΜ τοποθετούνται σε συσκευασίες κίτρινου χρώματος
- ❖ Τα προς αποτέφρωση ΕΑΥΜ τοποθετούνται σε συσκευασίες κόκκινου χρώματος εκτός εάν η αποτεφρωτική εγκατάσταση δεν δύναται να επεξεργαστεί ΕΑΥΜ που περιέχουν πάνω από 1% αλογονούχες οργανικές ενώσεις, οπότε τοποθετούνται σε συσκευασίες πράσινου χρώματος.

Επιπρόσθετα στη συσκευασία απαιτείται σήμανση με τον όρο «Επικίνδυνα Απόβλητα» και το διεθνές σύμβολο του μολυσματικού και επικίνδυνου χαρακτήρα.



Εικόνα 5: Πλαστικές σακούλες συλλογής ΕΑΑΜ, κόκκινου και κίτρινου χρώματος, με σχετική σήμανση του υφιστάμενου κινδύνου. (Γιδαράκος;, 2017)

Επιπλέον της χρωματικής κωδικοποίησης των αποθηκευτικών μέσων συνιστώνται τα παρακάτω:

Τα αστικού χαρακτήρα παραγόμενα απόβλητα εντός των ΥΜ θα πρέπει να ακολουθούν τις πρακτικές διαχείρισης που καθορίζονται από την ΚΥΑ 50910/2727/2003 (ΦΕΚ 1909Β/22.12.2003) σχετικά με τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων.

Τα αιχμηρά αντικείμενα θα πρέπει να συλλέγονται μαζί ανεξάρτητα αν είναι ή όχι μολυσμένα, σε ανθεκτικούς αδιάτρητους αποθηκευτικούς περιέκτες συνήθως κατασκευασμένους από υψηλής πυκνότητας πλαστικό. Θα πρέπει να είναι άκαμπτα και αδιαπέραστα ώστε εκτός των αιχμηρών αντικειμένων να μπορούν να αποθηκεύσουν ασφαλώς και τα περιεχόμενα υγρά των συριγγών. Εκτός των πλαστικών ή μεταλλικών δοχείων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και δοχεία από σκληρό χαρτόνι. Στα μέσα αυτά θα πρέπει να υπάρχει ετικέτα με την ημερομηνία και προέλευσή τους καθώς και το σήμα του βιολογικού κινδύνου.



Εικόνα 6: Υποδοχείς αιχμηρών ΕΑΑΜ . (Γιδαράκος, 2017)

Τα δοχεία/κάδοι/σάκοι που χρησιμοποιούνται για τα μολυσματικά απόβλητα θα πρέπει να είναι σημασμένα με την αντίστοιχη διεθνή ένδειξη. Στα μέσα αυτά θα πρέπει να υπάρχει ετικέτα με την ημερομηνία και προέλευση των μολυσματικών αποβλήτων.



Εικόνα 7: Ενδεικτικοί περιέκτες ΕΑΑΜ.(Γιδαράκος, 2017)

Τα αμιγώς μολυσματικού χαρακτήρα απόβλητα (ΕΑΑΜ) θα πρέπει, όταν είναι εφικτό, να υπόκεινται σε άμεση επεξεργασία.

Τα κυτταροτοξικά-κυτταροστατικά-χημειοθεραπευτικά απόβλητα θα πρέπει να συλλέγονται σε ανθεκτικά, υδατοστεγή δοχεία με την ευκρινή ένδειξη «ΚΥΤΤΑΡΟΤΟΞΙΚΑ-ΚΥΤΤΑΡΟΣΤΑΤΙΚΑ-ΧΗΜΕΙΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ». Στα μέσα αυτά θα πρέπει να υπάρχει ετικέτα με την ημερομηνία και προέλευσή τους.

Τα ληγμένα φάρμακα θα πρέπει να αποστέλλονται στο φαρμακείο για απόσυρση (με δελτίο επιστροφής). Φάρμακα που έχουν ανοιχθεί ή εκτεθεί σε μολυσματικό περιβάλλον καθώς και οι συσκευασίες αυτών που έχουν υπολείμματα φαρμάκων θα πρέπει να συλλέγονται χωριστά στο αντίστοιχο δοχείο και σε καμία περίπτωση να μην επιστρέφονται στο φαρμακείο της ΥΜ λόγω του αυξημένου κινδύνου επιμόλυνσής του.

Τα απόβλητα από εργαστήρια που περιέχουν επικίνδυνες χημικές ουσίες θα πρέπει να συλλέγονται χωριστά, σε μη διαβρώσιμα δοχεία και μετά τη συσκευασία τους να αποστέλλονται σε εξειδικευμένες εταιρείες επεξεργασίας. Η ταυτότητα των χημικών ουσιών θα πρέπει να αναγράφεται ευκρινώς στις συσκευασίες αυτές. Στα αποθηκευτικά αυτά μέσα, θα πρέπει να υπάρχει ετικέτα με την ημερομηνία και προέλευσή τους. Επικίνδυνα απόβλητα αυτής της κατηγορίας δεν πρέπει ποτέ να αναμιγνύονται.

Τα απόβλητα που περιέχουν υψηλό ποσοστό βαρέων μετάλλων θα πρέπει να συλλέγονται χωριστά σε ανθεκτικά και στεγανά δοχεία με σήμανση που να πληροφορεί για το περιεχόμενό τους.

Για τη διαχείριση των ραδιενεργών αποβλήτων, αρμόδια αρχή είναι η Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας. Η ΥΜ θα πρέπει να εφαρμόζει τη νομοθεσία για την προστασία ανθρώπων, αγαθών και περιβάλλοντος από τις επιβλαβείς επιδράσεις των ιονιζουσών ακτινοβολιών. (ΚΥΑ 1014(ΦΟΡ) 94/2001-ΦΕΚ 216Β-06.03.2001, για την έγκριση κανονισμών ακτινοπροστασίας και Οδηγία 2006/117/ΕΥΡΑΤΟΜ, σχετικά με την επιτήρηση και τον έλεγχο των αποστολών ραδιενεργών αποβλήτων και αναλωμένου πυρηνικού καυσίμου).

Τα υγρά απόβλητα (εξαιρουμένων των υγρών επικίνδυνων αποβλήτων όπως φάρμακα, χημικές ουσίες, αίμα κλπ. τα οποία υπόκεινται σε διαχείριση μαζί με τους περιέκτες τους, πχ σύριγγες, πλαστικές σακούλες κλπ.) είναι πιθανόν να περιέχουν ορισμένα επικίνδυνα συστατικά (πχ αυξημένη συγκέντρωση μικροβίων). Τα απόβλητα αυτά πρέπει είτε να διατίθενται στην αποχέτευση προς επεξεργασία σε κεντρική μονάδα επεξεργασίας (εφόσον η ΥΜ είναι συνδεδεμένη με αποχετευτικό σύστημα) είτε να διατίθενται σε μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων η οποία βρίσκεται εντός της ΥΜ (εφόσον η ΥΜ δεν συνδέεται με κεντρική μονάδα επεξεργασίας). Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να τηρούνται οι αναλυτικές προδιαγραφές διαχείρισης αυτών, σύμφωνα με το Παράρτημα II της Οικ. 146163/08-05-2012 σχετικής ΚΥΑ.

Τα κατάλληλα αποθηκευτικά μέσα θα πρέπει να είναι διαθέσιμα στα αντίστοιχα σημεία παραγωγής των αποβλήτων. Ειδικές οδηγίες που αφορούν την κατηγοριοποίηση, διαλογή και πλήρωση των αποθηκευτικών μέσων θα πρέπει

να είναι αναρτημένες σε όλα τα σημεία παραγωγής και συλλογής των αποβλήτων.

Η πλήρωση των δοχείων δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα  $\frac{3}{4}$  του συνολικού τους όγκου. Το προσωπικό δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να επιχειρεί να αφαιρέσει απόβλητα που τοποθετήθηκαν λανθασμένα στα δοχεία/κάδους/σάκους. Αν αστικού τύπου και επικίνδυνα απόβλητα αναμιχθούν τότε το σύνολο θα πρέπει να διαχειρίζεται ως Επικίνδυνα Απόβλητα.

Το νοσηλευτικό και λοιπό προσωπικό της ΥΜ θα πρέπει να μεριμνήσει ώστε οι σάκοι αποβλήτων να σφραγίζονται με ασφάλεια. Οι ελαφροί σάκοι μπορούν να σφραγιστούν δένοντάς τους αλλά οι βαρύτεροι πιθανόν να χρειαστούν ανθεκτικότερο μέσο σφράγισης. Οι σφραγισμένοι περιέκτες με αιχμηρά αντικείμενα θα πρέπει να τοποθετούνται σε ειδικούς περιέκτες όμοιου χρώματος, την αντίστοιχη διεθνή σήμανση και ετικέτα για το περιεχόμενό τους, πριν την απομάκρυνσή τους από το κάθε τμήμα ή τη μονάδα.

Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να στοιβάζονται πληρωμένα δοχεία/κάδοι/σάκοι στα σημεία παραγωγής των ΑΥΜ. Η αποκομιδή τους από το αρμόδιο προσωπικό της ΥΜ και η μεταφορά τους σε χώρους αποθήκευσης θα πρέπει να γίνεται βάσει συγκεκριμένου προγράμματος που θα δημιουργηθεί για το σκοπό αυτό. Πιο συγκεκριμένα:

- ❖ Η αποκομιδή και μεταφορά των αποβλήτων σε προσδιορισμένα σημεία αποθήκευσης θα πρέπει να γίνεται σε καθημερινή βάση (ή συχνότερα αν απαιτείται)
- ❖ Οι πληρωμένοι σάκοι θα συλλέγονται μόνο εάν φέρουν ετικέτα με το περιεχόμενό τους και το σημείο παραγωγής τους.
- ❖ Οι πληρωμένοι σάκοι/δοχεία/κάδοι θα πρέπει να αντικαθίστανται άμεσα μετά την απομάκρυνσή τους με όμοιούς τους.

Επιπρόσθετα, στα σημεία παραγωγής αποβλήτων θα πρέπει να είναι άμεσα διαθέσιμα πρόσθετα αποθηκευτικά μέσα.



### 5.2.2.3 Μεταφορά

Η μεταφορά των παραγόμενων αποβλήτων εντός της ΥΜ θα πρέπει να γίνεται με τροχήλατα και άλλα καρότσια τα οποία δεν χρησιμοποιούνται για άλλο σκοπό πέραν αυτού και πληρούν τις παρακάτω προϋποθέσεις και σύμφωνα με τις αναλυτικές προδιαγραφές που αναφέρονται στο παράρτημα ΙΙ της Οικ. 146163/08-05-2012 σχετικής ΚΥΑ:

- ❖ Φορτώνονται και εκφορτώνονται εύκολα
- ❖ Δεν έχουν αιχμηρές προεξοχές οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν στη διάρρηξη των σάκων
- ❖ Είναι ανθεκτικά κατά τις κρούσεις και καταπονήσεις που προκαλούνται κατά τη μετακίνηση
- ❖ Καθαρίζονται εύκολα

Οι κανόνες μεταφοράς των αποβλήτων εκτός της ΥΜ, είναι αυτοί που διαμορφώνονται από την κείμενη εθνική και κοινοτική νομοθεσία σχετικά με επικίνδυνα εμπορεύματα και οι οποίοι βασίζονται στις απαιτήσεις της ADR.

Ειδικά για τις οδικές μεταφορές των ΕΑΥΜ για τις οποίες εφαρμόζεται η ADR, ο υπόχρεος συλλογής και μεταφοράς των ΕΑΥΜ απαιτείται να διαθέτει άδεια συλλογής και μεταφοράς ΕΑΥΜ και:

- ❖ Να διαθέτει σύμβουλο ασφαλείας, όπως προβλέπεται στο τμήμα 1.8.3 της ADR
- ❖ Να εξασφαλίζει ότι ο οδηγός που εκτελεί τη μεταφορά είναι κάτοχος ισχύοντος πιστοποιητικού επαγγελματικής κατάρτισης ADR, αντίστοιχο των μεταφερόμενων υλών
- ❖ Να εξασφαλίζει ότι το όχημα που εκτελεί τη μεταφορά είναι κατάλληλο και εφοδιασμένο με πιστοποιητικό έγκρισης ADR, όπου απαιτείται
- ❖ Να εξασφαλίζει ότι το όχημα φέρει κατάλληλη σήμανση και εξοπλισμό (όπως κατάλληλες συσκευές πυρόσβεσης, προειδοποιητικό γιλέκο)
- ❖ Να εφοδιάζει τη μεταφορική μονάδα με τα παραστατικά έγγραφα που απαιτεί η ADR (όπως έγγραφο μεταφοράς και γραπτές οδηγίες σε περίπτωση ατυχήματος).



Εικόνα 8: Τροχήλατα μέσα συλλογής και μεταφοράς ΑΥΜ. (Γιδαράκος, 2017)

Πιο συγκεκριμένα στη μονάδα του Βενιζελείου Νοσοκομείου Ηρακλείου ακολουθούνται οι παρακάτω πρακτικές:

- ❖ Μεταφορά εντός ΥΜ (από τους χώρους παραγωγής στους χώρους αποθήκευσης): μεταφέρονται με ειδικούς τροχήλατους κάδους αποκλειστικά για τη μεταφορά των αποβλήτων προς τους ψυκτικούς θαλάμους, οι οποίοι απολυμαίνονται καθημερινώς
- ❖ Μεταφορά εκτός ΥΜ (προς αδειοδοτημένες μονάδες επεξεργασίας): μεταφέρονται με ειδικά φορτηγά-ψυγεία αδειοδοτημένης προς τούτο εταιρείας τρεις φορές την εβδομάδα.

### 5.2.3 Αποστείρωση ΕΑΑΜ Υγειονομικής Μονάδας

Η ΥΜ έχει αναθέσει την επεξεργασία των ΕΑΑΜ για αποστείρωση στην εταιρεία «MEDICAL WASTE AE». Η εταιρεία εδρεύει στην ΒΙΠΕ Ηρακλείου και διαθέτει έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων από την Αποκεντρωμένη Διοίκηση Κρήτης και άδεια λειτουργίας από την Περιφέρεια Κρήτης.

Το Σύστημα Αποστείρωσης της εγκατάστασης προέρχεται από Γαλλικό κατασκευαστικό οίκο, ο οποίος είναι εξειδικευμένος και ο μοναδικός πιστοποιημένος ευρωπαϊκός οίκος ως προς την ποιότητα κατασκευής (CE, ISO, ASME) και ως προς το αποτέλεσμα αποστείρωσης από Ευρωπαϊκούς Κρατικούς Οργανισμούς. Ο συγκεκριμένος οίκος διαθέτει υψηλή τεχνολογία και αυξημένη εμπειρία στην ανάπτυξη συστημάτων ήπιας επεξεργασίας αποβλήτων για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Περισσότερα από 170 συστήματα είναι εγκατεστημένα σε ολόκληρο τον κόσμο.

Οι διαδικασίες αποστείρωσης ακολουθούν τα προβλεπόμενα στο πρότυπο του ΕΛΟΤ EN. 12740/00 και εφαρμόζουν το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12347-97



(κατηγοριοποίηση, ικανότητα καθαρισμού, ικανότητα αποστείρωσης, στεγανότητα διαρροών).

Το σύστημα αποστείρωσης αποτελείται από ένα ενιαίο σύνολο τριών τμημάτων: το θάλαμο φόρτωσης και ανάδευσης, το τμήμα τεμαχισμού και το θάλαμο κλιβανισμού και εκφόρτωσης. Τα ΕΑΑΜ φορτώνονται αυτόματα στον άνω θάλαμο του μηχανήματος από ειδική θυρίδα εισόδου. Αφού η θυρίδα κλείσει, στο θάλαμο δημιουργείται κενό αέρος και στη συνέχεια τίθενται σε λειτουργία το σύστημα ανάδευσης και ο τεμαχιστής. Ο τεμαχιστής τεμαχίζει όλα τα απόβλητα ανεξάρτητα από τη σύνθεση και τη συσκευασία τους. Τα τεμαχισμένα απόβλητα οδηγούνται στον κάτω θάλαμο του μηχανήματος. Μέσω ατμοβολέα πολλαπλής εξόδου διοχετεύεται στο τεμαχισμένο φορτίο κορεσμένος ατμός για 10 λεπτά σε συνθήκες θερμοκρασίας 138ο βαθμών Κελσίου και κυμαινόμενης πίεσης 3.1-4 bar. Έτσι επιτυγχάνεται πλήρης, ασφαλής και πιστοποιημένη μείωση των μικροβιακών πληθυσμών πάνω από 4logio (τελικό φορτίο παρεμφερές με αυτό των οικιακών αποβλήτων).

