



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΥΓΕΙΑΣ & ΠΡΟΝΟΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ & ΚΟΙΝΟΤΙΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ**  
**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ & ΠΡΟΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ**

## **Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

### **Τίτλος εργασίας**

**«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΩΝ ΙΑΤΡΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΝ ΜΕΣΩ COVID-19 ΕΠΟΧΗΣ»**

**Συγγραφέας/είς**

**ΒΙΝΙΡΗΣ ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ**

**ΑΜ: 2002**

**Επιβλέπων/ουσα:**

**ΠΑΠΑΔΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ**

**Αθήνα, ΜΑΡΤΙΟΣ 2022**



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA  
SCHOOL HEALTH & WELFARE  
DEPARTMENT PUBLIC & COMMUNITY HEALTH  
ENVIRONMENTAL COMMUNICATION&HEALTH  
PROMOTION**

**Diploma Thesis**

**Title**

**HOSPITAL MEDICAL WASTE MANAGEMENT THROUGH COVID-19**

**Student name and surname:**

**VINIRIS STYLIANOS**

**Registration Number: 2002**

**Supervisor name and surname:**

**PAPADAS IOANNIS**

**Athens, MARCH 2022**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΥΓΕΙΑΣ & ΠΡΟΝΟΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ & ΚΟΙΝΟΤΙΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ**  
**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ & ΠΡΟΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ**

**«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΩΝ ΙΑΤΡΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΝ ΜΕΣΩ COVID-19 ΕΠΟΧΗΣ»**

**Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή**

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

<b>A/a</b>	<b>ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ</b>	<b>ΒΑΘΜΙΑΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ</b>
1	ΠΑΠΑΔΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ	<b>Ioannis Papadas</b> Digitally signed by Ioannis Papadas Date: 2022.04.13 13:21:35 +03'00'
2	ΒΑΣΣΑΛΟΥ ΕΥΔΟΚΙΑ	ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ	<b>Evdokia Vassalou</b> Digitally signed by Evdokia Vassalou Date: 2022.04.11 09:24:08 +03'00'
3	ΒΟΥΡΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	ΔΙΔΑΚΤΟΡΑΣ	PANAGIOTIS VOUROS 13.04.2022 18:58

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/η κάτωθι υπογεγραμμένος/η Βινιρής Στυλιανός του Νικολάου, με αριθμό μητρώου 2002, φοιτητής/τρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Περιβαλλοντικής Επικοινωνίας & Προαγωγής της Υγείας του Τμήματος Δημόσιας και Κοινωνικής Υγείας της Σχολής Υγείας και Πρόνοιας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

*\*Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι ..... και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή.*

Ο/Η Δηλών/ούσα

**\* Ονοματεπώνυμο /Ιδιότητα**

**Ioannis Papadas**  
Digitally signed by  
Ioannis Papadas  
Date: 2022.04.13  
13:22:06 +03'00'



**Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα**

**\* Εάν κάποιος επιθυμεί απαγόρευση πρόσβασης στην εργασία για χρονικό διάστημα 6-12 μηνών (embargo), θα πρέπει να υπογράψει ψηφιακά ο/η επιβλέπων/ούσα καθηγητής/τρια, για να γνωστοποιεί ότι είναι ενημερωμένος/η και συναινεί. Οι λόγοι χρονικού αποκλεισμού πρόσβασης περιγράφονται αναλυτικά στις πολιτικές του Ι.Α. (σελ. 6):**

[https://www.uniwa.gr/wp-content/uploads/2021/01/%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CC%81%CF%82\\_%CE%99%CE%B4%CF%81%CF%85%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85%CC%81\\_%CE%91%CF%80%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CC%81%CE%BF%CF%85\\_final.pdf](https://www.uniwa.gr/wp-content/uploads/2021/01/%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CC%81%CF%82_%CE%99%CE%B4%CF%81%CF%85%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85%CC%81_%CE%91%CF%80%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CC%81%CE%BF%CF%85_final.pdf)

## Περίληψη

Στόχος της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι η διερεύνηση της διαχείρισης των ιατρικών νοσοκομειακών αποβλήτων στον ελλαδικό και στο διεθνή χώρο, μέσω της μελέτης τρόπων και των σταδίων της ασφαλούς διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων των νοσοκομειακών μονάδων σύμφωνα με τη διεθνή και ελληνική βιβλιογραφία. Η ορθή διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων είναι μείζονος σημασίας καθώς η λανθασμένη εφαρμογή των εργασιών της διαχείρισης ελλοχεύει κινδύνους για τη δημόσια υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης, στον ελλαδικό χώρο υπάρχουν πολλά προβλήματα στην εφαρμογή των εργασιών της διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων, τα οποία οφείλονται κυρίως στο υψηλό κόστος των ορθών διαδικασιών. Στο διεθνή χώρο εφαρμόζονται τα πρωτόκολλα για την ορθή διαχείριση, αλλά στις αναπτυσσόμενες χώρες υπάρχουν σοβαρότατες ελλείψεις και μη ορθή εφαρμογή των εργασιών, εξαιτίας του υψηλού κόστους που απαιτούν. Περαιτέρω, μελετήθηκαν οι εργασίες διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων που σχετίζονται με τον COVID-19. Η μη ορθή διαχείριση συσχετίζεται με υψηλό κίνδυνο μετάδοσης του ιού και τα μέχρι στιγμής αποτελέσματα δείχνουν ότι ο όγκος των ιατρικών αποβλήτων έχει αυξηθεί δραματικά στα πλαίσια της πανδημίας και υπάρχει ανάγκη για περισσότερες κατευθυντήριες γραμμές για τη διαχείρισή τους. Η μελέτη ολοκληρώνεται με την παράθεση προτάσεων για την ορθότερη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων προκειμένου να αρθεί ο κίνδυνος επιμόλυνσης του προσωπικού που εργάζεται σε αυτήν και του ευρύτερου κοινού.

**Λέξεις-κλειδιά:** νοσοκομεία, ιατρικά απόβλητα, διαχείριση, κατηγορίες, βήματα, αποτέφρωση, πρακτικές.

## **Abstract**

The aim of this literature review is to investigate the management of medical hospital waste in Greece and internationally, through the study of ways and stages of safe management of medical waste of hospital units according to international and Greek literature. Proper management of medical waste is of paramount importance as incorrect implementation of management tasks poses risks to public health and safety of workers. According to the results of the study, in Greece there are many problems in the implementation of medical waste management work, which are mainly due to the high cost of proper procedures. In the international arena, the protocols for good management are applied, but in developing countries there are very serious shortcomings and incorrect implementation of the work, due to the high costs they require. Further, COVID-19-related medical waste management work was studied. Improper management is associated with a high risk of transmission of the virus and the results so far show that the volume of medical waste has increased dramatically in the context of the pandemic and there is a need for more guidelines for their management. The study concludes with the presentation of proposals for the proper management of medical waste in order to remove the risk of contamination of the staff working in it and the general public.

**Key-words:** hospitals, medical waste, management, categories, steps, incineration, practices.

## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	
Abstract .....	
Εισαγωγή.....	
Κεφάλαιο 1 <sup>ο</sup> : Τα Ιατρικά Νοσοκομειακά Απόβλητα .....	
1. Ορισμός των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων .....	
1.2. Κατηγορίες Αποβλήτων των νοσοκομειακών μονάδων .....	
1.3. Σύσταση των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων .....	
1.4. Επιπτώσεις από την ακατάλληλη Διαχείριση των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων	
Κεφάλαιο 2 <sup>ο</sup> : Διαχείριση των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων .....	
2.1. Τεχνολογίες Διαχείρισης των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων.....	
2.2. Στάδια Διαχείρισης των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων.....	
2.3. Θεσμικό Πλαίσιο της Διαχείρισης των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων .....	
Κεφάλαιο 3 <sup>ο</sup> : Δεδομένα για τη Διαχείριση των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων	
3.1. Δεδομένα για τη Διαχείριση των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων σε διεθνές επίπεδο	
3.2. Δεδομένα για τη Διαχείριση των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων στον ελλαδικό χώρο	
Κεφάλαιο 4 <sup>ο</sup> : Δεδομένα για τη Διαχείριση των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων COVID-19.....	
4.1. COVID-19 και τρέχουσα πανδημία.....	
4.2. Μέθοδοι και τρόποι μέτρησης του ιικού φορτίου COVID-19 στα υγρά αστικά απόβλητα .....	
4.3. Διαχείριση των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων COVID-19.....	
Συμπεράσματα και προτάσεις .....	
Βιβλιογραφία.....	

## Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί η ανησυχία του κοινού για τη διαχείριση των αποβλήτων της υγειονομικής περίθαλψης σε όλο τον κόσμο. Έχει εκτιμηθεί ότι 5,2 εκατομμύρια άνθρωποι, συμπεριλαμβανομένων 4 εκατομμυρίων παιδιών, πεθαίνουν από ασθένειες που σχετίζονται με τα απόβλητα ετησίως (Nasima, 2000). Τα απόβλητα της υγειονομικής περίθαλψης περιλαμβάνουν όλα τα απόβλητα που παράγονται από τα ιδρύματα της υγειονομικής περίθαλψης, από τις ερευνητικές εγκαταστάσεις και εργαστήρια. Ο τύπος των παραγόμενων αποβλήτων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως από τις καθιερωμένες μεθόδους διαχείρισης αποβλήτων, τον τύπο του ιδρύματος της υγειονομικής περίθαλψης, από την αναλογία των επαναχρησιμοποιήσιμων αντικειμένων που χρησιμοποιούνται στα κέντρα υγείας και από τον αριθμό των ασθενών που θεραπεύονται καθημερινά (Prüss, Giroult & Rushbrook, 1999). Η διαχείριση των νοσοκομειακών αποβλήτων είναι μια σημαντική περιβαλλοντική και κοινωνική υποχρέωση και ως εκ τούτου απαιτεί ένα σωστό σχεδιασμό. Τα σχέδια διαχείρισης νοσοκομειακών αποβλήτων δημιουργούνται για να ενσωματώσουν ένα τυπικό πρωτόκολλο για την αποτελεσματική διαχείριση της διάθεσης των αποβλήτων.

Από τη συνολική ποσότητα αποβλήτων που παράγονται από τις δραστηριότητες της υγειονομικής περίθαλψης περίπου το 80% είναι γενικά απόβλητα και το υπόλοιπο 20% θεωρείται επικίνδυνο υλικό που μπορεί να είναι μολυσματικό, τοξικό ή ραδιενεργό. Αν και τα μολυσματικά απόβλητα αποτελούν μόνο ένα μικρό μέρος των συνολικών αποβλήτων που παράγονται από τις ιατρικές εγκαταστάσεις, αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό μέρος του κόστους που επιβαρύνει μια μονάδα υγειονομικής περίθαλψης για τη διάθεση των ιατρικών αποβλήτων. Τα απόβλητα έχουν τη δυνατότητα μεταφοράς μικροοργανισμών που μπορούν να μολύνουν άτομα που εκτίθενται σε αυτά, καθώς και την κοινότητα εάν δεν απορρίπτονται σωστά. Επομένως, όταν η διαχείριση των αποβλήτων της υγειονομικής περίθαλψης δεν είναι ορθή τότε η έκθεση σε αυτά μπορεί να οδηγήσει σε λοιμώξεις, στειρότητα, παραμορφώσεις των γεννητικών οργάνων, ορμονικά πυροδοτούμενους καρκίνους, μεταλλαξιογένεση, δερματίτιδα, άσθμα και νευρολογικές διαταραχές στα παιδιά. τύφο, χολέρα, ηπατίτιδα, AIDS και άλλες ιογενείς λοιμώξεις μέσω αιχμηρών αντικειμένων μολυσμένων με αίμα (Ngwuluka et al., 2009).



Ως νοσοκομειακά απόβλητα μπορούν να οριστούν «κάθε απόβλητο που δημιουργείται κατά τη διάγνωση, θεραπεία ή ανοσοποίηση των ανθρώπινων όντων» στις νοσοκομειακές εγκαταστάσεις. Αποτελούν έναν ειδικό τύπο απορριμμάτων που παράγονται σε μικρές ποσότητες που φέρουν υψηλή πιθανότητα μόλυνσης και τραυματισμού (Rasheed et al., 2005). Ως διαχείριση των νοσοκομειακών αποβλήτων θεωρείται η διαχείριση των απορριμμάτων που παράγονται από τα νοσοκομεία χρησιμοποιώντας τεχνικές που θα ελέγχει την εξάπλωση των ασθενειών μέσω των νοσοκομειακών αποβλήτων. Τα νοσοκομειακά ιατρικά απόβλητα περιλαμβάνουν μια μεγάλη ποικιλία κινδύνων για την υγεία και την ασφάλεια τόσο των ασθενών όσο και των εργαζόμενων στον τομέα της υγείας.

Η διαχείριση των αποβλήτων της υγειονομικής περίθαλψης περιλαμβάνει όλες τις δραστηριότητες που σχετίζονται με τη δημιουργία, το διαχωρισμό, τη μεταφορά, την αποθήκευση, την επεξεργασία και την τελική διάθεση όλων των τύπων των αποβλήτων που παράγονται στις εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης, τα στάδια των οποίων απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή. Η κακή διαχείριση των νοσοκομειακών αποβλήτων συνεπάγεται το συνδυασμό της ακατάλληλης διαχείρισης των αποβλήτων κατά την παραγωγή, τη συλλογή, την αποθήκευση, τη μεταφορά και την επεξεργασία. Τα απόβλητα υγειονομικής περίθαλψης τυγχάνουν κακής διαχείρισης σε πάρα πολλές εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης παγκοσμίως. Ο εντοπισμός των αιτιών και, στη συνέχεια, η υποστήριξη βελτιώσεων στο σύστημα είναι βασικές δεξιότητες που πρέπει να αναπτύξουν οι διαχειριστές εγκαταστάσεων υγειονομικής περίθαλψης (Rushbrook & Zghondi, 2005).

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) διεξήγαγε το 2004 μία αξιολόγηση της διαχείρισης των νοσοκομειακών αποβλήτων σε 22 αναπτυσσόμενες χώρες και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το ποσοστό των εγκαταστάσεων υγειονομικής περίθαλψης που δεν χρησιμοποιούσαν τη σωστή διαχείριση απορριμμάτων ήταν σημαντικό και κυμαινόταν από 18% έως 64%. Η εξάπλωση των αιματογενών παθογόνων παραγόντων στα απόβλητα της υγειονομικής περίθαλψης παρακίνησε τον ΠΟΥ να εκδώσει μια Οδηγία που ζητούσε την ανάπτυξη εθνικών πολιτικών, καθοδήγησης και σχεδίων για τη διαχείριση των απορριμμάτων υγειονομικής περίθαλψης. Όλες οι προσεγγίσεις για τη διαχείριση των αποβλήτων υγειονομικής περίθαλψης πρέπει να λαμβάνουν υπόψη την περιβαλλοντική, οικονομική και τεχνική σκοπιμότητα των τεχνολογιών επεξεργασίας και διάθεσης (World Health Organization, 2004). Η ακατάλληλη διαχείριση των νοσοκομειακών αποβλήτων έχει επιφέρει σημαντικό κόστος στη δημόσια υγεία εξαιτίας των κινδύνων που εμπεριέχει σε επαγγελματικό, περιβαλλοντικό επίπεδο και σε επίπεδο της υγείας του γενικού πληθυσμού. Ο κίνδυνος για τους εργαζομένους στις νοσοκομειακές μονάδες, για τους ασθενείς και τις κοινότητες παγκοσμίως είναι μεγάλος.

Το 2020, η ήδη μη βιώσιμη αύξηση της παραγωγής και της διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων επιδεινώθηκε ξαφνικά από την τρέχουσα πανδημία του COVID-19 που οδηγεί σε άμεση απειλή για περαιτέρω περιβαλλοντική ρύπανση και μια κρίση δημόσιας υγείας (Peng et al., 2020). Συνεπώς, σήμερα περισσότερο από ποτέ η εφαρμογή προτύπων για την ορθή διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων είναι πιο επιτακτική από ποτέ.