Το σύστημα διαθέτει ειδικές θέσεις εντός του θαλάμου αποστείρωσης. Στις θέσεις αυτές τοποθετούνται βιολογικοί και χημικοί δείκτες (*Geobacillus stearothermophilus*), με στόχο την επικύρωση των συνθηκών αποστείρωσης που επιτεύχθηκαν σε κάθε κύκλο ξεχωριστά. Οι βιολογικοί αυτοί δείκτες που χρησιμοποιούνται τηρούν τα προβλεπόμενα πρότυπα ΕΛΟΤ EN ISO m38.



Εικόνα 9: Θάλαμος αποστείρωσης της MEDICAL WASTE A.E. ([www.medicalwaste.gr](http://www.medicalwaste.gr))

Πλεονεκτήματα της μεθόδου αποστείρωσης:

- ❖ Πιστοποιημένο αποτέλεσμα της αποστειρωτικής διαδικασίας
- ❖ Ελαχιστοποίηση επαφής εμπλεκόμενου προσωπικού στα στάδια επεξεργασίας
- ❖ Πλήρως αυτοματοποιημένη διαδικασία τεμαχισμού και αποστείρωσης (compact system) EAAM
- ❖ Πλήρης απουσία ρύπων οποιασδήποτε μορφής που την καθιστά άκρως φιλική με το περιβάλλον
- ❖ Υψηλά επίπεδα ασφάλειας σε όλη την διαδικασία λόγω των ήπιων συνθηκών επεξεργασίας (χαμηλή θερμοκρασία και πίεση)
- ❖ Ελεύθερο από χημικά και ακτινοβολία
- ❖ Οικονομικότερη και περιβαλλοντικά ορθότερη σε σύγκριση με άλλες μεθόδους επεξεργασίας ([www.medicalwaste.gr](http://www.medicalwaste.gr))

### 5.3 Δεδομένα-Παραδοχές

Τα αριθμητικά δεδομένα για τις ποσότητες παραγωγής αποβλήτων σε ετήσια βάση ελήφθησαν από το Τμήμα Επιστασίας. Τα στοιχεία που αφορούν τις ποσότητες και το κόστος των αναλώσιμων υλικών και του κόστους των αναλωθέντων υλικών της ΥΜ ελήφθησαν από την Υπηρεσία Διαχείρισης Υλικού. Ο συγκεντρωτικός πίνακας δαπανών προς την εταιρεία αποστείρωσης των αποβλήτων ελήφθη επίσης από την Υπηρεσία Διαχείρισης Υλικού.

Από τα δεδομένα της Επιστασίας σχετικά με την ετήσια παραγωγή αποβλήτων προέκυψαν τα τμήματα της ΥΜ που μελετήθηκαν πιο διεξοδικά. Τα τμήματα είναι:

- ❖ Αιματολογικό εργαστήριο (Ε)
- ❖ Μονάδα Αιμοδοσίας (Μ)
- ❖ Βιοχημικό εργαστήριο (Ε)
- ❖ Τμήμα Επειγόντων Περιστατικών (Μ)
- ❖ Μικροβιολογικό Εργαστήριο (Ε)
- ❖ Μονάδα Εντατικής Θεραπείας (Μ)
- ❖ Μονάδα Τεχνητού Νεφρού (Μ)
- ❖ Τακτικά Εξωτερικά Ιατρεία (Μ)
- ❖ Νευροχειρουργική Κλινική (Κ)
- ❖ Χειρουργική Κλινική (Κ)
- ❖ Α Β Παιδιατρική Κλινική (Κ)

- ❖ Α Ορθοπαιδική Κλινική (Κ)
- ❖ Α Παθολογική Κλινική (Κ)
- ❖ Αξονικός Τομογράφος (Μ)
- ❖ Β Παθολογική Κλινική (Κ)
- ❖ Γαστρεντερολογική Κλινική (Κ)
- ❖ Καρδιολογική Κλινική (Κ)
- ❖ Κέντρο Μοριακού Ελέγχου (Μ)
- ❖ Γυναικομαιευτική Κλινική (Κ)
- ❖ Ογκολογική Κλινική (Κ)
- ❖ Ουρολογική Κλινική (Κ)
- ❖ Πνευμονολογική Κλινική (Κ)
- ❖ Εργαστήριο Πυρηνικής Ιατρικής (Ε)
- ❖ Ωτορινολαρυγγολογική Κλινική (Κ)

Τα τμήματα ομαδοποιήθηκαν σε τρεις κατηγορίες: Εργαστήρια, Κλινικές και Μονάδες φροντίδας. Το μονόγραμμα στην παρένθεση αντιστοιχεί στο πρώτο γράμμα της εκάστοτε κατηγορίας.

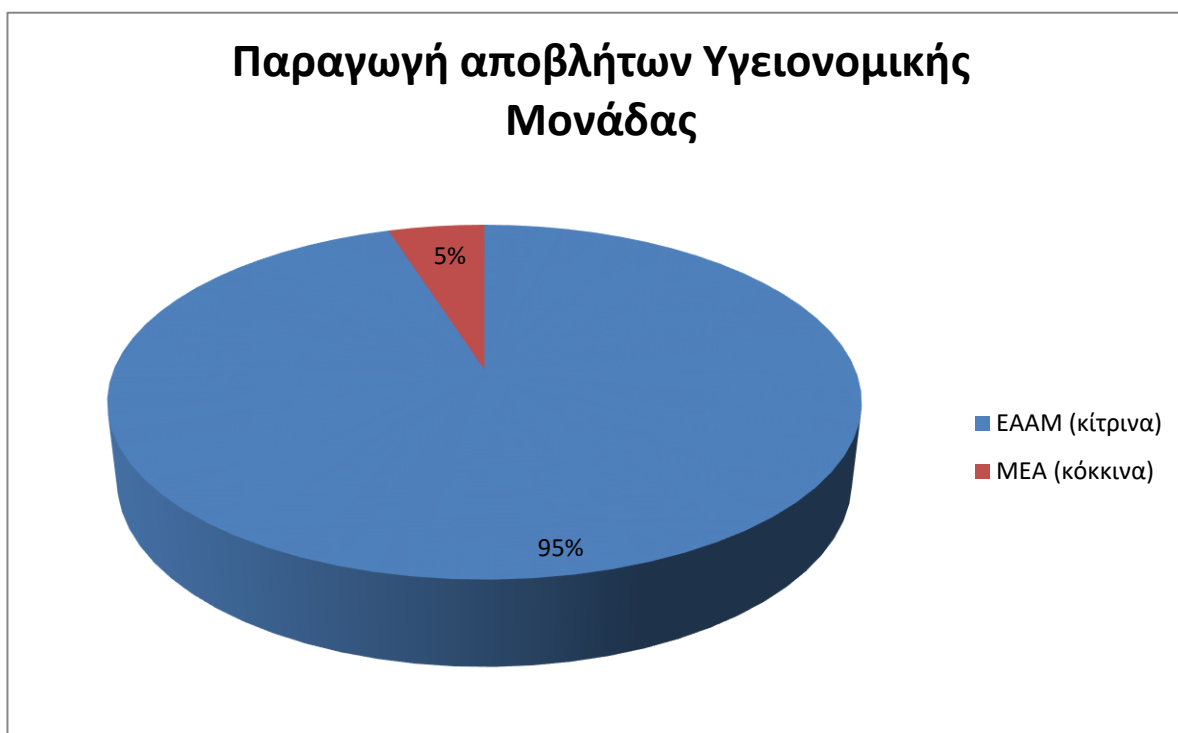
Τα δεδομένα παραγωγής αποβλήτων δίνονταν σε ημερήσιες ποσότητες και ομαδοποιήθηκαν ανά μήνα και στη συνέχεια ανά έτος, ώστε να προκύψουν τα τελικά αποτελέσματα για κάθε τμήμα ξεχωριστά. Η τελική ομαδοποίηση των δεδομένων έγινε με βάση τον διαχωρισμό στις τρεις προαναφερθείσες κατηγορίες. Για να προκύψουν τα τελικά αποτελέσματα, λόγω έλλειψης ορισμένων στοιχείων έγινε η εξής παραδοχή: οι ποσότητες των αποβλήτων του κάθε τμήματος για τα έτη 2015 και 2016 αντιστοιχούν στον μέσο όρο των ποσοτήτων των δύο προηγούμενων ετών (2013 και 2014 για το 2015 και 2014 και 2015 για το 2016 αντίστοιχα).

Από την Υπηρεσία Διαχείρισης Υλικού ελήφθησαν στοιχεία σχετικά με τα αναλώσιμα υλικά και τα υγειονομικά υλικά φαρμακείου που αγοράζονται από την ΥΜ για κάθε ένα από τα 24 τμήματα σε ετήσια βάση. Από αυτά τα υλικά έγινε ξεχωριστή καταγραφή των πλαστικών υλικών με τη βοήθεια του υπεύθυνου προσωπικού. Ο τελικός διαχωρισμός έγινε με κριτήριο την δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των υλικών. Από τα αναλώσιμα υλικά χρησιμοποιήθηκαν για τη διεξαγωγή των αποτελεσμάτων τα γάντια, τα είδη ιματισμού (καπέλα, μπλούζες ασθενών, χειρουργικές μπλούζες, ποδιές, ποδονάρια) και τα είδη σεντονιών και υποσένδονων. Από τα υλικά φαρμακείου για τη διεξαγωγή των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν οι καθετήρες διαφόρων ειδών και οι συσκευές ορού έγχυσης.

## Κεφάλαιο 6: Αποτελέσματα

### 6.1 Παραγωγή αποβλήτων – Υπάρχουσα Κατάσταση

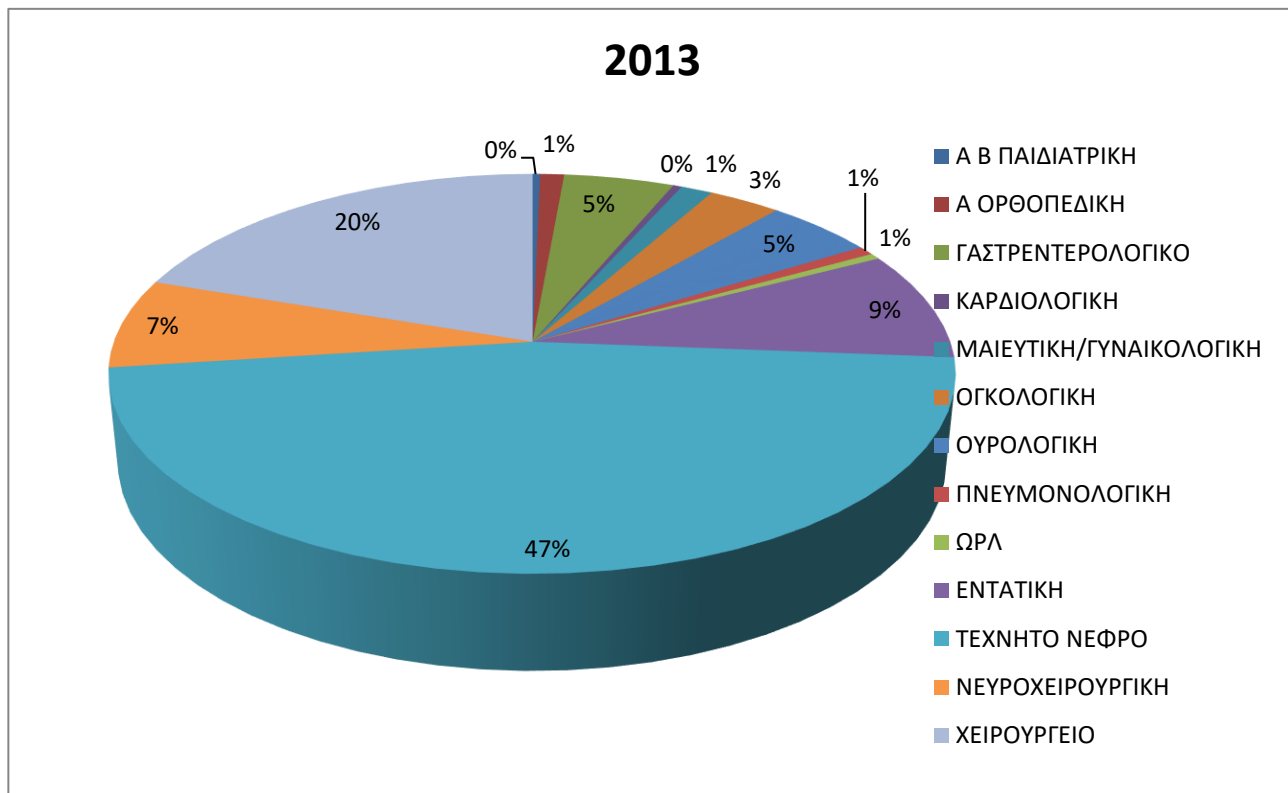
Το νοσοκομείο παράγει κατά μέσο όρο 90-95% επικίνδυνα απόβλητα αμιγώς μολυσματικά τα οποία τοποθετούνται σε κίτρινους περιέκτες και οδηγούνται προς αποστείρωση και το υπόλοιπο 5-10% είναι μικτά επικίνδυνα απόβλητα που τοποθετούνται σε κόκκινους περιέκτες και οδηγούνται προς αποτέφρωση (Διάγραμμα 3). Και οι δύο διεργασίες πραγματοποιούνται εκτός της ΥΜ.



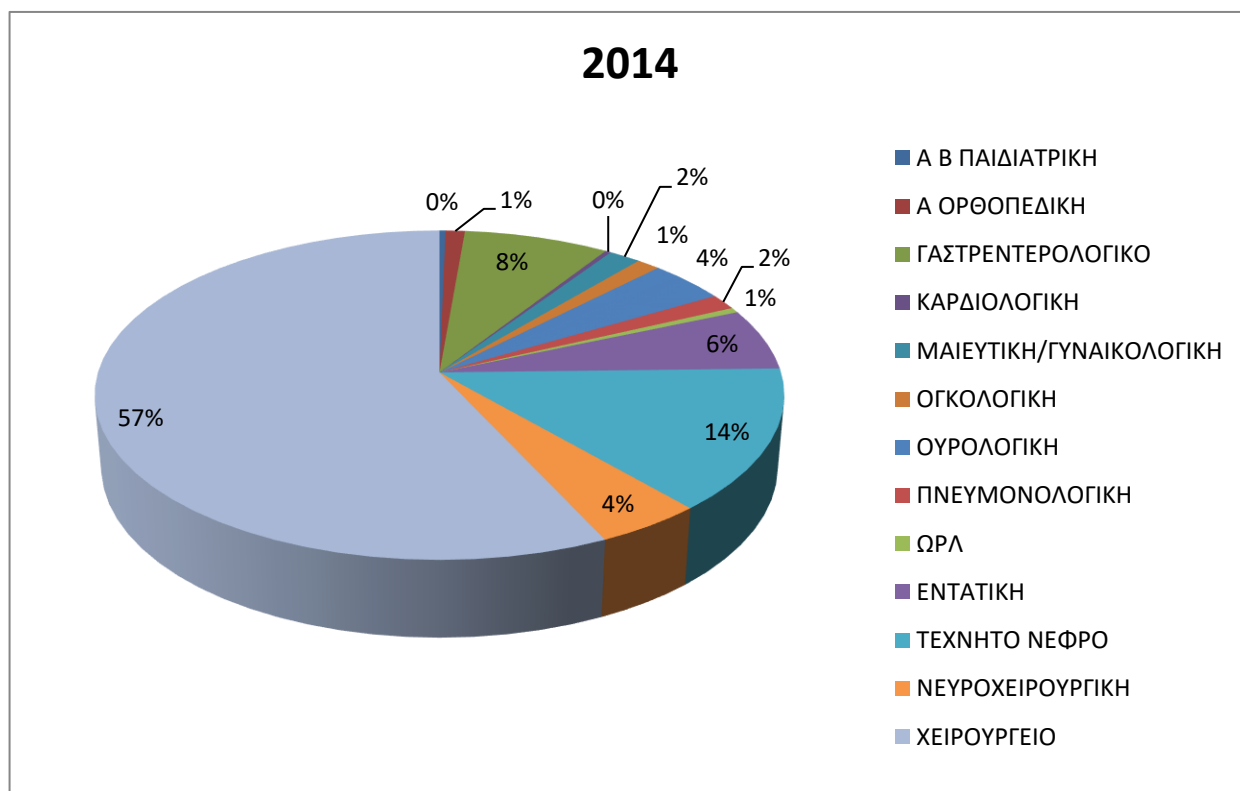
Διάγραμμα 3: Μέσο ποσοστό παραγωγής EAAM και MEA της ΥΜ.