Βάσει των στοιχείων αυτών αναδεικνύεται η σημαντικότητα της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης, η οποία στοχεύει στη διερεύνηση της διαχείρισης των ιατρικών νοσοκομειακών αποβλήτων στον ελλαδικό και στο διεθνή χώρο. Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση των τρόπων και των σταδίων της ασφαλούς διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων των νοσοκομειακών μονάδων σύμφωνα με τη διεθνή και ελληνική βιβλιογραφία.

Αναλυτικότερα, η δομή της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης περιλαμβάνει τρία κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο θα προσδιοριστούν τα ιατρικά νοσοκομειακά απόβλητα, οι κατηγορίες των αποβλήτων που παράγονται στις νοσοκομειακές μονάδες και η σύστασή τους. Εν συνεχεία, το δεύτερο κεφάλαιο αφορά στις διαδικασίες της διαχείρισης των ιατρικών νοσοκομειακών αποβλήτων και στις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για τη διαχείρισή τους και θα πραγματοποιηθεί παρουσίαση του θεσμικού πλαισίου της διαχείρισης. Το τρίτο κεφάλαιο θα εστιάσει στην αναζήτηση και στην περιγραφή των δεδομένων για τη διαχείριση των ιατρικών νοσοκομειακών αποβλήτων σε διεθνές επίπεδο και στον ελλαδικό χώρο. Στο τελευταίο κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί αναφορά σχετικά με τον COVID-19, τους τρόπους μέτρησης του ιικού φορτίου του ιού στα υγρά αστικά απόβλητα και στη διαχείριση των νοσοκομειακών ιατρικών αποβλήτων του COVID-19. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση θα ολοκληρωθεί με τη διεξαγωγή συμπερασμάτων και προτάσεων για τη βελτίωση των διαδικασιών.

# Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>: Τα Ιατρικά Νοσοκομειακά Απόβλητα

## 1. Ορισμός των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων

Τα απόβλητα της υγειονομικής περίθαλψης αυξάνονται σε ποσότητα και σε ποικιλομορφία παγκοσμίως και οι σύγχρονες νοσοκομειακές εγκαταστάσεις παράγουν όχι μόνο γενικά απόβλητα (τρόφιμα, γραφική ύλη κλπ) αλλά και επικίνδυνα ιατρικά απόβλητα. Ο ΠΟΥ ορίζει ότι τα απόβλητα της υγειονομικής περίθαλψης περιλαμβάνουν όλα τα απόβλητα που παράγονται εντός των εγκαταστάσεων της υγειονομικής περίθαλψης, στα ερευνητικά κέντρα και στα εργαστήρια που σχετίζονται με τις ιατρικές διαδικασίες, συμπεριλαμβανομένων των αποβλήτων που παράγονται κατά τη διάρκεια της υγειονομικής περίθαλψης που λαμβάνεται στο σπίτι, όπως η κατ' οίκον αιμοκάθαρση, η αυτοχορήγηση ινσουλίνης και η αναρρωτική φροντίδα (Yves Chartier et al., 2014).

Ο ΠΟΥ εκτιμά ότι περίπου το 85% των αποβλήτων της υγειονομικής περίθαλψης είναι μη επικίνδυνα (σε σύγκριση με τα οικιακά απορρίμματα), ενώ το 10% είναι μολυσματικά (καλλιέργειες και αποθέματα μολυσματικών παραγόντων, απόβλητα μολυσμένων ασθενών, απόβλητα μολυσμένα με αίμα και παράγωγα, απορριπτόμενα διαγνωστικά δείγματα, μολυσμένα ζώα από εργαστήρια, και μολυσμένα υλικά και εξοπλισμός) και ανατομικά απόβλητα (αναγνωρίσιμα μέρη του σώματος και σφάγια ζώων) και το υπόλοιπο 5% είναι επικίνδυνα απόβλητα της υγειονομικής περίθαλψης (χημικά, ραδιενεργά). Οι μεταβαλλόμενες διαγνωστικές τάσεις ιδιαίτερα προς την αυξημένη χρήση του εξοπλισμού μιας χρήσης στην ιατρική περίθαλψη, καθώς και το βελτιωμένο βιοτικό επίπεδο και η αυξανόμενη πρόσβαση στην υγειονομική περίθαλψη έχουν συμβάλει στην αυξημένη παραγωγή αποβλήτων υγειονομικής περίθαλψης (Windfeld & Brooks, 2015).

Τα απόβλητα που παράγονται στις νοσοκομειακές μονάδες αποτελούνται τόσο από απόβλητα που θέτουν σε κίνδυνο τους ανθρώπους και το περιβάλλον όσο και από μη επικίνδυνα απόβλητα. Γενικά, τα επικίνδυνα απόβλητα περιλαμβάνουν τα μολυσματικά απόβλητα, τα παθολογικά απόβλητα, τα φαρμακευτικά απόβλητα, τα αιχμηρά αντικείμενα, τα χημικά απόβλητα, τα γονιδιοτοξικά απόβλητα και τα ραδιενεργά απόβλητα. Τα μη επικίνδυνα απόβλητα περιλαμβάνουν τα σκουπίδια και γενικά τα καθημερινά απόβλητα που παράγονται από υπολείμματα τροφίμων και τη συσκευασία τους (Amin, Gul & Mehrab, 2013).

Τα μολυσματικά απόβλητα παράγονται από τα νοσοκομεία κατά τη διάγνωση, την ανοσοποίηση, τις χειρουργικές επεμβάσεις και τη θεραπεία των ασθενών και μπορούν να μεταδώσουν τις λοιμώξεις στο προσωπικό του νοσοκομείου, στους συνοδούς και στο κοινό κοινό. Τα ποσοστά παραγωγής των μολυσματικών αποβλήτων εξαρτώνται συνήθως από το μέγεθος του νοσοκομείου, τον αριθμό των ασθενών που έρχονται στη συγκεκριμένη εγκατάσταση, τον αριθμό των διαθέσιμων κλινών, τα βήματα διαχωρισμού και το είδος της φροντίδας που παρέχεται στους ασθενείς (Kumar et al., 2015).

## **1.2. Κατηγορίες Αποβλήτων των νοσοκομειακών μονάδων**

Σύμφωνα με τους Ali et al (2017) τα απόβλητα που παράγονται σε μία νοσοκομειακή μονάδα μπορούν να περιλαμβάνουν:

-τα μη επικίνδυνα απόβλητα (πλαστικά, χαρτιά, χαρτόνια, μέταλλα, γυαλί κλπ),

-τα αιχμηρά απόβλητα (βελόνες, σύριγγες, νυστέρια, σετ έγχυσης, πριόνια & μαχαίρια, λεπίδες, σπασμένο γυαλί και οποιοδήποτε άλλο αντικείμενο που θα μπορούσε να κόψει ή να τρυπήσει),

-τα παθολογικά απόβλητα και απόβλητα ιστών (μέρη ανθρώπινου σώματος, ιστοί, όργανα, μέρη σώματος, έμβρυα, αίμα και σωματικά υγρά),

-τα φαρμακευτικά απόβλητα (ληγμένα ή αχρησιμοποίητα φαρμακευτικά προϊόντα, πλεονάζοντα φάρμακα, εμβόλια ή οροί και απορριπτόμενα είδη που χρησιμοποιούνται για το χειρισμό φαρμακευτικών απορριμμάτων όπως μπουκάλια, κουτιά, γάντια, μάσκες, σωληνάρια ή φιαλίδια),

-τα κυτταροτοξικά απόβλητα (κυτταροτοξικά φάρμακα και παρωχημένα υλικά, εμετοί, κόπρανα ή ούρα από ασθενείς που έλαβαν θεραπεία με κυτταροτοξικά φάρμακα ή χημικές ουσίες και υλικά όπως σύριγγες και φιαλίδια μολυσμένα από την παρασκευή και τη χορήγηση τέτοιων φαρμάκων και τα εκτεθειμένα αντικείμενα όπως κλινοσκεπάσματα, αιχμηρά αντικείμενα, γάντια),

-τα ραδιενεργά απόβλητα (υγρά, στερεά και αέρια απόβλητα μολυσμένα με ραδιονουκλεΐδια που παράγονται από *in vitro* ανάλυση σωματικού ιστού και υγρού, *in vivo* απεικόνιση οργάνων σώματος και εντοπισμό όγκου και διερεύνηση και θεραπευτικές διαδικασίες)

-τα χημικά απόβλητα (χημικά από διαγνωστικές και πειραματικές εργασίες, διαδικασίες καθαρισμού, διαδικασίες καθαριότητας και απολύμανσης, απόβλητα υδραργύρου, όπως από σπασμένο κλινικό εξοπλισμό και απόβλητα καδμίου από απορριπτόμενες μπαταρίες).

Η κατηγοριοποίηση του ΠΟΥ κατατάσσει στα επικίνδυνα απόβλητα τα μολυσματικά απόβλητα, τα παθολογικά απόβλητα, τα αιχμηρά αντικείμενα, τα φαρμακευτικά απόβλητα, τα γονιδιοτοξικά απόβλητα, τα χημικά απόβλητα και τα ραδιενεργά απόβλητα. Στα μη επικίνδυνα απόβλητα περιλαμβάνει το χαρτί και χαρτόνι, τις συσκευασίες, τα απορρίμματα τροφίμων, τα αερολύματα και ούτω καθεξής. Στα μολυσματικά περιλαμβάνονται τα απόβλητα που είναι μολυσμένα από κάθε είδους παθογόνους μικροοργανισμούς και περιλαμβάνουν καλλιέργειες από εργαστηριακές εργασίες, απόβλητα από χειρουργεία και αυτοψίες, απόβλητα μολυσμένων ασθενών, απορριπτόμενα ή αναλώσιμα υλικά και τον εξοπλισμό που έχει έρθει σε επαφή με τέτοιους ασθενείς (Ali et al., 2017).

### **1.3. Σύσταση των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων**

Για την επιλογή της πιο αποτελεσματικής μεθόδου επεξεργασίας των νοσοκομειακών αποβλήτων, η ανάλυση της σύνθεσης θεωρείται ως η βασική πληροφορία. Παρότι, επί του παρόντος, υπάρχουν λίγες μελέτες σχετικά με τα χαρακτηριστικά των νοσοκομειακών αποβλήτων (Li & Jenq, 1993), η ανάλυση της σύνθεσης των ιατρικών αποβλήτων θεωρείται γενικά ως θεμελιώδης πληροφορία για τα πιο βασικά βήματα στην ανάπτυξη ενός σχεδίου διαχείρισης στερεών νοσοκομειακών αποβλήτων (Gawad et al., 2016).

Η συγχρονική, περιγραφική μελέτη των Gawad et al (2016) προσδιόρισε την ποσότητα, το ρυθμό παραγωγής και τη φυσική σύνθεση των ιατρικών αποβλήτων που παράγονται στα νοσοκομεία μίας πόλης της Υεμένης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο ημερήσιος μέσος όρος των αποβλήτων που παράγονται από τα νοσοκομεία που μελετήθηκαν ήταν 5615 kg/ημέρα. Περίπου το 26% των συνολικών αποβλήτων ήταν επικίνδυνα (μολυσματικά, παθολογικά και χημικά απόβλητα) και το 74% ήταν γενικά (μη επικίνδυνα) απόβλητα. Ο μέσος ρυθμός της συνολικής παραγωγής αποβλήτων ήταν 3 kg/ασθενή/ημέρα και 2,5 kg/κρεβάτι/ημέρα. Οι μέσες επιμέρους συνιστώσες των παραγόμενων αποβλήτων στα νοσοκομεία που μελετήθηκαν ήταν τρόφιμα 27%, πλαστικό 22%, χαρτί/χαρτόνι 22%, γυαλί 11%, μέταλλα 10% και άλλα 8%. Συμπερασματικά, περίπου το 26% των αποβλήτων ήταν επικίνδυνα και τα τρόφιμα, το πλαστικό και το χαρτί έχουν την υψηλότερη περιεκτικότητα στα νοσοκομειακά απόβλητα.

Οι Altin et al (2003) αξιολόγησαν τη φυσική και στοιχειακή σύνθεση των αποβλήτων σε τέσσερα νοσοκομεία στο Σίβας της Τουρκίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο ημερήσιος ρυθμός παραγωγής απορριμμάτων ήταν 985 kg/ημέρα ενώ προβλέπεται να είναι 1267 kg/ημέρα το 2015. Επιπλέον, η ανάλυση έδειξε ότι η περιεκτικότητα σε υγρασία των αποβλήτων ήταν 14,2 % και τα απόβλητα αποτελούνταν από 92% εύφλεκτα απόβλητα και 8% άκαυστα κατά μάζα. Τα εύφλεκτα

απόβλητα αποτελούνταν από χαρτί (16%), υφάσματα (10,2%), χαρτόνι (4%), πλαστικά (41,2%) και απορρίμματα τροφίμων (17%). Δεδομένου ότι η αναλογία των εύφλεκτων απόβλητων ήταν υψηλή, η μέθοδος αποτέφρωσης προτάθηκε ως κατάλληλη μέθοδος διάθεσης.

Σύμφωνα με τον Halazonitis (2021), η μέση σύσταση των αποβλήτων στη χώρα μας αντιστοιχεί σε χαρτί κατά 45%, σε πλαστικό κατά 15%, σε μέταλλα κατά 10%, σε υπολείμματα φαγητού κατά 10%, σε γυαλί κατά 7% και σε ξύλο κατά 3%. Όπως αναφέρει ο Halazonitis (2021), το έτος 2011 η παραγωγή επικίνδυνων αποβλήτων υγειονομικής περίθαλψης ήταν 16.000 τόνοι ετησίως από τα οποία διατέθηκαν 9.000 τόνοι στη χωματερή μετά από διαδικασία αποτέφρωσης ή αποστείρωσης, ενώ για το 2018 ήταν 18.000 τόνοι.

#### **1.4. Επιπτώσεις από την ακατάλληλη Διαχείριση των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων**

Η ανεπαρκής εκπαίδευση των εργαζομένων στον τομέα της υγείας έχει ως αποτέλεσμα ακατάλληλο χειρισμό και τη διάθεση μολυσματικών αποβλήτων. Ο χειρισμός των μολυσματικών αποβλήτων γίνεται σε τέσσερα στάδια: στο διαχωρισμό, τη συλλογή και τη μεταφορά, την αποθήκευση και τη διάθεση. Αυτά τα απόβλητα πρέπει να υποβάλλονται σε επεξεργασία πριν από την τελική τους διάθεσή στο αυτόκλειστο ή στην αποτέφρωση. Οι περισσότεροι εργαζόμενοι στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης δεν ακολουθούν τις κατάλληλες οδηγίες της διαχείρισης αποβλήτων και έρχονται σε επαφή με αιχμηρά τραύματα και με μετέπειτα μολύνσεις (Kumar et al., 2010).

Σήμερα υπάρχει μια αυξανόμενη επίγνωση παγκοσμίως ότι τα απόβλητα είναι ένας πόρος που δεν πρέπει να εγκαταλειφθεί και να αφεθεί στις τοποθεσίες υγειονομικής ταφής. Η βιβλιογραφία είναι γεμάτη με μελέτες που αφορούν τεχνικές και διαδικασίες επεξεργασίας των νοσοκομειακών ιατρικών αποβλήτων. Ωστόσο υπάρχουν ορισμένοι τύποι αποβλήτων που θεωρούνται υπερβολικά επικίνδυνοι για να ανακυκλωθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν χωρίς προεπεξεργασία. Τα μολυσματικά απόβλητα υγειονομικής περίθαλψης είναι ένα τέτοιο είδος αποβλήτων. Σύμφωνα με τον ΠΟΥ, περίπου το 75% έως 90% των απορριμμάτων που παράγονται σε όλες τις εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να θεωρηθούν ως μη επικίνδυνες, ενώ το υπόλοιπο 10-25% δεν μπορεί να αγνοηθεί καθώς μπορεί να αποτελείται από μολυσματικά, ραδιενεργά, τοξικά ή γονιδιοτοξικά στοιχεία. (Yves Chartier et al., 2014).