Σύμφωνα με την μελέτη των Θεοδωράκη, Μπακιρτζάκη που εκπονήθηκε τον Απρίλιο του 2016 για την διαχείριση των νοσοκομειακών αποβλήτων στην Ανατολική Κρήτη, τα νοσοκομεία παράγουν απόβλητα με 95% σύσταση EAAM και 5% MEA (Μπακιρτζάκη, Θεοδωράκης, 2016). Συνεπώς τα αποτελέσματα που προέκυψαν κατά την επεξεργασία των στοιχείων από το Τμήμα Επιστάσις του νοσοκομείου είναι ρεαλιστικά.

Στα Διαγράμματα 4-7 απεικονίζεται η παραγωγή EAAM ανά κλίνη και ανά ημέρα σε ετήσια βάση στην ΥΜ. Παρατηρούμε ότι υψηλά ποσοστά παραγωγή σημειώνονται σε κλινικές/τμήματα με μεγαλύτερη συχνότητα νοσηλείας ασθενών (Χειρουργείο, Μονάδα Τεχνητού Νεφρού, Γαστρεντερολογικό τμήμα).

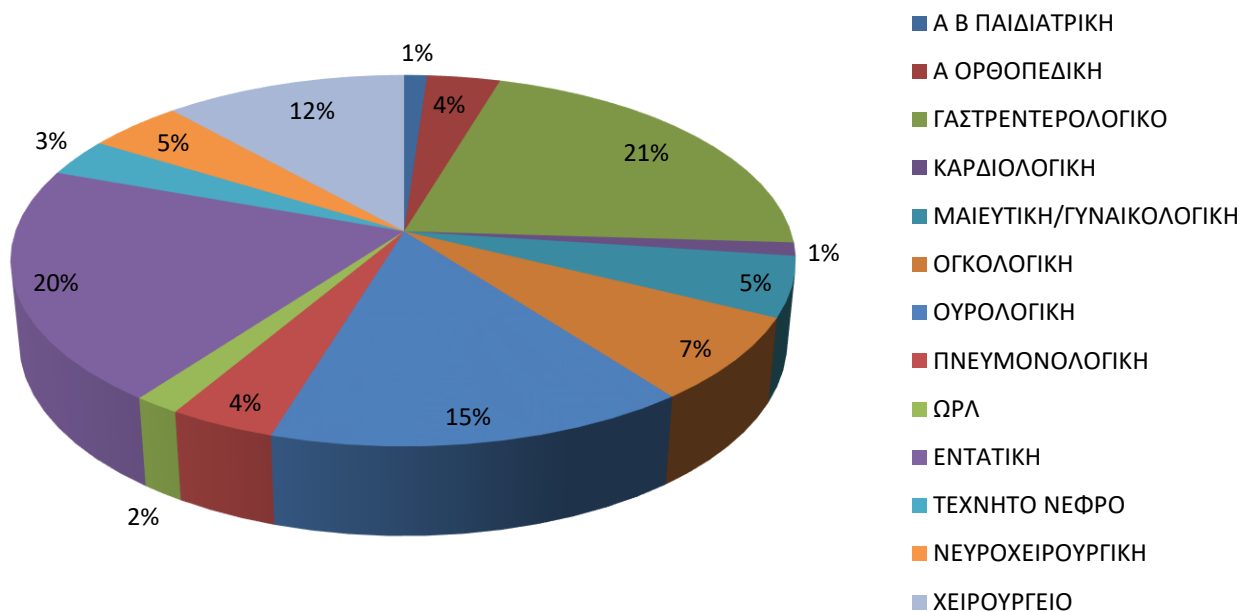


Διάγραμμα 4: Παραγωγή ΕΑΑΜ ανά κλινική και ημέρα (kg/bed\*day) το 2013.



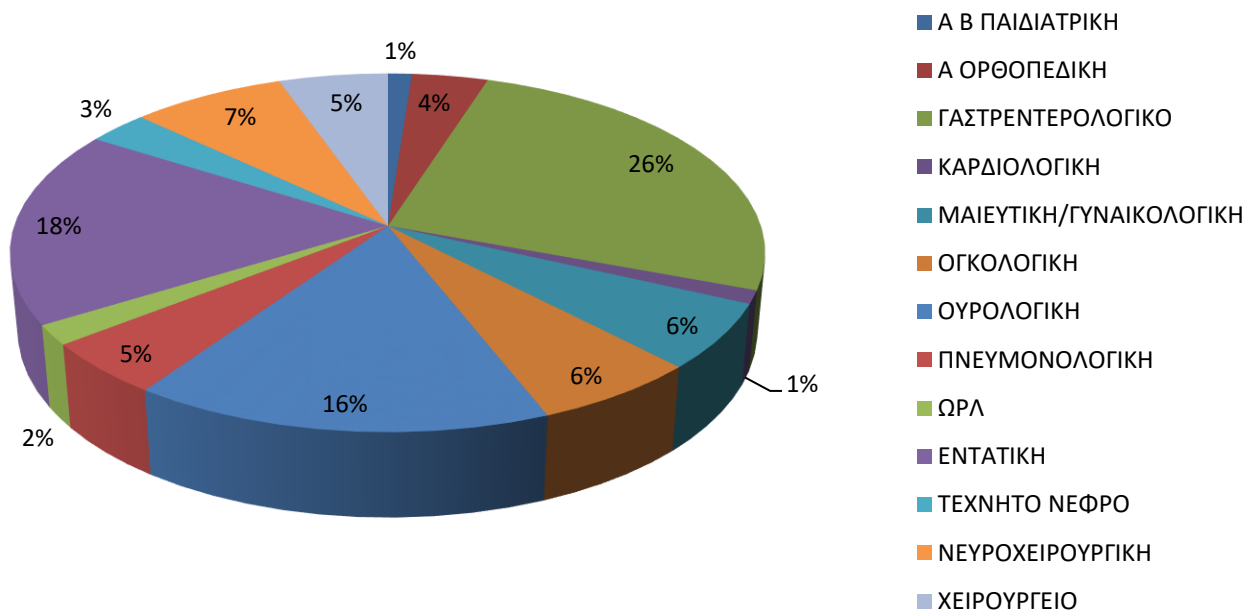
Διάγραμμα 5: Παραγωγή ΕΑΑΜ ανά κλινική και ημέρα (kg/bed\*day) το 2014.

**2015**



Διάγραμμα 6: Παραγωγή ΕΑΑΜ ανά κλίνη και ημέρα (kg/bed\*day) το 2015.

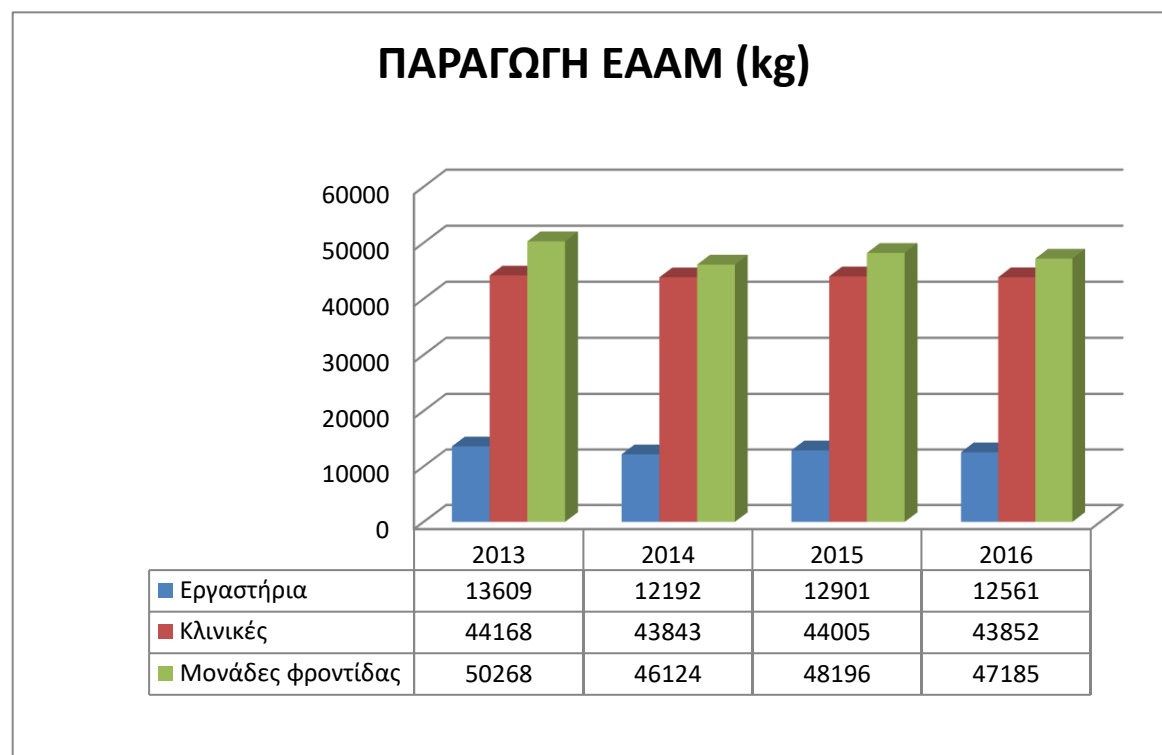
**2016**



Διάγραμμα 7: Παραγωγή ΕΑΑΜ ανά κλίνη και ημέρα (kg/bed\*day) το 2016.

### 6.1.1. Ποσοτική ανάλυση

Στο Διάγραμμα 8 παρουσιάζεται η συνολική ετήσια παραγωγή αποβλήτων για τα επιλεγόμενα Τμήματα/Κλινικές.



**Διάγραμμα 8: Ετήσια παραγωγή ΕΑΑΜ για τα επιλεγόμενα Τμήματα/Κλινικές.**

Παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη παραγωγή αποβλήτων το χρόνο σημειώνεται στις Μονάδες Φροντίδας σε σχέση με τις Κλινικές και τα Εργαστήρια. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι οι Μονάδες Φροντίδας φιλοξενούν πάνω από 600 ασθενείς την ημέρα και οι κλίνες τους είναι περισσότερες αθροιστικά σε σχέση με τις κλινικές. Τα Εργαστήρια χρησιμοποιούνται μόνο για παρακλινικές εξετάσεις (ιατρική απεικόνιση, βιοπαθολογικές εξετάσεις, ιστοπαθολογικές εξετάσεις κλπ.), τόσο για νοσηλευόμενους όσο και για εξωτερικούς ασθενείς (venizeleio.gr) . Τα απόβλητα των Εργαστηρίων παράγονται ως επί το πλείστον από το αρμόδιο προσωπικό που απασχολείται σε αυτά.

### 6.1.2. Εκτίμηση Ποιοτικής Ανάλυσης EAAM

Σύμφωνα με βιβλιογραφικές πηγές, τα νοσοκομειακά απόβλητα περιέχουν υψηλό ποσοστό υγρασίας, 20% μη συμπιεστό πλαστικό και 7 έως 15% πλαστικό. Η τέφρα που προκύπτει από τους αποτεφρωτήρες των νοσηλευτικών ιδρυμάτων είναι πτητική, τοξική και ιδιαιτέρως επικίνδυνη κατά την εισπνοή, ενώ απαγορεύεται να έρχεται σε επαφή με το δέρμα (Αραβώσης κ.ά, 2016).

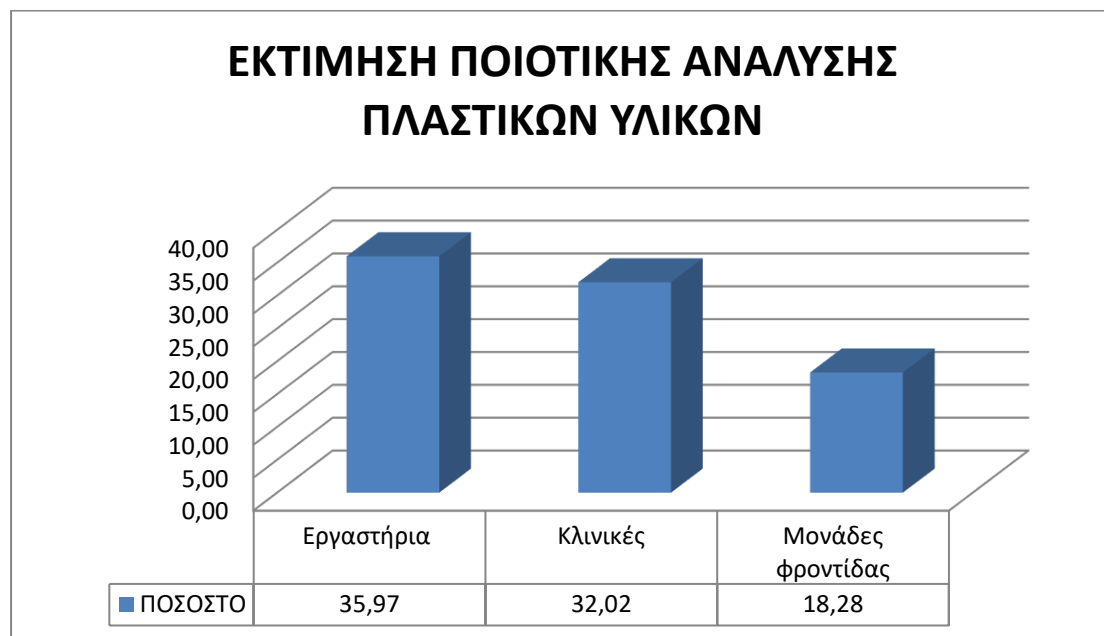
- ❖ Μέταλλα 3%
- ❖ Γυαλί 2%
- ❖ Ξυράφια βελόνες 0%
- ❖ Ογκώδη στερεά 13%
- ❖ Παθολογικά 2%
- ❖ Αναμεμιγμένα πλαστικά 7%
- ❖ Βαμβάκι γάζες 5%
- ❖ Οινόπνευμα-απολυμαντικά 3%
- ❖ Ανατομικά ζώων 1%
- ❖ Κλινοσκεπάσματα 11%
- ❖ Ρούχα 21%
- ❖ Χαρτί 24%
- ❖ Σύριγγες και pvc 5%
- ❖ Διάφορα υγρά 2%
- ❖ Διάφορα άλατα 1%
- ❖ Κάδμιο ψευδάργυρος 0%

Από τα στοιχεία που ελήφθησαν από την Υπηρεσία Διαχείρισης Υλικού έγινε ξεχωριστή καταγραφή των πλαστικών ειδών, των ποσοτήτων εισαγωγής από την αποθήκη στην εκάστοτε κλινική και το κόστος αναλωθέντων υλικών. Από τα συνολικά πλαστικά είδη έγινε επιπλέον διαχωρισμός των υλικών που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. Τα υλικά τα οποία μελετήθηκαν είναι:

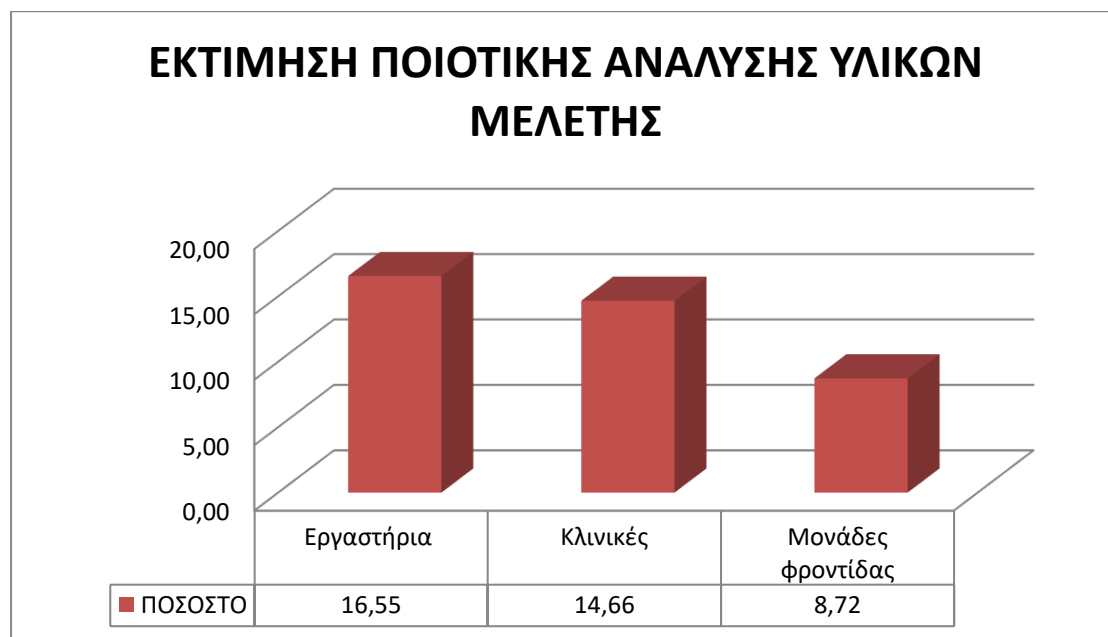
- ❖ Χειρουργικά γάντια διαφόρων μεγεθών
- ❖ Μπλούζες χειρουργείου
- ❖ Ρόμπες εξέτασης ασθενών
- ❖ Ποδιές χειρουργείου
- ❖ Ποδονάρια νάιλον
- ❖ Καθετήρες διαφόρων ειδών και διαμέτρων
- ❖ Συσκευές ορού κοινής έγχυσης
- ❖ Υποσένδονα και χειρουργικά πεδία



Έπειτα υπολογίστηκαν κατά μέσον όρο τα ποσοστά κατανάλωσης των ειδών για κάθε κλινική ξεχωριστά. Τα τελικά αποτελέσματα που παρουσιάζονται στα Διαγράμματα 9 και 10, προέκυψαν από την ομαδοποίηση σε Εργαστήρια/Κλινικές/Μονάδες φροντίδας για όλα τα έτη μελέτης.