Τα τελευταία χρόνια, η παραγωγή νοσοκομειακών αποβλήτων έχει αυξηθεί σημαντικά εξαιτίας της αύξησης του πληθυσμού, όπως και ο αριθμός των εγκαταστάσεων υγειονομικής περίθαλψης και η χρήση ιατρικών προϊόντων μιας χρήσης. Για το λόγο αυτό σε πολλές, ιδίως ανεπτυγμένες, χώρες έχουν επιβληθεί αυστηρές οδηγίες σχετικά με τη διαχείριση των νοσοκομειακών αποβλήτων. Οι αναπτυσσόμενες χώρες, από την άλλη πλευρά, έχουν περιορισμένους πόρους όταν πρόκειται για την αποτελεσματική διαχείριση των νοσοκομειακών αποβλήτων (Caniato, Tudor & Vaccari, 2015). Η κακή διατροφή, η ανεπαρκής υγειονομική περίθαλψη και η έλλειψη εμβολιασμών αυξάνουν την ευαισθησία του κοινού στη μόλυνση από τα μη επεξεργασμένα ιατρικά απόβλητα.

Διάφορα επικίνδυνα περιστατικά στις νοσοκομειακές μονάδες ανά τον κόσμο έχουν καταγραφεί και εγείρουν την ανησυχία για τους κινδύνους της δημόσιας υγείας. Για παράδειγμα, ο Salkin (2004) ανέφερε έναν αριθμό τραυματισμών από βελόνα σε εργαζόμενους σε νοσοκομεία και τραυματισμούς χειριστών κατά το χειρισμό μολυσμένων αποβλήτων αναμειγμένα με άλλα είδη αποβλήτων. Οι Shiao, Guo & McLaws (2005) ανέφεραν 7.550 τραυματισμοί από βελόνα και αιχμηρά αντικείμενα μεταξύ 8.645 εργαζομένων σε νοσοκομεία στην Ταϊβάν και το 66,7% αυτών των τραυματισμών προήλθε από μολυσμένη βελόνα με κοίλη οπή. Στην υποσαχάρια Αφρική, καταγράφηκε επαναχρησιμοποίηση των μολυσμένων συριγγών και βελόνων στην ιατρική πρακτική, η οποία ευθύνεται για το 5% των μολύνσεων από τον HIV (Crabb, 2003).

Στη Δυτική Αφρική καταγράφηκαν 300 εκατομμύρια τόνοι αποβλήτων που σχετίζονται με την έγχυση που δημιουργήθηκε κατά τη διάρκεια μαζικού εμβολιασμού 6 εκατομμυρίων παιδιών κατά της ιλαράς σε 6 χώρες (Kezaala, 2002). Τέτοια επίπεδα παραγωγής ιατρικών αποβλήτων θα μπορούσαν να δημιουργήσουν κινδύνους για την υγεία των εργαζομένων στην υγειονομική περίθαλψη αλλά και για τη δημόσια υγεία, καθώς τα παιδιά παίζουν γύρω από χωματερές και έχουν προσβληθεί από ασθένειες όπως ηπατίτιδα και HIV μέσω διαδερμικών κακώσεων από την επαφή με τα μολυσμένα αιχμηρά αντικείμενα των αποβλήτων.

Ο ΠΟΥ αναφέρει ότι οι αποστειρωμένες σύριγγες προκαλούν 80.000 έως 160.000 περιπτώσεις μόλυνσης από τον HIV, 5 εκατομμύρια περιπτώσεις ηπατίτιδας C και 8 έως 16 εκατομμύρια περιπτώσεις ηπατίτιδας B κάθε χρόνο. Όπως καταφαίνεται από την ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας, οι αναπτυσσόμενες χώρες έχουν περιορισμένους πόρους όσον αφορά την ασφαλή διαχείριση των νοσοκομειακών αποβλήτων. Επιπλέον, τα νοσοκομεία σε αυτές τις χώρες υποφέρουν από φτωχές πρακτικές διαχωρισμού, συλλογής, αποθήκευσης, μεταφοράς και διάθεσης των ιατρικών αποβλήτων, που μπορεί να οδηγήσουν σε επαγγελματικούς και περιβαλλοντικούς κινδύνους.

## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Διαχείριση των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων

### 2.1. Τεχνολογίες Διαχείρισης των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων

Παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις, την επέκταση των συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης και την παράλληλη αύξηση της ζήτησης για ιατρικό εξοπλισμό και προμήθειες, η μη ασφαλής διάθεση και η κακή διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων που παράγονται σε χώρους υγειονομικής περίθαλψης αυξάνονται επίσης σταδιακά (Minoglou, Gerassimidou & Komilis, 2017).

Η αποτέφρωση αποτελεί την πιο κοινή μέθοδο τελικής διάθεσης των ιατρικών αποβλήτων και τα τελευταία χρόνια έχουν εφαρμοστεί αυστηρότερα πρότυπα για τη μείωση των επιβλαβών εκπομπών κατά την καύση. Στο πλαίσιο της προστασίας του περιβάλλοντος από τη ρύπανση έχουν πλέον χρησιμοποιηθεί ορισμένες ασφαλέστερες τεχνολογίες στις ανεπτυγμένες χώρες, όπως η αποτέφρωση, η αποστείρωση με ατμό, η απολύμανση μικροκυμάτων, η χημική απολύμανση, η απολύμανση με ξηρή θερμότητα και η απολύμανση με υπέρθερμο ατμό. Οι νέες τεχνολογίες χρησιμοποιούνται ως μέρος της προεπεξεργασίας, των αυτόκλειστων, των μικροκυμάτων, της χημικής απολύμανσης και των μηχανικών καταστροφών (International Committee of Red Cross, 2011).

Η αποτέφρωση και οι χώροι υγειονομικής ταφής είναι οι πιο κοινές μέθοδοι διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων παγκοσμίως (Hong et al., 2018). Πριν από το 1997, περισσότερα από το 90% των ιατρικών αποβλήτων στις Ηνωμένες Πολιτείες αποτεφρώθηκαν, γεγονός που αποτέλεσε μία από τις 3 κύριες πηγές της εκπομπής των διοξινών στον αέρα. Παρότι δημιουργήθηκαν πρότυπα αποτέφρωσης των μολυσματικών αποβλήτων, τα οποία χρειάστηκαν περισσότερο από μια δεκαετία για να σχεδιαστούν και να εγκριθούν στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι αποτεφρωτήρες εξακολουθούν να είναι η κύρια μέθοδος διαχείρισης των μολυσματικών αποβλήτων στις περισσότερες χώρες με μεταβατικές οικονομίες, όπου πάνω από το 90% των ιατρικών αποβλήτων πηγαίνουν σε ανοιχτούς χώρους υγειονομικής ταφής ή αποτεφρώνονται χωρίς τις συσκευές μείωσης που δεσμεύουν τους ρύπους όπως διοξίνες και βαρέα μέταλλα μετά την καύση των απορριμμάτων (Liu et al., 2018).

Η διαχείριση των αποβλήτων σε αυτόκλειστα με βάση τη θερμότητα αποτελεί μία ασφαλή και αποτελεσματική διαδικασία και είναι δεύτερη πιο δημοφιλής μέθοδος για την εξεργασία των ιατρικών αποβλήτων. Ωστόσο η χρήση τους εξακολουθεί να περιορίζεται σε πολύ λίγες χώρες για λόγους οικονομικής σκοπιμότητας και της εμφάνισης των επεξεργασμένων αποβλήτων. Τα απόβλητα σε αυτόκλειστο είναι πολύ δύσκολο να διακριθούν, γεγονός που οδηγεί σε σύγχυση στις χωματερές ή στις εγκαταστάσεις διάθεσης των στερεών αποβλήτων (Rozek, Krol & Mozgawa, 2019). Επιπλέον, πρέπει να σημειωθεί ότι ο όγκος των αποβλήτων δεν μειώνεται όπως συμβαίνει με την αποτέφρωση.



Πρόσφατα, η Health Care Without Harm Europe (2020a) διεξήγαγε μια έρευνα για τα μέλη του με στόχο να κατανοηθούν καλύτερα οι πρακτικές και οι προκλήσεις στη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων στα ευρωπαϊκά νοσοκομεία. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι πάνω από το 50% ανέφερε ότι η εθνική νομοθεσία απαιτεί την αποτέφρωση των νοσοκομειακών αποβλήτων, ενώ περισσότεροι από τους μισούς ερωτηθέντες δεν έχουν πρόσβαση σε άλλες τεχνολογίες επεξεργασίας των μολυσματικών αποβλήτων. Όσοι διαθέτουν τέτοιες εγκαταστάσεις ανέφεραν τη χρήση αυτόκλειστου, του φούρνου μικροκυμάτων, την επεξεργασία με υψηλή θερμοκρασία και/ή τη φυσικοχημική επεξεργασία. Οι συχνότερα αναφερόμενες προκλήσεις στη μετάβαση στη χρήση τεχνολογιών μη αποτέφρωσης είναι το υψηλό κόστος και η έλλειψη υποστηρικτικών ρυθμίσεων.