Διάγραμμα 9: Εκτίμηση ποιοτικής ανάλυσης πλαστικών υλικών για όλα τα Εργαστήρια/Κλινικές/Μονάδες Φροντίδας.



Διάγραμμα 10: Εκτίμηση ποιοτικής ανάλυσης υλικών μελέτης για όλα τα Εργαστήρια/Κλινικές/Μονάδες φροντίδας.

Από τα Διαγράμματα 9 και 10 διαπιστώνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό πλαστικών υλικών καταναλώνεται από τα Εργαστήρια. Στα Εργαστήρια πραγματοποιούνται διαγνωστικές εξετάσεις οι οποίες απαιτούν ύψιστες συνθήκες υγιεινής και ασφάλειας, γεγονός που καθιστά απαραίτητη τη χρήση υλικών μιας χρήσης.

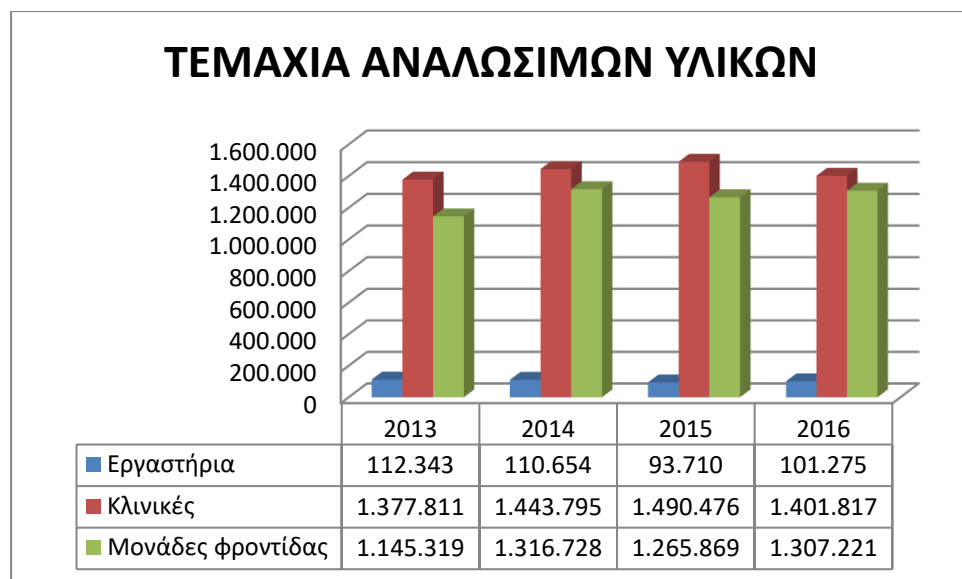
Στις Κλινικές και στις Μονάδες Φροντίδας απαντώνται τα λιγότερα πλαστικά υλικά. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι στα τμήματα αυτά της ΥΜ χρησιμοποιούνται κυρίως μεταλλικά υλικά τα οποία αποστειρώνονται σε ειδικούς κλιβάνους εντός της ΥΜ.

### **6.1.3 Διαχείριση Υλικών**

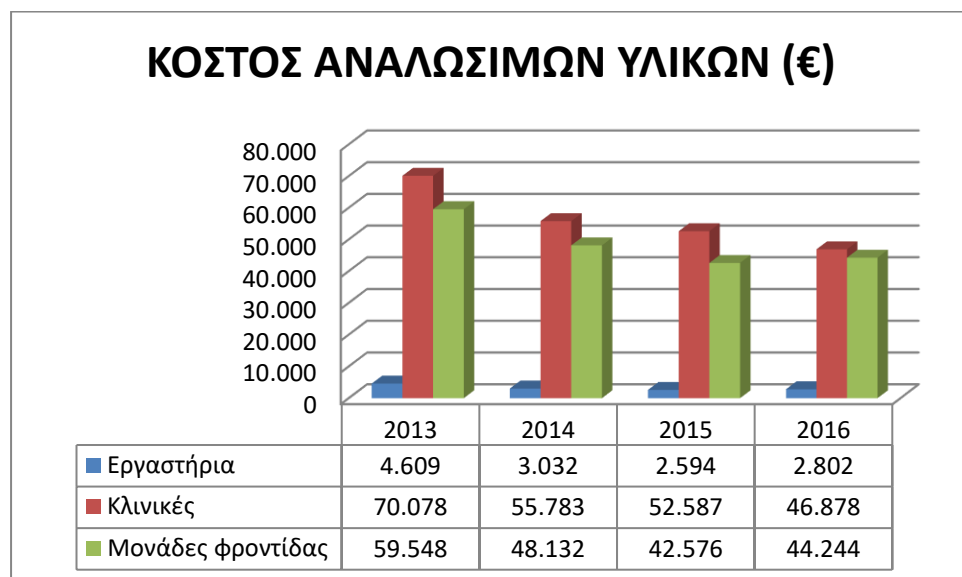
Από την Υπηρεσία Διαχείρισης Υλικού της ΥΜ ελήφθησαν στοιχεία σχετικά με τα υλικά που προμηθεύονται σε ετήσια βάση τα επιλεγόμενα Τμήματα/Κλινικές προς μελέτη. Τα υλικά αυτά ήταν αρχικώς κατηγοριοποιημένα ως «Αναλώσιμα Υλικά» και «Υγειονομικά Υλικά Φαρμακείου». Στα στοιχεία ήταν καταγεγραμμένο το είδος του υλικού, οι ποσότητες που εισάγονται από τον προμηθευτή στην αποθήκη, οι ποσότητες των ειδών που εισάγονται από την αποθήκη στο εκάστοτε τμήμα, όπως και το κόστος των αναλωθέντων υλικών.

#### **6.1.3.1 Αναλώσιμα Υλικά**

Στα αναλώσιμα υλικά μελέτης υπάγονται τα είδη ιματισμού (μπλούζες ασθενών, χειρουργικές ρόμπες, ποδιές, ποδονάρια, χειρουργικά καπέλα), τα γάντια, τα λάστιχα αναρρόφησης, τα δοχεία απόρριψης αιχμηρών αντικειμένων και τα σεντόνια/υποσένδονα. Στα Διαγράμματα 11 και 12 παρουσιάζονται οι ποσότητες που αγοράστηκαν και το κόστος τους αντίστοιχα, για κάθε έτος μελέτης ξεχωριστά.



Διάγραμμα 11: Ποσότητες πλαστικών αναλώσιμων υλικών που αγοράστηκαν από την ΥΜ.



Διάγραμμα 12: : Κόστος πλαστικών αναλώσιμων υλικών.

Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι τα περισσότερα αναλώσιμα υλικά τα προμηθεύονται οι Κλινικές, ακολουθούν οι Μονάδες Φροντίδας, ενώ τα λιγότερα αναλώσιμα υλικά τα προμηθεύονται τα Εργαστήρια. Επιπλέον παρατηρείται ότι ενώ τα τεμάχια παρουσιάζουν ανά έτος ανοδική τάση, το κόστος παρουσιάζει μείωση. Αυτό μπορεί να προκύπτει από δύο πιθανά ενδεχόμενα:

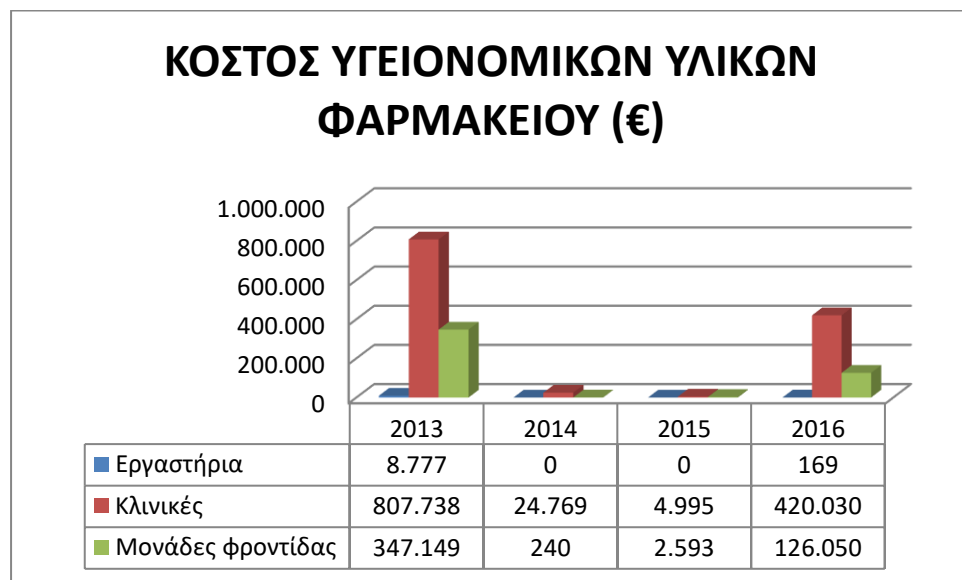
- ❖ Αγορά ίδιων προϊόντων από προμηθευτές με καλύτερες τιμές
- ❖ Υπαρξη περίσσειας υλικών στην αποθήκη της ΥΜ.

### 6.1.3.2 Υγειονομικά Υλικά Φαρμακείου

Στα Διαγράμματα 13 και 14 παρουσιάζονται τα υγειονομικά υλικά φαρμακείου (ποσότητες και κόστος αναλωθέντων υλικών) για τα έτη 2013, 2014, 2015, 2016. Στα υλικά μελέτης είναι οι καθετήρες διαφόρων τύπων που χρησιμοποιούνται στην ΥΜ και οι συσκευές ορού έγχυσης.



Διάγραμμα 13: Ποσότητες πλαστικών υγειονομικών υλικών φαρμακείου που αγοράστηκαν από την ΥΜ.



Διάγραμμα 14: Κόστος πλαστικών υγειονομικών υλικών φαρμακείου.

Στα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι το 2013 έγιναν περισσότερες αγορές υλικών μελέτης, γεγονός που δικαιολογεί και το υψηλό κόστος σε σχέση με τις άλλες χρονιές. Το 2014 και το 2015 καταγράφονται μηδενικές αγορές στα Εργαστήρια. Για αυτά τα έτη μελέτης να σημειωθεί ότι από την Υπηρεσία Διαχείρισης Υλικών σημειώθηκαν μηδενικές καταγραφές εισαγωγής των συγκεκριμένων υλικών τόσο στην αποθήκη του νοσοκομείου όσο και στα Εργαστήρια. Αυτό αιτιολογεί και την επίσης μικρή τάξη μεγέθους των ποσοτήτων των υλικών και του αντίστοιχου κόστους αυτών και στις Κλινικές και στις Μονάδες Φροντίδας για τα εν λόγω έτη. Το 2016 ενώ οι ποσότητες των υλικών μελέτης που εισήχθησαν στις Κλινικές και στις Μονάδες Φροντίδας έχουν μικρή απόκλιση μεταξύ τους, το κόστος των υλικών που εισήχθησαν στις Κλινικές είναι σχεδόν 4 φορές μεγαλύτερο από αυτό των υλικών των Μονάδων Φροντίδας.

Να σημειωθεί ότι υπήρξαν ορισμένα είδη τα οποία χρησιμοποιούνταν από συγκεκριμένες κλινικές ,κυβέττες στο αιματολογικό εργαστήριο και φίλτρα στην μονάδα τεχνητού νεφρού, με υψηλή κατανάλωση και υψηλό κόστος αναλωθέντων αντίστοιχα.

### 6.1.3.3 Αθροιστικά αποτελέσματα

Τα σύνολα από το κόστος όλων των υλικών που αγοράστηκαν από την ΥΜ για κάθε έτος μελέτης ξεχωριστά παρουσιάζονται στον Πίνακα 3:

**Πίνακας 3: Κόστος/έτος μελέτης για όλα τα υλικά που αγοράστηκαν από την ΥΜ.**

| Έτος | Αναλώσιμα Υλικά | Υγειονομικά Υλικά |
|------|-----------------|-------------------|
| 2013 | 10.051.518      | 24.238.176        |
| 2014 | 736.298         | 189.940           |
| 2015 | 586.883         | 83.720            |
| 2016 | 867.247         | 14.548.784        |

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζεται το συνολικό κόστος μόνο για τα υλικά μελέτης για κάθε έτος ξεχωριστά:

**Πίνακας 4: Αθροιστικά ποσά / έτος για το κόστος των υλικών μελέτης που αγοράστηκαν από την ΥΜ.**

| Έτος | Αναλώσιμα Υλικά | Υγειονομικά Υλικά |
|------|-----------------|-------------------|
| 2013 | 134.235         | 1.163.664         |
| 2014 | 106.947         | 25.509            |
| 2015 | 97.757          | 7.558             |
| 2016 | 93.924          | 546.249           |

Η ποσοστιαία αναλογία του κόστους των υλικών μελέτης σε σχέση με το συνολικό κόστος για κάθε έτος μελέτης ξεχωριστά, παρατίθενται στον Πίνακα 5:

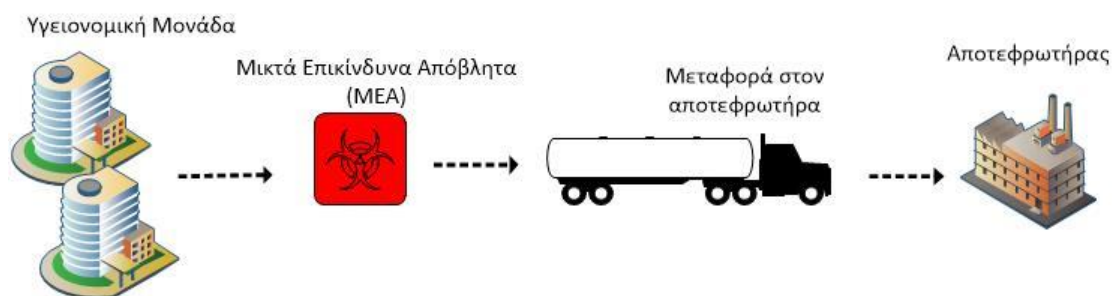
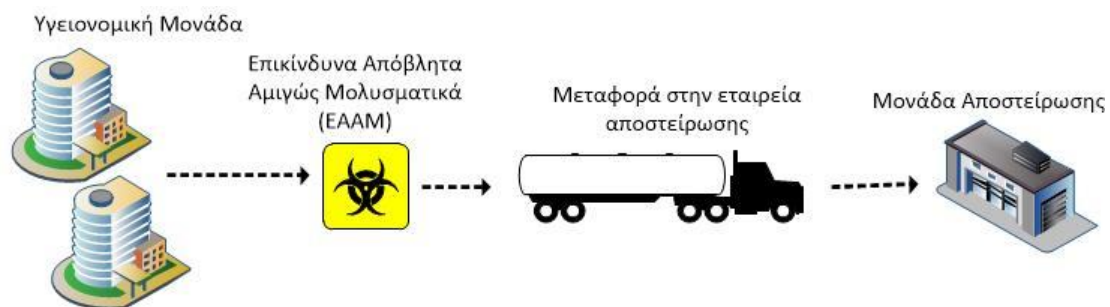
**Πίνακας 5: Ποσοστά δαπανών στα υλικά μελέτης από την ΥΜ**

| Έτος | Αναλώσιμα Υλικά | Υγειονομικά Υλικά |
|------|-----------------|-------------------|
| 2013 | 31%             | 38%               |
| 2014 | 39%             | 19%               |
| 2015 | 53%             | 19%               |
| 2016 | 7%              | 2%                |

Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά κόστη για τις διεργασίες που υφίστανται τα απόβλητα μετά την απομάκρυνσή τους από την ΥΜ. Η ΥΜ έχει μισθώσει την εταιρεία “Medical Waste” για την συλλογή και την μεταφορά τους, καθώς και για τις διεργασίες αποστείρωσής τους.

**Πίνακας 6: Συγκεντρωτικές αγορές υπηρεσιών ανά έτος από την εταιρεία διαχείρισης αποβλήτων.**

| Διεργασία   | 2013            | 2014            | 2015            | 2016            |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Αποστείρωση<br>ΕΙΑ-MX                                     | 193.978,58<br>€ | 122,08 €        |                 |                 |
| Διαχείριση<br>ΕΙΑ<br>(συλλογή-<br>μεταφορά<br>διαχείριση) | 9.580,10 €      | 258.236,47<br>€ | 290.392,55<br>€ | 306.392,32<br>€ |
| Μεταφορά<br>βιολογικού<br>υλικού                          | 6.420,60 €      | 33.600,81 €     | 30.126,87 €     | 17.546,42 €     |
| Αποτέφρωση<br>μολυσματικών                                |                 | 13.056,74 €     |                 | 8.898,91 €      |
| Σύνολα  | 209.979,28<br>€ | 305.016,10 €    | 320.325,62<br>€ | 332.837,65<br>€ |



Σχήμα 6: Απεικόνιση υλοποίησης αποστείρωσης/αποτέφρωσης αποβλήτων της ΥΜ.



Αθροίζοντας το κόστος αναλωθέντων υλικών και το κόστος παροχής υπηρεσιών διαχείρισης αποβλήτων για κάθε έτος ξεχωριστά, προκύπτουν τα παρακάτω σύνολα δαπάνης:

**Πίνακας 7: Συνολικό κόστος αγοράς υλικών μελέτης από την ΥΜ ανά έτος.**

| Έτος   | Συνολικό Κόστος Αγορών (€) |
|--------|----------------------------|
| 2013   | 1.373.643,07               |
| 2014   | 330.024,57                 |
| 2015   | 327.883,75                 |
| 2016   | 879.087,60                 |
| Σύνολα | 2.910.638,99               |

Αρχικά παρατηρείται ότι τα υψηλότερα ποσά δαπανών σημειώνονται τα έτη 2013 και 2016. Για τα έτη 2014 και 2015 τα ποσά δαπανών είναι μικρά. Αυτό εξηγείται από τα στοιχεία που ελήφθησαν από την Υπηρεσία Διαχείρισης Υλικών για τα συγκεκριμένα έτη μελέτης. Σε ορισμένα τμήματα/κλινικές σημειώθηκαν μηδενικές εισαγωγές υλικών, γεγονός που οδηγεί σε μηδενικό κόστος αναλωθέντων υλικών.

Εάν γίνει η υπόθεση ότι στα έτη μελέτης 2014 και 2015 δεν υπήρχαν μηδενικές εισαγωγές στα Τμήματα/Κλινικές, όπως παρατηρήθηκε κατά την επεξεργασία των δεδομένων και ότι τα εκτιμώμενα ποσά είναι της ίδιας κατά προσέγγιση τάξης μεγέθους με τα έτη μελέτης 2013 και 2016, τότε το συνολικό κόστος δαπανών για όλα τα έτη προσεγγίζει τα 5 εκατομμύρια ευρώ.

## 6.2 Σενάρια Διαχείρισης-Προτάσεις-Εναλλακτικές Λύσεις

### 6.2.1 Εφαρμογή κυκλικής οικονομίας στην Διαχείριση ΑΥΜ

Αν και η κορυφαία προτεραιότητα ενός νοσοκομείου είναι η παροχή φροντίδας υψηλής ποιότητας, τα ολοκληρωμένα προγράμματα ελαχιστοποίησης και ανακύκλωσης αποβλήτων μπορούν να εξοικονομήσουν τόσο περιβαλλοντικούς όσο και οικονομικούς πόρους. Ορισμένα από τα βήματα που μπορεί να λάβει ο κάθε οργανισμός υγειονομικής περίθαλψης για την εφαρμογή του μοντέλου της κυκλικής οικονομίας είναι τα εξής:

Δημιουργία πράσινης ομάδας: αυτή θα είναι μια ομάδα εργασίας που θα αποτελείται από τους διαχειριστές, του προσωπικού καθαρισμού, τις νοσοκόμες και τους μηχανικούς. Επιπλέον μέλη της ομάδας θα είναι οι διευθυντές αγοράς και υγειονομικής ασφάλειας. Η ομάδα αυτή θα είναι υπεύθυνη για το σχεδιασμό

στρατηγικών τρόπων δράσης για τη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων από την άποψη της κυκλικής οικονομίας.

Διεξαγωγή ελέγχου αποβλήτων: γίνεται καταγραφή της ροής υλικών εντός και εκτός της υγειονομικής μονάδας. Λαμβάνεται υπόψιν το αρχείο υπηρεσιών αγοράς και διαχείρισης αποβλήτων. Ο έλεγχος αυτός θα παράσχει πληροφορίες σχετικά με τη σύνθεση των αποβλήτων και θα συμβάλλει στον εντοπισμό δαπανηρών πρακτικών όπως και στην απόφαση για την πορεία δράσης για συγκεκριμένα συστατικά των αποβλήτων. Το 15-20% των συνολικών αποβλήτων υγειονομικής περίθαλψης είναι επικίνδυνα. Αν κατά τον έλεγχο των αποβλήτων παρουσιαστούν υψηλότερα κλάσματα επικίνδυνων αποβλήτων, αυτό είναι απόρροια λαθεμένου διαχωρισμού στην πηγή και χρίζει βελτίωση σχεδιασμού ή/και αλλαγής μεθόδου.

Ελαχιστοποίηση αποβλήτων: η μείωση των επικίνδυνων υγειονομικών αποβλήτων μπορεί να επιτευχθεί σε σημαντικό βαθμό με τις ακόλουθες ενέργειες:

- ❖ Μείωση στην πηγή με την αγορά υλικών και προμηθειών που παράγουν απόβλητα, ειδικά επικίνδυνα απόβλητα.
- ❖ Χρήση υλικών που μπορούν να ανακυκλωθούν είτε εντός είτε εκτός της υγειονομικής μονάδας.
- ❖ Εφαρμογή καλών πρακτικών διαχείρισης και ελέγχου, ιδίως για την αγορά χημικών και φαρμακευτικών προϊόντων.
- ❖ Εφαρμογή διαχωρισμού αποβλήτων σε διαφορετικές κατηγορίες, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, ώστε να επιτευχθεί ελαχιστοποίηση των ποσοτήτων ροής επικίνδυνων αποβλήτων, οι οποίες προαπαιτούν υψηλό κόστος διαχείρισης.

Για παράδειγμα, η μείωση στην πηγή μπορεί να επιτευχθεί με «φιλική προς το περιβάλλον» αγορά προϊόντων και υπηρεσιών που παράγουν λιγότερο επικίνδυνα απόβλητα και δημιουργούν ένα πιο «υγιεινό» νοσοκομείο τόσο για τους ασθενείς όσο και το απασχολούμενο προσωπικό. Τα νοσοκομεία θα πρέπει να επιδιώκουν την εξάλειψη των προϊόντων υδραργύρου και να τα αντικαθιστούν με εναλλακτικές επιλογές (πχ ψηφιακά θερμόμετρα)

Ασφαλής επαναχρησιμοποίηση: τόσο ο ιατρικός όσο και ο παρεμφερής εξοπλισμός που χρησιμοποιείται σε ΥΜ μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί, εάν και εφόσον προορίζεται για επαναχρησιμοποίηση και μπορεί να υποβληθεί σε διαδικασία αποστείρωσης. Τα επαναχρησιμοποιημένα αντικείμενα θα μπορούσαν να είναι χειρουργικές κουρτίνες, καλύμματα, δοχεία απόρριψης

αιχμηρών αντικειμένων. Εκτιμάται ότι ένα νοσοκομείο 1000 κλινών θα έχει παραγωγή αποβλήτων κατά 175000 kg/έτος λιγότερο εάν χρησιμοποιεί επαναχρησιμοποιούμενα δοχεία απόρριψης αιχμηρών αντικειμένων αντί για απορρίψιμα.

Ανακύκλωση: η ανακύκλωση επικίνδυνων αποβλήτων υγειονομικής περίθαλψης μπορεί να είναι δύσκολη ή/και αδύνατη σε ορισμένες κατηγορίες αποβλήτων. Παρόλα αυτά υπάρχουν περισσότερα από 20 υλικά ανά νοσοκομειακή μονάδα τα οποία μπορούν να ανακυκλωθούν με ευκολία και ασφάλεια. Αυτά περιλαμβάνουν χαρτόνι, γυαλί, χαρτί γραφείου, δοχεία ποτών, εφημερίδες, περιοδικά, πλαστικά τύπου PETE και HDPE, μπαταρίες και ηλεκτρικός/ηλεκτρονικός εξοπλισμός (πχ εξαρτήματα φωτοτυπικών).

Επανεπεξεργασία: οι ιατρικές συσκευές μιας χρήσης όπως καθετήρες αφαίρεσης, καθετήρες παρακολούθησης της καρδιάς και ορθοπεδικά τρυπάνια, μπορούν να αποθηκευτούν και να αποσταλθούν ασφαλώς στους πωλητές. Ακολουθούν διεργασίες καθαρισμού, αποστείρωσης, ανασυσκευασίας και μεταπώλησης πίσω στις υγειονομικές μονάδες με κόστος 40-60% λιγότερο της αρχικής τους τιμής.

Μπορούν, τέλος να γίνουν μελέτες κατά περίπτωση για τις παραπάνω προτάσεις, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης χημικών και φαρμακευτικών αποβλήτων και διαχείρισης ενέργειας, για να πιστοποιηθεί ότι η εφαρμογή του κυκλικού μοντέλου οικονομίας σε υγειονομικές μονάδες είναι φιλική τόσο στον προϋπολογισμό δαπανών της μονάδας όσο και στο περιβάλλον γενικότερα.

### 6.2.2 Επανεπεξεργασία

Η εξοικονόμηση πρώτων υλών και ενέργειας παρέχει οικονομικά οφέλη στην ελληνική κοινωνία η οποία εισάγει τόσο πρώτες ύλες όσο και ενέργεια σε μεγάλο βαθμό. Επιπλέον επιτυγχάνεται η μακροπρόθεσμη πτώση των τιμών των προϊόντων, καθώς δεν απαιτείται εκ νέου παραγωγή πρώτης ύλης. Ακόμα δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας σε βιομηχανίες και προγράμματα ανακύκλωσης. Τέλος, είναι σημαντική η μείωση του κόστους συλλογής, μεταφοράς και διάθεσης των απορριμμάτων.

Σε αυτό το σενάριο διαχείρισης εξετάζεται η περίπτωση επαναχρησιμοποίησης με χρήση της διεργασίας αποστείρωσης. Πραγματοποιήθηκε εκτίμηση κόστους ώστε να διαπιστωθεί ότι μπορεί να εφαρμοστεί το κυκλικό μοντέλο.

Από τον Πίνακα 5 βλέπουμε ότι το ποσό αποστείρωσης για τα συνολικά κιλά αποβλήτων το έτος 2013 είναι 193.978,58€. Η συνολική ποσότητα EAAM για το συγκεκριμένο έτος είναι 108.045 κιλά. Με αυτά τα δεδομένα προκύπτει ότι το κόστος αποστείρωσης των αποβλήτων είναι 1,8 €/kg αποβλήτων, εάν γίνει η αρχική υπόθεση ότι η εταιρεία αποστείρωσης χρεώνει την διεργασία ανά κιλό αποβλήτων στην YM.

Ομοίως υπολογίστηκε το κόστος αποστείρωσης και για τα έτη 2014, 2015 και 2016, δεδομένου ότι η YM παρουσίασε έλλειψη στοιχείων. Η χρέωση αποστείρωσης ανά κιλό αποβλήτων που υπολογίστηκε παραπάνω θεωρείται σταθερή και στα ποσά που προέκυψαν κατά τους υπολογισμούς συμπεριλήφθηκε ποσοστό προσαύξησης 3%.

Προκύπτει ο Πίνακας 7 στον οποίο αναγράφεται η αναλυτική κοστολόγηση της διεργασίας αποστείρωσης για τα έτη μελέτης.

**Πίνακας 7: Κοστολόγηση διεργασίας επαναχρησιμοποίησης με αποστείρωση για τα έτη μελέτης.**

| Έτος | EAAM (kg) | Κόστος αποστείρωσης (€) | Κόστος Υλικών Μελέτης (€) | Συνολικό κόστος (€) |
|------|-----------|-------------------------|---------------------------|---------------------|
| 2013 | 108.045   | 193.978,58              | 1.297.899                 | 1.491.877,58        |
| 2014 | 102.159   | 183.886,20              | 132.456                   | 316.342,20          |
| 2015 | 105.102   | 189.183,60              | 105.315                   | 294.498,60          |
| 2016 | 103.598   | 186.476,40              | 640.173                   | 826.649,40          |

Συγκρίνοντας τα ποσά που προέκυψαν με τα σύνολα στον Πίνακα 3, γίνεται η διαπίστωση ότι η λύση επαναχρησιμοποίησης με τη διεργασία αποστείρωσης αποτελεί συμφέρουσα διαδικασία για την YM. Με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται ο κύκλος ζωής των προϊόντων και η παραγωγή αποβλήτων μειώνεται. Συνεπώς, επιτυγχάνεται η εφαρμογή κυκλικού μοντέλου οικονομίας στην YM.

Αν η διεργασία επαναχρησιμοποίησης πραγματοποιείται για διάστημα ενός έτους, τα χρήματα που εξοικονομεί η YM το χρόνο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αναβάθμιση του εξοπλισμού της ή/και για τη δημιουργία Κεντρικής Μονάδας Αποστείρωσης (ΚΜΑ).

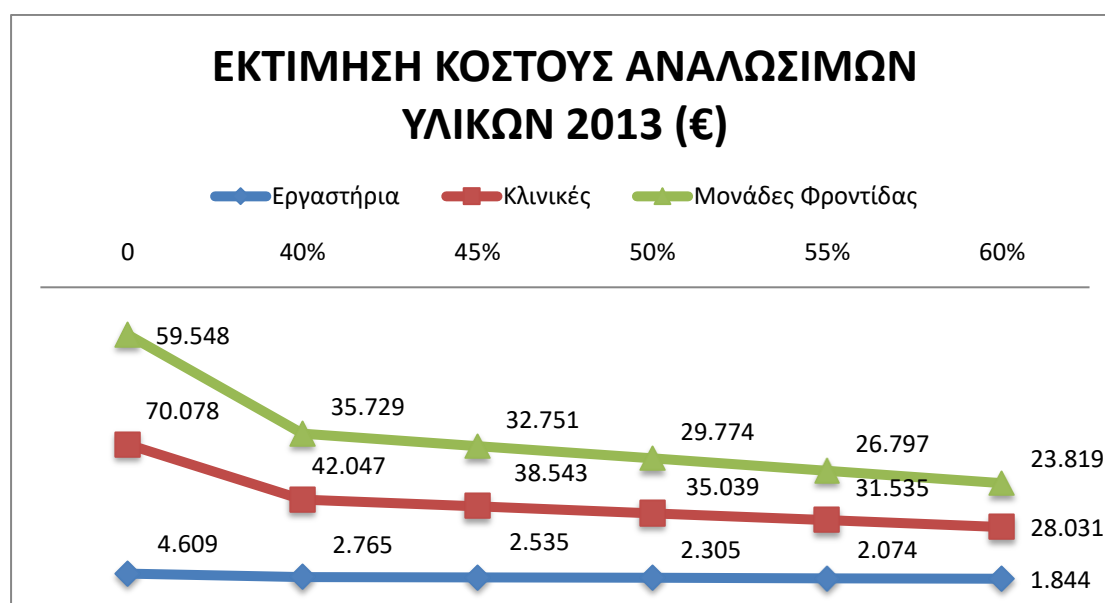
Οι ιατρικές συσκευές μιας χρήσης όπως οι καθετήρες που συγκαταλέγονται στα υλικά μελέτης, θα μπορούσαν να επαναχρησιμοποιηθούν αν αποθηκευτούν και σταλθούν σε εταιρείες καθαρισμού. Στη συνέχεια οι συσκευές αυτές

αποστειρώνονται και επανασυσκευάζονται. Τέλος πωλούνται με τιμή μεταπώλησης 40-60% της αρχικής του τιμής. Αυτή η τακτική ουσιαστικά ανταποκρίνεται στις προϋποθέσεις εφαρμογής του κυκλικού μοντέλου, στο κομμάτι της επαναχρησιμοποίησης.