Πάνω από τους μισούς ερωτηθέντες (60%) ανέφεραν ότι οι εταιρείες ανακύκλωσης αρνούνται να συλλέξουν και να ανακυκλώσουν ορισμένα νοσοκομειακά απόβλητα κυρίως από φόβο μήπως μολυνθούν. Σχεδόν όλοι οι ερωτηθέντες (92%) έχουν ειδικό εκπαιδευτικό πρόγραμμα για το διαχωρισμό των ιατρικών αποβλήτων, προωθούν μια κουλτούρα ανακύκλωσης, ένα σχέδιο επαναχρησιμοποίησης και τη μείωση συσκευασίας στα κριτήρια προμήθειας. Όσον αφορά τις πιθανές βελτιώσεις, οι ερωτηθέντες ενδιαφέρθηκαν περισσότερο για περαιτέρω ενημέρωση σχετικά με τις εναλλακτικές τεχνολογίες επεξεργασίας αποβλήτων, για τα δημοσιευμένα στοιχεία για τα ποσοστά ανάκτησης και ανακύκλωσης των αποβλήτων στα ευρωπαϊκά νοσοκομεία και για την καθοδήγηση σχετικά με τον τρόπο πρόληψης, μείωσης και ανακύκλωσης των πλαστικών αποβλήτων (Health Care Without Harm Europe, 2020).

Συνεπώς, είναι κατανοητό ότι οι χώρες ενδιαφέρονται για τη μετάβαση από την αποτέφρωση σε πιο οικολογικούς τρόπους διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων που είναι περισσότερο φιλικές προς το περιβάλλον και στηρίζονται στις νέες τεχνολογίες, αλλά το κόστος της μετάβασης αυτής και η απουσία στήριξης από την πολιτεία αποτελούν σημαντικά εμπόδια.

## 2.2. Στάδια Διαχείρισης των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι για την ελαχιστοποίηση των κινδύνων που προκύπτουν από τα ιατρικά απόβλητα.

### *Διαχωρισμός*

Ο διαχωρισμός είναι χρήσιμος αφού αποτρέπει τη μόλυνση των μη επικίνδυνων αποβλήτων από τα επικίνδυνα απόβλητα και καθιστά επικίνδυνη ολόκληρη τη ροή των αποβλήτων. Έτσι, αυτή η μέθοδος θα μειώσει την τοξικότητα και τον όγκο των αποβλήτων. Επιπλέον, ο διαχωρισμός διευκολύνει τη μεταφορά των αποβλήτων. Τα απόβλητα διαχωρίζονται ανάλογα με την ποσότητα, τη σύνθεση και τη μέθοδο διάθεσης του ρεύματος αποβλήτων.

### *Διαχωρισμός διαφορετικών κατηγοριών ιατρικών αποβλήτων*

Τα μολυσματικά και παθολογικά απόβλητα και τα αιχμηρά αντικείμενα τοποθετούνται σε διαφορετικά δοχεία. Τα δοχεία φέρουν την ένδειξη «βιολογικού κινδύνου», είναι κλειστά, στεγανά και ομοιόμορφου χρώματος για κάθε τύπο ιατρικών αποβλήτων σε όλο το ιατρικό κέντρο. Το μέγεθος των εμπορευματοκιβωτίων εξαρτάται από τον όγκο των αποβλήτων που παράγονται και τα δοχεία που χρησιμοποιούνται είναι εύκολα στο χειρισμό και στη μεταφορά. Για τις χρησιμοποιημένες βελόνες χρησιμοποιούνται ειδικά σχεδιασμένα δοχεία. Το σύστημα διαχωρισμού, συσκευασίας και σήμανσης περιλαμβάνει το διαχωρισμό των ιατρικών αποβλήτων σε κατηγορίες. Η συσκευασία γίνεται σε χρωματιστές σακούλες. Για παράδειγμα, οι κίτρινες πλαστικές σακούλες χρησιμοποιούνται για τα μολυσματικά ιατρικά απόβλητα που προορίζονται να απορριφθούν με αποτέφρωση ή βαθιά ταφή σε χώρο υγειονομικής ταφής. Ωστόσο, εάν πρόκειται να υποβληθούν σε επεξεργασία σε αυτόκλειστο ή φούρνο μικροκυμάτων, τοποθετούνται σε κόκκινες πλαστικές σακούλες ή δοχεία.

Στον αυτόκαυστο με ατμό, τα απόβλητα απολυμαίνονται από τις επιδράσεις του κορεσμένου ατμού σε υψηλές θερμοκρασίες και υψηλή πίεση. Αυτή η μέθοδος δεν ισχύει για τα παθολογικά, τα χημικοθεραπευτικά και τα ραδιενεργά απόβλητα. Τα επικίνδυνα απόβλητα που συσκευάζονται σε μπλε ή λευκές διαφανείς σακούλες συνήθως υποβάλλονται σε επεξεργασία με αυτόκαυστο, φούρνο μικροκυμάτων, χημική επεξεργασία και τεμαχισμό ή με υγειονομική ταφή. Όσον αφορά την επισήμανση, τα ιατρικά απόβλητα είναι ευρέως γνωστό ότι έχουν το σύμβολο του βιολογικού κινδύνου. Τόσο η συσκευασία όσο και η επισήμανση υιοθετούνται παγκοσμίως (Shareefdeen, 2012).

### *Απολύμανση*

Προκειμένου να μειωθεί η τοξικότητα ορισμένων ιατρικών αποβλήτων μερικές φορές χρησιμοποιούνται χημικά απολυμαντικά (όπως διοξείδιο του χλωρίου, υποχλωριώδες νάτριο ή οξικό οξύ). Για τα στερεά απόβλητα, η απολύμανση είναι αποτελεσματική εάν τεμαχίζονται. Σε ορισμένες περιπτώσεις τα ίδια τα απολυμαντικά είναι επικίνδυνα, επομένως δεν συνιστάται για την επεξεργασία φαρμακευτικών, χημικών και ορισμένων τύπων μολυσματικών αποβλήτων.

### *Αποτέφρωση*

Η αποτέφρωση είναι η διαδικασία καταστροφής των απορριμμάτων με την καύση τους σε υψηλές θερμοκρασίες σε φούρνους. Η διαδικασία απομακρύνει τα επικίνδυνα υλικά, μειώνει τη μάζα και τον όγκο των απορριμμάτων και τα μετατρέπει σε στάχτη που είναι αβλαβής. Η αποτέφρωση είναι κατάλληλη για απόβλητα που είναι 60% εύφλεκτα. Η αποτέφρωση είναι κατάλληλη για τα παθολογικά και τα μολυσματικά απόβλητα ή για τα αιχμηρά απόβλητα. Για την απόρριψη φαρμακευτικών προϊόντων χρησιμοποιείται ένας κινητός αποτεφρωτήρας που ονομάζεται 'Drug Terminator'. Για τα παθολογικά και τα μολυσματικά απόβλητα χρησιμοποιείται ο αποτεφρωτήρας που ονομάζεται 'MediBurn', με καύση ντίζελ και χρησιμοποιείται σε μικρές ιατρικές εγκαταστάσεις και εργαστήρια. Το πλεονέκτημα της διαδικασίας αποτέφρωσης είναι ότι ο όγκος των αποβλήτων που θα παραμείνει για διάθεση θα έχει μειωθεί κατά 50-400 φορές.

Ωστόσο, τα μειονεκτήματά του περιλαμβάνουν το υψηλό κόστος, την παραγωγή καπνού και τους κινδύνους ρύπανσης. Οι αποτεφρωτήρες στα νοσοκομεία παράγουν περισσότερα φουράνια και διοξίνες από τα αποτεφρωτήρια που χρησιμοποιούνται στο δήμο που οφείλεται στη συνεχή έναρξη και διακοπή της λειτουργίας τους, στους μη αυστηρούς ελέγχους των εκπομπών, στον ανεπαρκή έλεγχο της καύσης και στις διαφορές στη σύνθεση τροφοδοσίας των αποβλήτων σε σύγκριση με τα αστικά στερεά απόβλητα. Οι αποτεφρωτήρες συνήθως κατασκευάζονται με καμινάδα για τη μείωση του καπνού και συνήθως βρίσκονται τουλάχιστον 100 μέτρα μακριά από το νοσοκομείο προκειμένου να μειωθεί η επίδραση του καπνού (Shareefdeen, 2012).