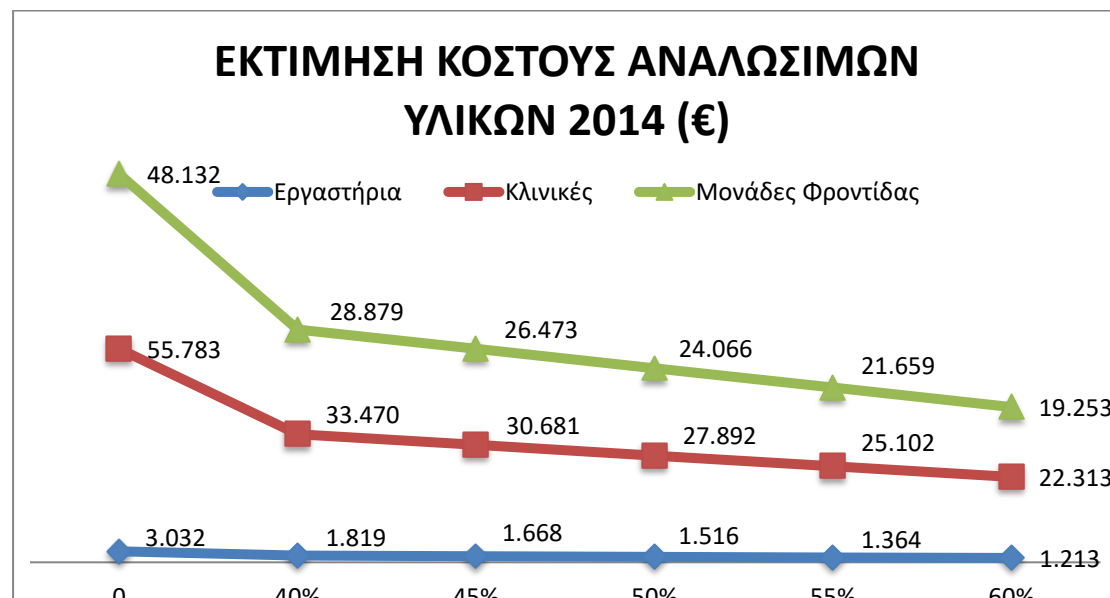
Στην παρούσα μελέτη έγινε εκτίμηση για το παραπάνω εύρος τιμών με βάση τα κόστη αναλωθέντων υλικών για τα έτη 2013-2016 που ελήφθησαν από την Υπηρεσία Διαχείρισης Υλικών. Με βήμα 5% υπολογίστηκε η εκάστοτε μείωση του κόστους για κάθε έτος ξεχωριστά. Έγινε η παραδοχή ότι η μείωση του κόστους έγινε για όλα τα υλικά μελέτης (και αναλώσιμα και υγειονομικά υλικά φαρμακείου) και το ποσοστό μείωσης είναι το ίδιο για όλα τα υλικά μελέτης.

### 6.2.2.1 Αναλώσιμα Υλικά

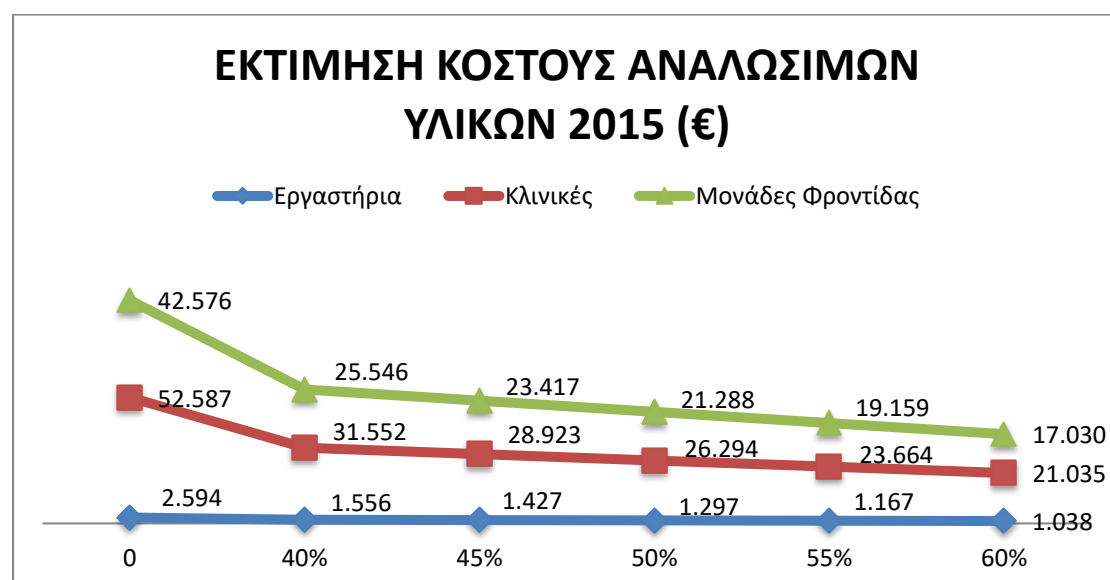
Στα Διαγράμματα 14-17 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εκτίμησης του κόστους επαναχρησιμοποίησης των αναλωθέντων υλικών από τα αναλώσιμα υλικά μελέτης για κάθε έτος ξεχωριστά.



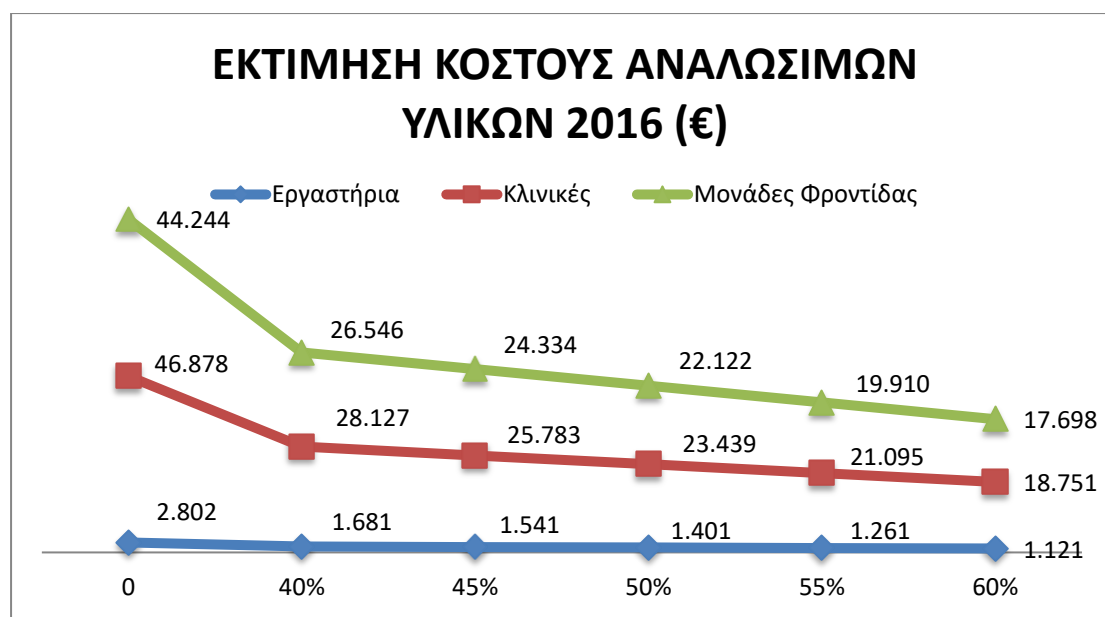
Διάγραμμα 15: Εκτίμηση κόστους επαναπεξεργασίας αναλώσιμων υλικών το έτος 2013.



Διάγραμμα 16: Εκτίμηση κόστους επαναπεξεργασίας αναλώσιμων υλικών το έτος 2014.



Διάγραμμα 17: Εκτίμηση κόστους επαναπεξεργασίας αναλώσιμων υλικών το έτος 2015.



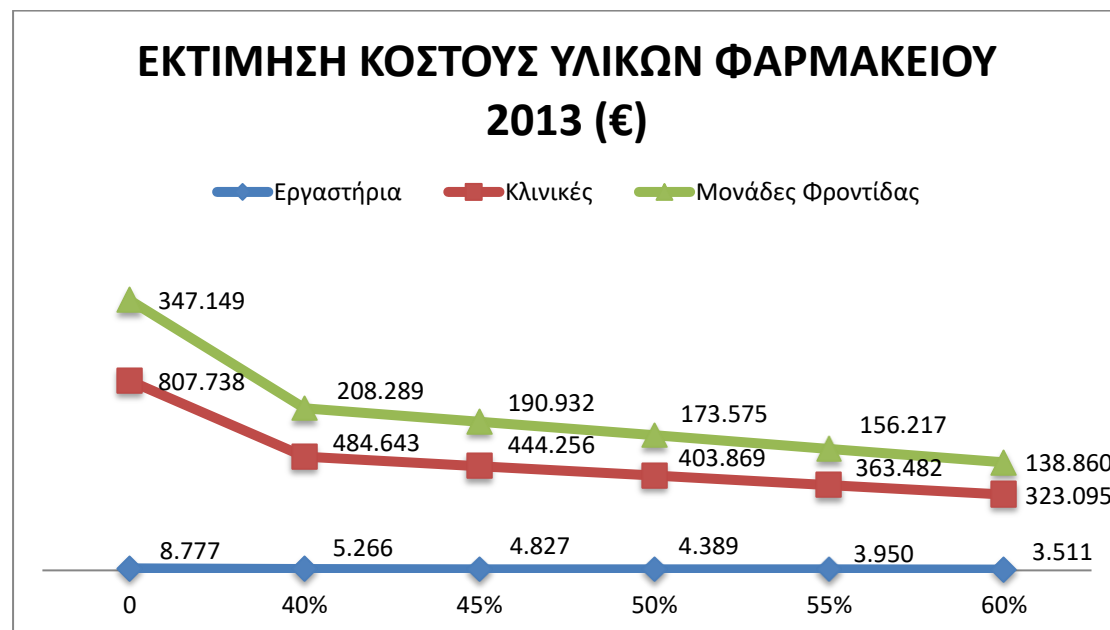
**Διάγραμμα 18:** Εκτίμηση κόστους επαναπεξεργασίας αναλώσιμων υλικών το έτος 2016.

Αρχικά διαπιστώνεται ότι για όλα τα έτη μελέτης οι Μονάδες Φροντίδας επιτυγχάνουν μείωση κόστους της τάξης των 30.000 €. Στις Κλινικές το έτος 2013, η μείωση κόστους προσεγγίζει τις 50.000 €, το έτος 2014 τις 35.000€ και για τα έτη μελέτης 2015 και 2016 δεν ξεπερνάει τις 30.000 €. Όσον αφορά τα Εργαστήρια, το έτος 2013 το κόστος μειώνεται έως και τέσσερις φορές, το έτος 2014 μειώνεται έως και τρεις, το έτος 2015 η μείωση προσεγγίζει τα 1.500 € και για το 2016 η μείωση αγγίζει τα 1.700 €.

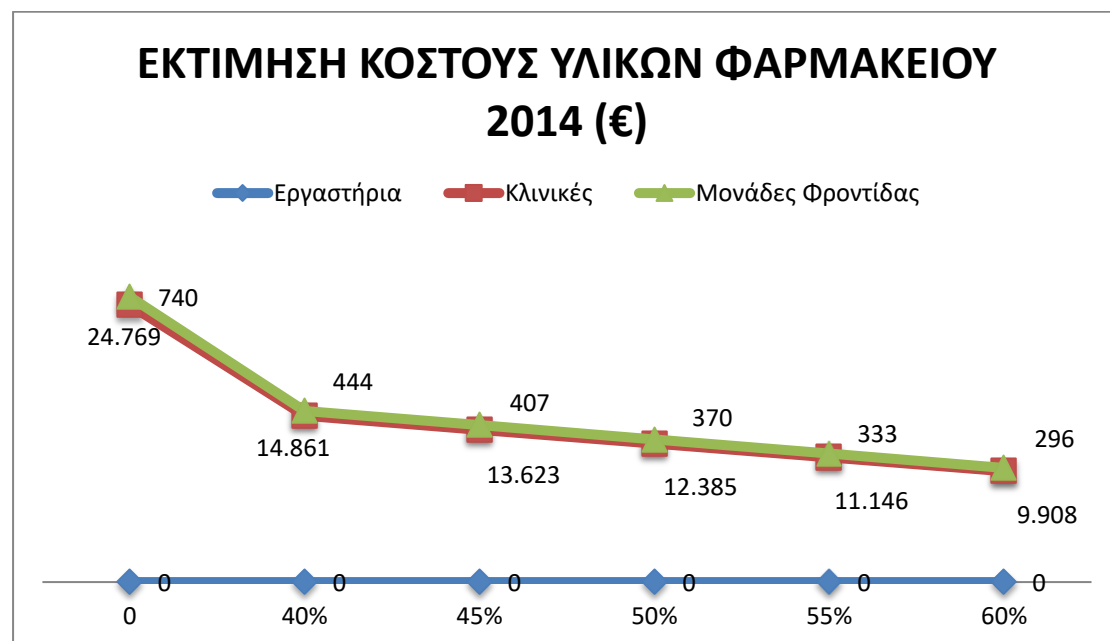
#### 6.2.2.2 Υλικά Φαρμακείου

Στα Διαγράμματα 18-21 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εκτίμησης του κόστους επαναχρησιμοποίησης για τα υλικά φαρμακείου για κάθε έτος ξεχωριστά. Να σημειωθεί ότι για τα έτη 2014 και 2015 τα κόστη των υλικών από τα Εργαστήρια της ΥΜ είναι μηδενικά, διότι στην Υπηρεσία Διαχείρισης Υλικών καταγράφησαν μηδενικές εισαγωγές υλικών από την αποθήκη στα εκάστοτε Εργαστήρια.

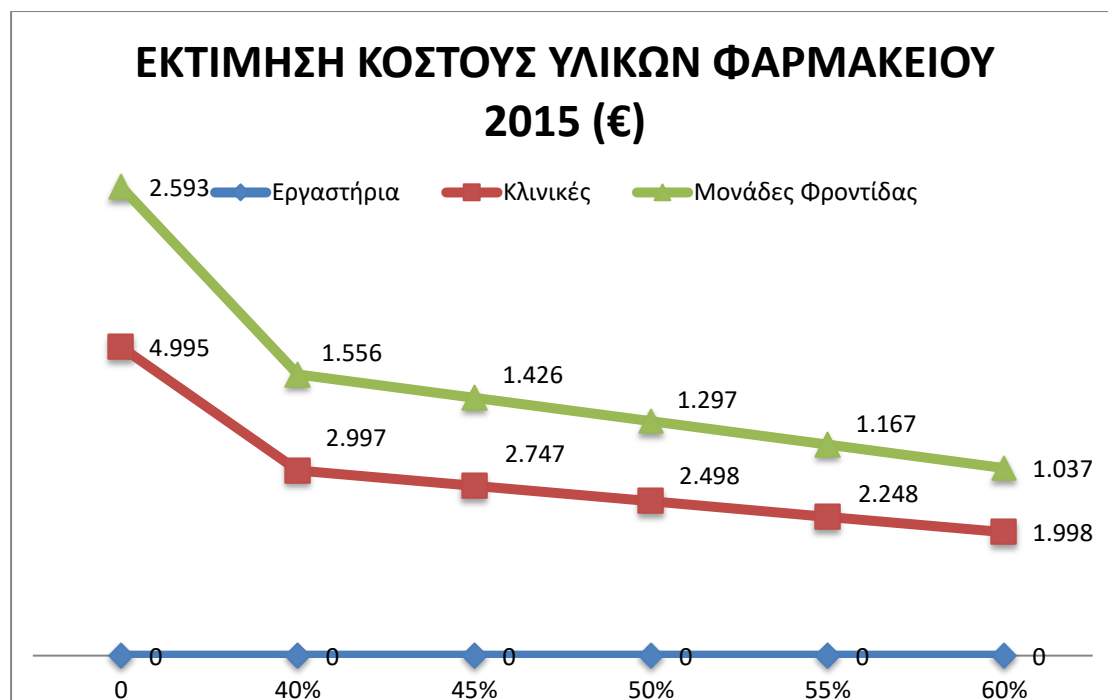




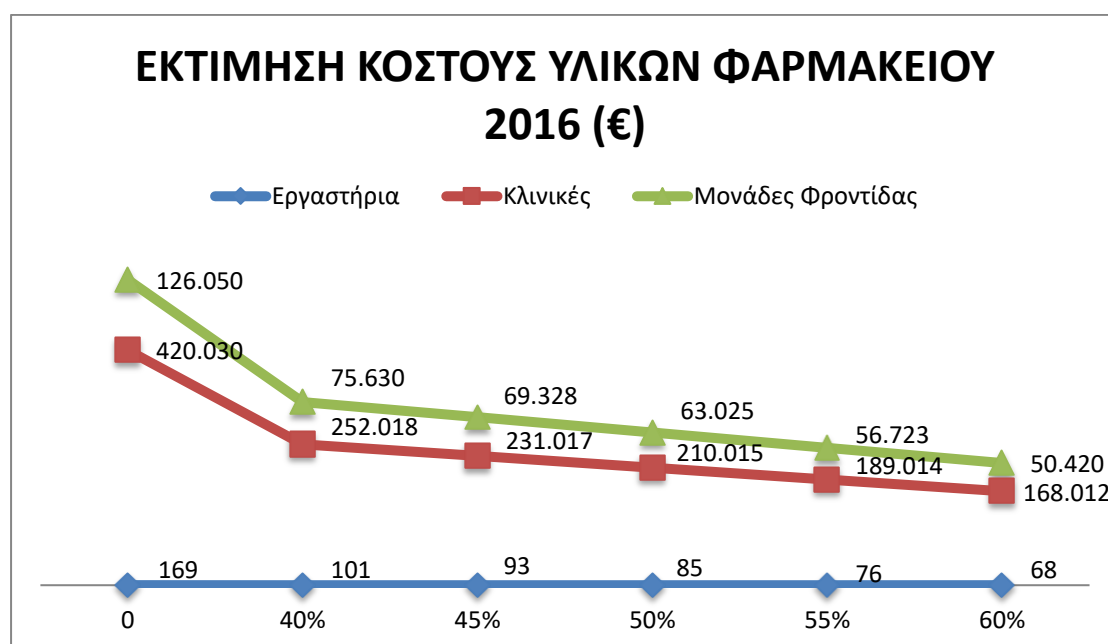
Διάγραμμα 19: Εκτίμηση κόστους επαναπεξεργασίας υγειονομικών υλικών φαρμακείου το έτος 2013.