## *Απολύμανση με πλάσμα*

Σε αυτή τη διαδικασία, το πλάσμα χαμηλής θερμοκρασίας που παράγεται από τη γεννήτρια πλάσματος χρησιμοποιώντας τον αέρα ως λειτουργικό ρευστό οργανώνει μια διαδικασία καύσης. Τα ιατρικά απόβλητα αναμειγνύονται συνεχώς, μεγιστοποιώντας έτσι την ανταλλαγή θερμότητας και μάζας που εξοικονομεί οποιαδήποτε απώλεια ενέργειας. Η παραγόμενη θερμότητα χρησιμοποιείται ως πρόσθετη πηγή θερμότητας στη διαδικασία. Αυτή η τεχνολογία εξαλείφει το σχηματισμό και την απελευθέρωση ακανόνιστων μορφών διοξινών και ουσιών υψηλής τοξικότητας στην ατμόσφαιρα. Ένα άλλο βασικό πλεονέκτημα είναι ότι έχει χαμηλή κατανάλωση ενέργειας σε σύγκριση με άλλες διαδικασίες ανοργανοποίησης, δηλαδή την καύση (Rutberg et al., 2002).

Πέραν αυτών των μεθόδων, η αναδυόμενη τεχνολογία προσφέρει και άλλες επιλογές για τη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων. Η μετατροπή των επικίνδυνων ιατρικών αποβλήτων σε αστικά στερεά απόβλητα έχει εισαχθεί πρόσφατα. Η μέθοδος περιλαμβάνει τον τεμαχισμό και το τρίψιμο των σακουλών με τα μολυσματικά ιατρικά απόβλητα μέσω κοφτερών λεπίδων κοπής που είναι εγκατεστημένες μέσα στα δοχεία. Οι λεπίδες περιστρέφονται στις 1750 στροφές ανά λεπτό με αποτέλεσμα τη μείωση του όγκου των αποβλήτων κατά 80%. Τα βήματα που περιλαμβάνονται στη διαδικασία αυτή είναι η φόρτωση, ο τεμαχισμός, η θέρμανση, η αποστείρωση, η ψύξη, η αποστράγγιση, το κενό και η εκφόρτωση.

Ολόκληρη η διαδικασία περικλείεται σε ένα συμπαγές σύστημα και δεν υπάρχει ενδιάμεση διαχείριση των αποβλήτων στη διαδικασία. Λόγω του μικρού μεγέθους, αυτό το σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί εύκολα για επιτόπια επεξεργασία των αποβλήτων σε νοσοκομεία. Αυτό θα μειώσει το κόστος μεταφοράς των ιατρικών αποβλήτων και επιπλέον δεν επιβαρύνει το περιβάλλον καθώς είναι μία καθαρή και χωρίς χημικά τεχνολογία και δεν έχει οποιαδήποτε επικίνδυνη εκπομπή ή ακτινοβολία. Συνεπώς, πρόκειται για μία οικονομική, αξιόπιστη και φιλική προς το περιβάλλον διαδικασία διαχείρισης των μολυσματικών ιατρικών αποβλήτων. Η τεχνολογία αυτή εφαρμόζεται επί του παρόντος στις χώρες της Μέσης Ανατολής όπως το Ιράκ, η Ιορδανία, το Κουβέιτ, ο Λίβανος, η Συρία και τα Ηνωμένα Αραβικά Έθνη (Shareefdeen, 2012).

Η διάθεση γης για την εφαρμογή της διάθεσης των ιατρικών αποβλήτων δεν είναι γενικά αποδεκτή σε πολλές χώρες με νόμους και κανονισμούς. Πλέον, υπάρχουν αυστηρότεροι έλεγχοι της υγειονομικής ταφής των απορριμμάτων και έχει αυξηθεί η αντίσταση του κοινού στη διάθεση της γης λόγω των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η απόρριψη των ιατρικών αποβλήτων σε χώρους υγιεινής, όπως οι χωματερές που αποτελούν τις ελεγχόμενες και σχεδιασμένες από μηχανικούς χώρους υγειονομικής ταφής, είναι ευρέως απαράδεκτες στις βιομηχανικές χώρες (Nemathanga, Maringa & Chimuka, 2008).

Τα κακώς διαχειριζόμενα ιατρικά απόβλητα εξακολουθούν να έχουν προβλήματα στο στάδιο της αποθήκευσης και της τελικής διάθεσης, καθώς μπορούν να θέσουν σε υψηλό κίνδυνο τους χειριστές των αποβλήτων, τους εργαζόμενους κατά την επεξεργασία και τη διάθεση στις εγκαταστάσεις των αποβλήτων, αλλά και το ευρύ κοινό και έχουν ως αποτέλεσμα άλλα περιβαλλοντικά προβλήματα όπως η ρύπανση του πόσιμου νερού, η ανάπτυξη τρωκτικών και παρασίτων, η δυσάρεστη οσμή και η μόλυνση του εδάφους και των υπόγειων υδάτων (Babanyara et al., 2013).

### **2.3. Θεσμικό Πλαίσιο της Διαχείρισης των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων**

Στόχος της θέσπισης του νομικού πλαισίου για τη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων είναι η διασφάλιση της προστασίας των πολιτών, η προστασία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος. Σύμφωνα με όσα αναφέρονται στο Αρ. Πρωτ. 2310/2013 (ΦΕΚ/26.4.2013) οι βασικές θεσμικές ρυθμίσεις της χώρας μας σχετικά με τη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων του τομέα της υγειονομικής περίθαλψης περιλαμβάνει τα κάτωθι:

- Νόμος 4071/2012 (ΦΕΚ 85/Α) «Ρυθμίσεις για την τοπική ανάπτυξη, την αυτοδιοίκηση και την αποκεντρωμένη διοίκηση – Ενσωμάτωση Οδηγίας 2009/50/ΕΚ».
- Νόμος 4042/2012 (ΦΕΚ 24/Α) «Ποινική προστασία του περιβάλλοντος-Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/ΕΚ-Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων-Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ-Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής».
- Υπουργική Απόφαση 1958/2012 (ΦΕΚ 21/Β) «Κατάταξη δημόσιων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες και υποκατηγορίες σύμφωνα με το Άρθρο 1 παράγραφος 4 του Ν. 4014/21.09.2011 (Φ.Ε.Κ. Α'209/2011)».
- Νόμος 4014/2011 (ΦΕΚ 209/Α) «Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, ρύθμιση αυθαιρέτων σε συνάρτηση με δημιουργία περιβαλλοντικού ισοζυγίου και άλλες διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος», όπως τροποποιήθηκε και ισχύει.

- Νόμος 3852/2010 (ΦΕΚ 87/Α) «Νέα Αρχιτεκτονική της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης – Πρόγραμμα Καλλικράτης» και τα εκτελεστικά Π.Δ. που έχουν εκδοθεί.
- Νόμος 2939/2001 (ΦΕΚ 179/Α) «Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων- Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.) και άλλες διατάξεις», όπως τροποποιήθηκε και συμπληρώθηκε από το Ν. 3854/10 (ΦΕΚ 94/Α), την ΚΥΑ 9268/469/07 (ΦΕΚ 286/Β), την ΚΥΑ 9269/470/07 (ΦΕΚ 286/Β), την ΚΥΑ οικ. 104826/2004 (ΦΕΚ 849/Β) και τα σχετικά προεδρικά διατάγματα.
- Νόμος 1650/1986 (ΦΕΚ 160/Α) «για την προστασίας του περιβάλλοντος», όπως τροποποιήθηκε με το Ν. 3010/2002 (ΦΕΚ 1016/Β)
- Προεδρικό Διάταγμα 148/2009 (ΦΕΚ 190/Α) «Περιβαλλοντική ευθύνη για την πρόληψη και την αποκατάσταση των ζημιών στο περιβάλλον – Εναρμόνιση με την οδηγία 2004/35/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 21ης Απριλίου 2004, όπως ισχύει»
- Κοινή Υπουργική Απόφαση 2527/2009 (ΦΕΚ 83/Β) «Ειδικότερα ζητήματα και θέματα αναφορικά με τη λειτουργία, την άσκηση των δραστηριοτήτων και την άσκηση τιμολογιακής πολιτικής των Φορέων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΦΟΔΣΑ)»
- Κοινή Υπουργική Απόφαση 50910/2727/2003 (ΦΕΚ 1909/Β) «Μέτρα και όροι για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός σχεδιασμός διαχείρισης», όπως τροποποιήθηκε από το Ν. 3982/2011 (ΦΕΚ 143/Α)
- Κοινή Υπουργική Απόφαση 29407/3508/2002 (ΦΕΚ 1572/Β) «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων».