Διάγραμμα 20: Εκτίμηση κόστους επαναπεξεργασίας υγειονομικών υλικών φαρμακείου το έτος 2014.



Διάγραμμα 21: Εκτίμηση κόστους επαναπεξεργασίας υγειονομικών υλικών φαρμακείου το έτος 2015.



Διάγραμμα 22: Εκτίμηση κόστους επαναπεξεργασίας υγειονομικών υλικών φαρμακείου το έτος 2016.

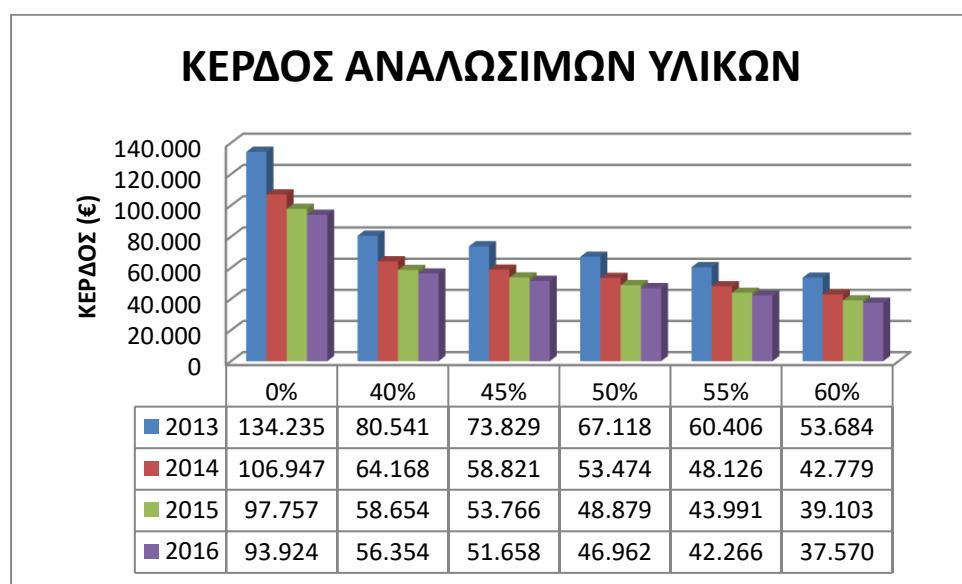
Οι Μονάδες Φροντίδας επιτυγχάνουν τη μεγαλύτερη μείωση κόστους κατά το έτος 2013, η οποία προσεγγίζει τις 200.000 €. Για τα έτη 2014 και 2015 λόγω μικρού πλήθους δεδομένων, είναι φυσικό επακόλουθο να προκύψουν μικρά ποσά και μικρές μειώσεις. Πιο συγκεκριμένα, το έτος 2014 η μείωση κόστους προσεγγίζει τα 500 € και το έτος 2015 τα 1.500 €. Για το έτος 2016, η μείωση που από την επαναχρησιμοποίηση ανέρχεται έως και 75.000 €.

Οι Κλινικές επίσης επιτυγχάνουν τη μεγαλύτερη μείωση κόστους από την επαναχρησιμοποίηση των υλικών μελέτης το έτος 2013. Η μείωση αυτή προσεγγίζει τις 500.000 €. Το έτος 2014 η μείωση κόστους ανέρχεται στις 15.000 €, ενώ το έτος 2015 το ποσό είναι 5 φορές μικρότερο (3.000 € περίπου). Το έτος 2016 η μείωση κόστους προσεγγίζει τις 250.000 €.

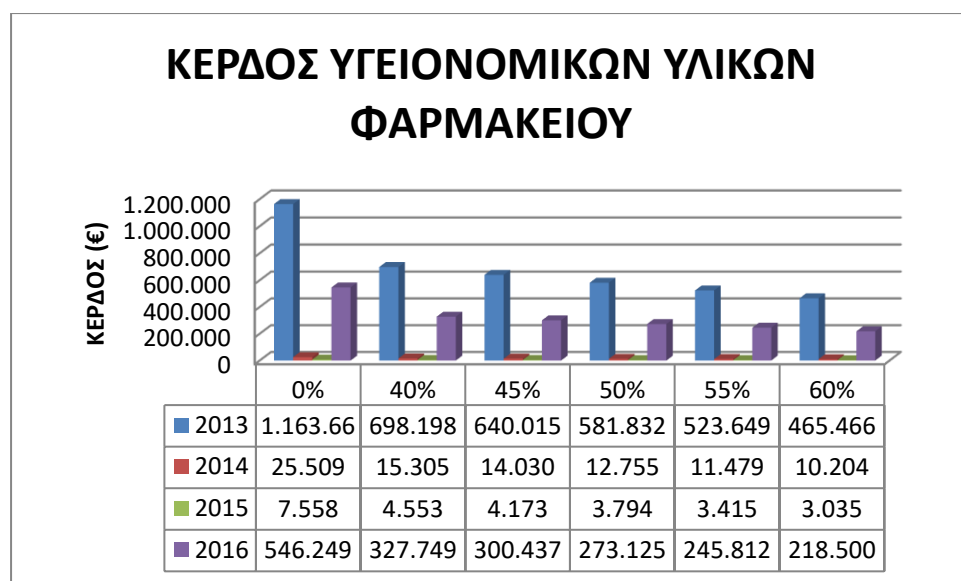
Σε ότι αφορά τα Εργαστήρια, το έτος 2013 η μείωση κόστους ανέρχεται περίπου στις 5.000 €. Τα έτη 2014 και 2015, εφόσον από τα δεδομένα της Υπηρεσίας Διαχείρισης Υλικών προέκυψαν μηδενικές εισαγωγές υλικών, συνεπώς και μηδενικό κόστος αναλωθέντων, δεν προκύπτει μείωση κόστους. Το έτος 2016, το κέρδος της ΥΜ ανέρχεται περίπου στα 100 €.

#### 6.2.2.3 Εκτίμηση Οικονομικού Κέρδους

Εφαρμόζοντας το κυκλικό μοντέλο οικονομίας στα απόβλητα της ΥΜ μελέτης, το οποίο βασίστηκε στην διεργασία της επαναχρησιμοποίησης, εκτιμήθηκε το οικονομικό κέρδος της ΥΜ. Τα ποσά που προέκυψαν από την εκτίμηση, παρουσιάζονται στα Διαγράμματα 23 και 24.



Διάγραμμα 23: Εκτίμηση κέρδους επαναχρησιμοποίησης αναλώσιμων υλικών μελέτης.



Διάγραμμα 24: Εκτίμηση κέρδους επαναχρησιμοποίησης υγειονομικών υλικών μέλετης.

Διαπιστώθηκε ότι σε σύγκριση με τα αρχικές δαπάνες, οι δαπάνες επαναχρησιμοποίησης των υλικών είναι πολύ μικρότερες, ανεξαρτήτως του ποσοστού μείωσης. Τα ποσά που κερδίζει η μονάδα από την επαναχρησιμοποίηση των υλικών προτείνεται να διατεθούν στην αναβάθμιση υγειονομικού εξοπλισμού της ΥΜ. Μια εξίσου σημαντική πρόταση είναι η δημιουργία Κεντρικής Μονάδας Αποστείρωσης (ΚΜΑ) εντός της ΥΜ. Εκτιμάται ότι το κόστος ανέγερσης και εξοπλισμού μιας ΚΜΑ ανέρχεται στις 740.000 €.

### 6.2.3 Μονάδα Κεντρικής Αποστείρωσης (ΜΚΑ)

Στην Κεντρική Αποστείρωση γίνεται η διαχείριση χειρουργικών εργαλείων, ιατροτεχνικού και αναλώσιμου υλικού και ιματισμού. Το σύστημα επεξεργασίας των εργαλείων πρέπει όχι μόνο να διασφαλίζει την παράδοση των σωστών εργαλείων σε κάθε επέμβαση, αλλά να εξασφαλίζει τον αποτελεσματικό καθαρισμό, την απολύμανση και την αποστείρωση όλων των εργαλείων μετά από κάθε χρήση ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε επόμενη επέμβαση. Τα εργαλεία που έχουν υποστεί βλάβη ή έχουν καταστραφεί πρέπει να εντοπίζονται προκειμένου να αντικατασταθούν από νέα.

Η αποστολή της λειτουργικής αυτής μονάδας είναι να εξασφαλίζει και να διατηρεί ικανά αποθέματα αποστειρωμένων εργαλείων και την αποφυγή της μετάδοσης λοιμώξεων εντός της υγειονομικής μονάδας. (Διμπινούδη, 2012)

Μια Μονάδα Κεντρικής Αποστείρωσης θα πρέπει να διαθέτει τους εξής χώρους:

- ❖ Χώρο παραλαβής και καθαριότητας
- ❖ Χώρο προετοιμασίας και πακεταρίσματος χειρουργικών εργαλείων
- ❖ Χώρο προετοιμασίας και πακεταρίσματος ιματισμού
- ❖ Χώρο αποστείρωσης κλιβάνων
- ❖ Χώρο αποθήκευσης αποστειρωμένου υλικού
- ❖ Διοικητικά γραφεία

Η λειτουργία της ΜΚΑ προϋποθέτει μια σειρά εργασιών η οποία έχει ως εξής:

- ❖ Παραλαβή ακάθαρτου υλικού
- ❖ Πλύσιμο υλικού
- ❖ Απολύμανση υλικού
- ❖ Δεματοποίηση/Συσκευασία του προς αποστείρωση υλικού
- ❖ Κλιβανισμός – Αποστείρωση
- ❖ Αποθήκευση

Παράδοση αποστειρωμένου υλικού στο χειρουργείο ή/και στα νοσηλευτικά τμήματα

Επιπλέον απαιτείται:

- ❖ Σωστή αρχιτεκτονική του χώρου
- ❖ Αερισμός – κλιματισμός του χώρου
- ❖ Επιλογή και σωστή εφαρμογή μεθόδων αποστείρωσης
- ❖ Έλεγχος της αποστείρωσης και τεκμηρίωση αποτελεσμάτων
- ❖ Επιλογή και κατάλληλη εκπαίδευση του απασχολούμενου προσωπικού

Η ΜΚΑ εφόσον υπάρχει στην ΥΜ επιτυγχάνει τα εξής:

- ❖ Διεκπεραίωση μεγαλύτερου αριθμού εγχειρίσεων με μικρότερο αριθμό εργαλείων
- ❖ Καλύτερος καθαρισμός και συσκευασία του υλικού από το εκπαιδευμένο προσωπικό
- ❖ Απουσμοφόρηση του άμεσου περιβάλλοντος των χειρουργείων από το προσωπικό, την κυκλοφορία και το θόρυβο της διεργασίας αποστείρωσης.

## Πλεονεκτήματα:

- ❖ Ασφάλεια κατά την προπαρασκευή των υλικών
- ❖ Καλή καθαριότητα και απολύμανση των υλικών
- ❖ Ασφάλεια κατά την αποστείρωση
- ❖ Ομοιομορφία και πληρότητα των χειρουργικών εργαλείων
- ❖ Οικονομία και ύπαρξη αποθεμάτων
- ❖ Σκοπός ύπαρξης ενός τμήματος κεντρικής αποστείρωσης

Η σημασία της πρόληψης των νοσοκομειακών λοιμώξεων είναι εμφανής εφόσον ο επαναχρησιμοποιούμενος εξοπλισμός ο οποίος δεν έχει αποστειρωθεί με τον κατάλληλο τρόπο αποτελεί πηγή μόλυνσης, συνεπώς αυξάνεται ο κίνδυνος λοιμώξεων. Καθήκον του επαγγελματία υγείας είναι να παρέχει αποτελεσματικές, ικανές και ποιοτικές υπηρεσίες στο χώρο της υγείας. Αυτό επιτυγχάνεται με τους συνεχείς ελέγχους, την καλή επικοινωνία και συνεργασία με όλα τα τμήματα και την επαγρύπνηση σε ότι αφορά τα θέματα αποστείρωσης.

Τα τελευταία χρόνια έχουν αλλάξει πολλά στον τομέα της αποστείρωσης, ο οποίος συν τω χρόνω γίνεται περισσότερο σημαντικός. Οι αλλαγές που επιβλήθηκαν από την πρόοδο της τεχνολογίας, την εφαρμογή των διεθνών προτύπων και την πιστοποίηση των διαδικασιών που ακολουθούνται εμφανίστηκαν μεταξύ άλλων στον τομέα της οργάνωσης, της συσκευασίας και της ποιότητας. (Διμπινούδη, 2012)

#### 6.2.4 Αναερόβια Χώνευση

Η αναερόβια χώνευση είναι μια βιοχημική διεργασία κατά τη διάρκεια της οποίας σύνθετα οργανικά στοιχεία αποσυντίθενται απουσία οξυγόνου από διάφορους τύπους αναερόβιων μικροοργανισμών. Τα βασικά προϊόντα της είναι το βιοαέριο και το χωνεμένο υπόλειμμα. Το βιοαέριο είναι ένα αέριο καύσιμο, αποτελούμενο κυρίως από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα. Το χωνεμένο υπόλειμμα είναι το αποσυντεθειμένο υπόστρωμα, επακόλουθο της παραγωγής του βιοαερίου. Κατά τη διάρκεια της διεργασίας παράγεται πολύ λίγη θερμότητα. Η ενέργεια που είναι χημικά δεσμευμένη μέσα στο υπόστρωμα παραμένει κυρίως στο παραγόμενο βιοαέριο με τη μορφή μεθανίου.

Η κατασκευή μονάδας βιοαερίου απαιτεί ένα συνδυασμό οικονομικών και τεχνικών εκτιμήσεων. Η μέγιστη παραγωγή βιοαερίου που λαμβάνεται από την πλήρη χώνευση του υποστρώματος θα απαιτούσε ένα μεγάλο υδραυλικό χρόνο παραμονής και ένα αντίστοιχο μέγεθος χωνευτή. Σε πρακτικό επίπεδο, η επιλογή του συστήματος βασίζεται σε ένα συμβιβασμό μεταξύ της μέγιστης παραγωγής βιοαερίου και της οικονομικής βιωσιμότητας της μονάδας.

Η καύση του βιοαερίου θα χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με ονομαστική ισχύ ηλεκτροπαραγωγής 500 kW. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια εκτιμάται ότι θα είναι περίπου 11.900 kWh/day, ενώ η αντίστοιχη θερμική ενέργεια 12.700 kWh/day.

Το 25-40% της θερμικής ενέργειας θα χρησιμοποιείται για τις ανάγκες θερμότητας του αναερόβιου χωνευτή, ενώ η περίσσεια θα είναι διαθέσιμη για άλλες χρήσεις, τόσο στην ίδια την εγκατάσταση όσο και στην ευρύτερη περιοχή της ΥΜ.

Το κοστολόγιο μιας τυπικής μονάδας αναερόβιας χώνευσης για παραγωγή βιοαερίου έχει ως εξής:

- ❖ Διαμόρφωση χωροθέτησης και οικοδομικές εργασίες: 200.000€
- ❖ Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός: 1.300.000€
- ❖ Δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας: 100.000€
- ❖ Διάφορα λειτουργικά έξοδα: 200.000€
- ❖ Σύνολο: 1.800.000€

Η μέση διάρκεια ζωής ενός αναερόβιου χωνευτή είναι 20 έτη.



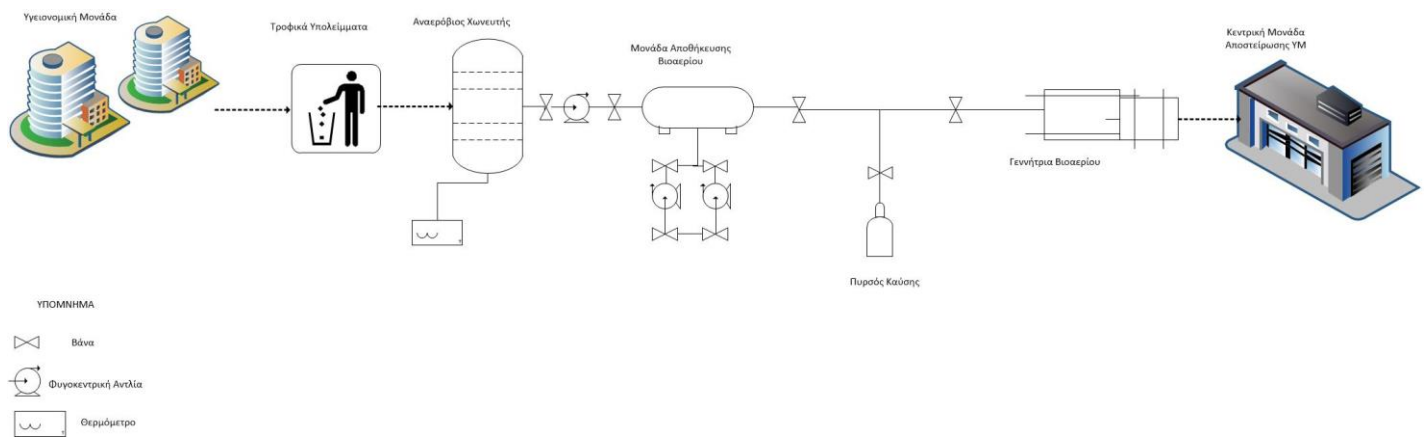
Έχει υπολογιστεί από βιβλιογραφικές πηγές ότι τα τροφικά απόβλητα από 172 κλίνες για ένα γεύμα είναι 173 kg/day. Η ΥΜ έχει χωρητικότητα 440 κλίνες. Εάν γίνει η υπόθεση ότι την ημέρα παρέχει στους ασθενείς 3 γεύματα (πρωινό, μεσημεριανό, βραδινό), τότε η συνολική ποσότητα τροφικών αποβλήτων είναι 1.327,68 kg/day.

Εστω ότι η μονάδα αναερόβιας χώνευσης λειτουργεί 15 μέρες το μήνα. Τότε η ποσότητα που εισέρχεται στον χωνευτή (input) είναι το χρόνο 238.982,40 kg/year  $\approx$  239 tn.

Η τιμή της βιομηχανικής κιλοβατώρας είναι 0.10€/kWh. Για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας η ΥΜ θα δαπανά 1.190 € ημερησίως ενώ το ετήσιο κόστος θα είναι περίπου 215.000 €.

Τα τροφικά υπολείμματα μιας ΥΜ καταλαμβάνουν ένα ποσοστό της τάξης 10% των Αστικών Στερεών Αποβλήτων. Τα απόβλητα αυτά μπορούν να αξιοποιηθούν με βάση το μοντέλο διαχείρισης της Δανίας που αναφέρεται παραπάνω. Πιο συγκεκριμένα, τα τροφικά υπολείμματα οδηγούνται σε μονάδα αναερόβιου χωνευτή ο οποίος παράγει βιοαέριο. Το παραγόμενο βιοαέριο στη συνέχεια τροφοδοτεί την Μονάδα Κεντρικής Αποστείρωσης της ΥΜ, στην οποία αποστειρώνονται τα υλικά προς επαναχρησιμοποίηση.

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται η πορεία των τροφικών υπολειμμάτων από την υγειονομική μονάδα μέχρι τον αναερόβιο χωνευτή, η παραγωγή βιοαερίου και η τροφοδοσία της Κεντρικής Μονάδας Αποστείρωσης. Ενδεικτικά απεικονίζεται ο εξοπλισμός που έχει μια τυπική μονάδα αναερόβιας χώνευσης, με σχετικό υπόμνημα εξοπλισμού.



Σχήμα 7: Απεικόνιση διεξαγωγής αναερόβιας χώνευσης

#### 6.2.4.1 Άλλες προτάσεις εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας

Για την τροφοδοσία της Κεντρικής Μονάδας Αποστείρωσης υπάρχουν και άλλες λύσεις οι οποίες αφενός αποσκοπούν σε σημαντικό οικονομικό όφελος προς την ΥΜ και αφετέρου είναι πιο φιλικές προς το περιβάλλον, μειώνοντας σημαντικά τις εκπομπές αέριων ρύπων. Ενδεικτικά αναφέρονται:

- ❖ Αλλαγή των λαμπτήρων φωτισμού με άλλους νέας τεχνολογίας LED (εξοικονόμηση ενέργειας)
- ❖ Τροποποίηση ατμολέβητων πετρελαίου και δικτύων ατμού σε υγραέριο
- ❖ Ανάκτηση ενέργειας από τα καυσαέρια με ειδικούς εναλλάκτες αέρα που θα τοποθετηθούν στις καπνοδόχους και θα τροφοδοτούν τους λέβητες με θερμό αέρα
- ❖ Ενεργειακή ενίσχυση (προθέρμανση) του νερού τροφοδοσίας των λεβήτων και του ζεστού νερού χρήσης από παραγωγή ενέργειας με θερμικούς ηλιακούς συλλέκτες.
- ❖ Παραγωγή Ενέργειας από Φωτοβολταϊκά συστήματα (Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας) → εξοικονόμηση έως και 50.000 €/year.

## Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα

Η υφιστάμενη κατάσταση διαχείρισης των αποβλήτων του Βενιζελείου Νοσοκομείου μπορεί να ανταποκρίνεται στα πρότυπα που ορίζει η τρέχουσα ελληνική νομοθεσία, όμως αυτό δεν σημαίνει ότι δεν έχει προβλήματα. Ένα σημαντικό πρόβλημα που αντιμετωπίζει η ΥΜ είναι η οργάνωση καταγραφής τόσο των υλικών που προμηθεύεται όσο και των ποσοτήτων αποβλήτων που παράγονται. Κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των στοιχείων παρουσιάστηκε σημαντική έλλειψη στοιχείων και γι αυτό χρειάστηκε να γίνουν πολλές παραδοχές δεδομένων ώστε τα αποτελέσματα να έχουν ίδια τάξη μεγέθους και να ανταποκρίνονται σε τυπικά δεδομένα μιας ΥΜ.

Για καλύτερη διαχείριση των αποβλήτων κατηγορίας ΕΑΑΜ από πλαστικό κυρίως υλικό, εκτιμήθηκαν κάποιες προτάσεις και εναλλακτικές λύσεις βασισμένα στην επαναχρησιμοποίηση των υλικών με τη διεργασία της αποστείρωσης. Τα σενάρια αυτά ανταποκρίνονται στο κυκλικό μοντέλο οικονομίας διότι αφενός αυξάνεται ο κύκλος ζωής των υλικών αυτών και αφετέρου μειώνεται σε σημαντικό βαθμό η παραγωγή αποβλήτων. Επιπλέον, το οικονομικό όφελος που προέκυψε από την κοστολόγηση των λύσεων αυτών και την σύγκρισή τους με το αρχικό κόστος, διαπιστώνεται ότι η ΥΜ εξοικονομεί χρήματα ικανά για αναβάθμιση του νοσοκομειακού εξοπλισμού ή/και ανέγερση Κεντρικής Μονάδας Αποστείρωσης εντός της ΥΜ.

Τα τελευταία χρόνια το θέμα της επαναχρησιμοποίησης των υλικών μιας υγειονομικής μονάδας έχει γίνει «μήλον της έριδος», ειδικότερα σε ότι αφορά ιατρικές συσκευές μιας χρήσης. Θα πρέπει να προωθείται γενικότερα η χρήση μη απορριπτόμενων αντικειμένων σε ιατρικές διαδικασίες, εάν και εφόσον ο καθαρισμός τους μετά τη χρήση ελαχιστοποιεί αποδεδειγμένα την πιθανότητα μετάδοσης μολύνσεων σε αποδεκτά χαμηλά επίπεδα.

Η επαναχρησιμοποίηση προαπαιτεί τον συνδυασμό των εξής διεργασιών: καθαρισμός, απολύμανση, επιδιόρθωση και αποστείρωση. Όταν τίθεται προς συζήτηση η δυνατότητα της επαναχρησιμοποίησης, είναι απαραίτητο να γίνει διαχωρισμός των διάφορων τύπων προϊόντων ως μη ιατρικές προμήθειες, ιατρικές συσκευές χωρίς κίνδυνο επιμόλυνσης και ως ιατρικές συσκευές σχεδιασμένες για επαναχρησιμοποίηση. Οι συσκευές μιας χρήσης όπως σύριγγες καλό θα ήταν να μην επαναχρησιμοποιούνται για το λόγο ότι δεν είναι επαρκής η δυνατότητα καθαρισμού τους καθώς ελλοχεύει και ο κίνδυνος μετάδοσης μολύνσεων. Μπορεί να προτιμηθεί η αγορά επαναχρησιμοποιήσιμων συσκευών αντίστοιχης ποιότητας, εάν και εφόσον υπάρχει η δυνατότητα να υλοποιηθεί αυτή η δράση. Εάν η επαναχρησιμοποίηση δεν είναι υλοποιήσιμη σαν διεργασία,

προτείνεται η ανακύκλωση και η ανάκτηση είτε ως ενέργεια είτε υπό τη μορφή νέων προϊόντων.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΠΗΓΕΣ:**

### **I. Ελληνική Βιβλιογραφία**

- ❖ Μπακιρτζάκη Μ., "Διαχείριση επικίνδυνων ιατρικών αποβλήτων στην ανατολική Κρήτη: Μελέτη περίπτωσης σε μια μονάδα αποστείρωσης επικίνδυνων ιατρικών αποβλήτων." 2016.
- ❖ ΕΓΚΥΚΛΙΟΣ «Ενδεικτικές κατηγορίες ΑΥΜ, ενδεικτικές κατάλληλες εργασίες διαχείρισης ΑΥΜ, διευκρινίσεις επί ορισμένων απαιτήσεων της ΚΥΑ οικ. 146163/2012»
- ❖ Εσωτερικός Κανονισμός Διαχείρισης Αποβλήτων από Υγειονομικές μονάδες (ΕΚΔΑΥΜ) της Υγειονομικής Μονάδας ΠΑΓΝΗ-ΓΝ «Βενιζέλειο», Ηράκλειο 2013.
- ❖ «Μέτρα και όροι για τη Διαχείριση Αποβλήτων Υγειονομικών Μονάδων», ΦΕΚ 1537, τεύχος Δεύτερο, 08/05/2012.
- ❖ Γιδαράκος, Ε., «Επεξεργασία και Διαχείριση Τοξικών και Επικίνδυνων Αποβλήτων», Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος Πολυτεχνείου Κρήτης. Χανιά 2017.
- ❖ «Μελέτη για την αναθεώρηση-επικαιροποίηση του Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ) Περιφέρειας Κρήτης, Απρίλιος 2012.
- ❖ Βουδριάς, Ε., "Healthcare waste management from the point of view of circular economy", εισήγηση στο 5<sup>ο</sup> Διεθνές Συνέδριο Διαχείρισης Αστικών και Επικίνδυνων Αποβλήτων, Χανιά 2017.
- ❖ Χριστόπουλος, Κ., «Σταθεροποίηση-Στερεοποίηση ιπτάμενης και υπολειμματικής τέφρας νοσοκομειακών αποβλήτων, 2010.
- ❖ Διμπινούδη, Σ., «Τμήμα Κεντρικής Αποστείρωσης, Οργάνωση, Λειτουργία, Διοίκηση, Εκπαίδευση προσωπικού και Ζητήματα Υγιεινής και Ασφάλειας», 2012.
- ❖ Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Επικίνδυνων Αποβλήτων Υγειονομικών Μονάδων, 2012.
- ❖ Ξηρογιαννοπούλου, Α. «Διαχείριση Στερεών Νοσοκομειακών Αποβλήτων, Εγχειρίδιο για εκπαιδευτικούς σκοπούς, Εργαστήριο μετάδοσης θερμότητας και περιβαλλοντικής μηχανικής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 2000.

- ❖ Γκέκας, Β., Φραντζεσκάκη, Ν., Κατσιβέλα, Β. «Τεχνολογίες Επεξεργασίας Τοξικών και Επικίνδυνων Αποβλήτων», Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη 2002.
- ❖ Μηνδρινός, Κ., « Διαχείριση νοσοκομειακών αποβλήτων». MS thesis. 2012.
- ❖ Αραβώσης, Κ., Κούγκολος, Α., & Μπακοπούλου, Σ., «Διαχείριση Νοσοκομειακών Αποβλήτων», 2016.
- ❖ Καράμπελας, Π., «Ενίσχυση ανακυκλωμένων και μη-ανακυκλωμένων πολυμερών υλικών με υπολείμματα επεξεργασίας ξύλου» (Doctoral dissertation), 2016.



## II. Διεθνής Βιβλιογραφία

- ❖ Abd El-Salam, M.M , “Hospital Waste Management in El-Beheiraa Governorate, Egypt”, Journal of environmental management, 2010.
- ❖ Bdour, A., Altrabsheh, B., Hadadin, N. & Al-Shareif, M., “Assessment of medical wastes management practice: A case study of the northern part of Jordan”, Waste Management, 2007.
- ❖ Bendjoundi, Z., Taleb, F., Abdelmalek, F. & Addou, A., “Healthcare waste management in Algeria and Mostaganem department”, Waste Management, 2009.
- ❖ Coker, A., Sangodoyin, A., Sridhar, M., Booth, C., Olomolaiye, P. & Hammond, F., “Medical waste management in Ibadan, Nigeria: Obstacles and Prospects”, Waste Management, 2009.
- ❖ Ferreira, V. & Teixeira, M.R 2010, “Healthcare waste management practices and risk perceptions: Findings from hospitals in the Algarve region, Portugal”, Waste Management, 2010.
- ❖ Jang, Y., Lee, C., Yoon, O. & Kim, H., “Medical waste management in Korea”, Journal of environmental management, 2006.
- ❖ Manga, V.E., Forton, O.T., Mofor, L.A. & Woodard, R., “Health care waste management in Cameroon: A case study from the Southwestern Region”, Resources, Conversation and Recycling, 2011.
- ❖ Marinković, N., Vitale, K., Holcer, N. J., Džakula, A., & Pavić, T., “Management of hazardous medical waste in Croatia”, Waste management, 2008.
- ❖ Mohamed, L. F., S. A. Ebrahim, and A. A. Al-Thukair. "Hazardous healthcare waste management in the Kingdom of Bahrain." Waste management, 2009.
- ❖ Nemathaga, Felicia, Sally Maringa, and Luke Chimuka. "Hospital solid waste management practices in Limpopo Province, South Africa: A case study of two hospitals.", Waste management, 2008.
- ❖ Patwary, M. A., O'Hare, W. T., & Sarker, M. H., “ Assessment of occupational and environmental safety associated with medical waste disposal in developing countries: a qualitative approach”, Safety science, 2011.
- ❖ Sawalem, M., Selic, E., & Herbell, J. D. , “Hospital waste management in Libya: A case study”, Waste management, 2009.
- ❖ Shinee, E., Gombojav, E., Nishimura, A., Hamajima, N., & Ito, K., “Healthcare waste management in the capital city of Mongolia”, Waste management, 2008.

- ❖ “The circular economy and benefits for society: Swedish case study shows jobs and climate as clear winners”, Anders Wijkman, Kristian Skånberg
- ❖ “Delivering the circular economy- A toolkit for policy makers-Denmark Case Study”, Ellen McArthur Foundation, 2015.
- ❖ «Κυκλική Οικονομία: Συνδέοντας, δημιουργώντας και διατηρώντας την αξία», Ευρωπαϊκή Επιτροπή, ISBN: 978-92-79-37809-6
- ❖ World Health Organization –WHO “Safe Management of waste from health-care activities”, edited by A. Pross, E. Giroult and P. Rushbbrook, Geneva 1999.
- ❖ Komilis, D., Fouki, A. & Papadopoulos, D., “Hazardous medical waste generation rates of different categories of health-care facilities”, Waste Management, 2012
- ❖ Papargyropoulou E., Wright N., Lozano R., Steinberger J., Padfield R., Ujang Z., “Conceptual framework for the study of food waste generation and prevention in the hospitality sector”, 2016

### III. Πηγές Διαδικτύου

- ❖ [www.manicimpressive.com](http://www.manicimpressive.com)
- ❖ [www.venizeleio.gr](http://www.venizeleio.gr)