- Κοινή Υπουργική Απόφαση 114218/1997 (ΦΕΚ 1016/Β) «Κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων».

Επιπλέον, ο κάτοχος των ιατρικών αποβλήτων είναι υποχρεωμένος βάσει νόμου να:

- παραδίδει τα ιατρικά απόβλητα στο φυσικό ή νομικό πρόσωπο στο οποίο έχει χορηγηθεί η σχετική άδεια και αφορά τις διαδικασίες της συλλογής, της μεταφοράς, της αποθήκευσης, της αξιοποίησης, της επεξεργασίας και της διάθεσης ή
- να εξασφαλίζει ο ίδιος τη συλλογή, μεταφορά, αποθήκευση, αξιοποίηση, επεξεργασία ή διάθεσή των ιατρικών αποβλήτων.

Η υγειονομική μονάδα είναι υπεύθυνη για την κατάρτιση ενός Εσωτερικού Κανονισμού Διαχείρισης Επικίνδυνων Ιατρικών Αποβλήτων που θα αφορά με λεπτομέρεια τον προσδιορισμό των εργασιών διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων εντός της μονάδας. Η Διοίκηση Υγειονομικής Περιφέρειας είναι αρμόδια για την έγκριση του Κανονισμού, ο οποίος περιλαμβάνει τα εξής:

- την περιγραφή των ιατρικών αποβλήτων προς διαχείριση,
- τα μέτρα υγείας και ασφάλειας κατά τη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων,
- την περιγραφή του τρόπου, των μέσων, του εξοπλισμού και των υπευθύνων ατόμων για τη συλλογή, τη μεταφορά και την προσωρινή αποθήκευση των επικίνδυνων ιατρικών αποβλήτων εντός της μονάδας,
- τη συμπλήρωση των συνοδευτικών εγγράφων που αφορούν στη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων,
- την αναφορά του αρμόδιου διοικητικού, τεχνικού, ιατρικού, νοσηλευτικού και βοηθητικού προσωπικού που εμπλέκεται στις διαδικασίες της διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων και
- τη σύνταξη και την εφαρμογή ενός Σχεδίου Έκτακτης Ανάγκης.

## **Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>: Δεδομένα για τη Διαχείριση των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων**

### **3.1. Δεδομένα για τη Διαχείριση των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων σε διεθνές επίπεδο**

Η μελέτη του ΠΟΥ σε 24 χώρες έδειξε ότι το 18-64% των πλαισίων υγειονομικής περίθαλψης δεν χρησιμοποιεί τις κατάλληλες τεχνικές για τη διάθεση των ιατρικών αποβλήτων. Η έκθεση κατέληξε ότι, κατά μέσο όρο, μόνο το 58% των εγκαταστάσεων από 24 χώρες χαμηλού εισοδήματος είχε επαρκή ασφαλή διάθεση των αποβλήτων υγειονομικής περίθαλψης. Μεταξύ όλων των χωρών-μελών, η Περιφέρεια Νοτιοανατολικής Ασίας συμπεριλαμβανομένου του Μπαγκλαντές, του Μπουτάν, της Ινδίας, του Νεπάλ, της Σρι Λάνκα και του Ανατολικού Τιμόρ, έδειξαν ότι η ελάχιστη ασφαλής ρύθμιση απόρριψης των ιατρικών αποβλήτων ίσχυε μόνο για το 44% των εγκαταστάσεων. Αυτά τα αποτελέσματα περιπλέκουν τις προκλήσεις για την υγεία σε περιβάλλοντα με περιορισμένους πόρους και επιφέρουν υψηλή επιβάρυνση ασθενειών σε χώρες με οικονομίες σε μεταβατική περίοδο (World Health Organization, 2015).

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, οι ανεπτυγμένες χώρες έχουν οργανώσει σωστά την υποδομή διάθεσης και διαχείρισης των νοσοκομειακών απορριμμάτων, ενώ στις αναπτυσσόμενες χώρες τα δεδομένα είναι ανησυχητικά καθώς υπάρχει έλλειψη ευαισθητοποίησης σχετικά με τις διαδικασίες του διαχωρισμού, της συλλογής, της αποθήκευσης, της μεταφοράς και της διάθεσης των νοσοκομειακών αποβλήτων. Η διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων δεν έχει λάβει την πρέπουσα προσοχή στις αναπτυσσόμενες χώρες, οι τεχνικές απόρριψης είναι κακές και οι εργαζόμενοι έχουν ελάχιστη επίγνωση των σχετικών κινδύνων.

Υπάρχει επίσης έλλειψη ευαισθητοποίησης σε επίπεδο πολιτικής και νομοθεσίας για την υγεία. Στην περίπτωση των κυτταροτοξικών φαρμάκων χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή κατά τη διάρκεια της απόρριψης, καθώς η μόλυνση των χειριστών είναι εύκολη και μπορεί να οδηγήσει σε κατάποση και απορρόφηση προκαλώντας σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία. Απαιτείται συνεπώς η επαρκής εκπαίδευση και η παροχή του κατάλληλου εξοπλισμού ασφαλείας και θα πρέπει να διασφαλιστεί ότι οι κίνδυνοι από τα νοσοκομειακά απόβλητα για τα άτομα και το περιβάλλον θα ελαχιστοποιηθούν. Η σωστή διαχείριση των νοσοκομειακών αποβλήτων εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως ο σωστός προγραμματισμός, η επαρκής χρηματοδότηση, η διοίκηση και η δέσμευση σε επίπεδο πολιτικό (Amin, Gul & Mehrab, 2013).



Για παράδειγμα, η συγχρονική μελέτη παρατήρησης των Amin, Gul & Mehrab (2013) εξέτασε τις πρακτικές διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων σε 15 νοσοκομεία της πόλης Πεσαβάρ του Πακιστάν. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω ενός προσχεδιασμένου ερωτηματολογίου με λίστα ελέγχου και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το 80% του προσωπικού του νοσοκομείου γνώριζε τις τεχνικές της διαχείρισης των ιατρικών νοσοκομειακών αποβλήτων. Η εφαρμογή ενός σχεδίου διαχείρισης των αποβλήτων καταγράφηκε μόνο στο 30% των νοσοκομείων και κατά μέσο όρο η ποσότητα των απορριμμάτων που παρήχθησαν ημερησίως ήταν 0,5-1 kg/κρεβάτι/ημέρα. Ο διαχωρισμός σε απόβλητα κινδύνου και μη επικίνδυνα πραγματοποιήθηκε στο 93,3% των νοσοκομείων.

Για τα μη επικίνδυνα απόβλητα, η διάθεση μέσω της Δημοτικής Επιχείρησης πραγματοποιήθηκε στο 86,67% των νοσοκομείων, ενώ σε ποσοστό 13,3% οδηγήθηκαν σε καύση. Τα επικίνδυνα απόβλητα είτε θάφτηκαν είτε κάηκαν και η σωστή αποτέφρωση πραγματοποιήθηκε μόνο στο 33,3% των νοσοκομείων. Οι συγγραφείς συμπέραναν ότι οι πρακτικές παραγωγής, διαχωρισμού, συλλογής, μεταφοράς και διάθεσης των νοσοκομειακών αποβλήτων δεν ήταν σύμφωνες με τα πρότυπα των κατευθυντήριων γραμμών. Παράλληλα, η μέση παραγωγή των ιατρικών αποβλήτων στα περισσότερα νοσοκομεία ήταν σχεδόν ισοδύναμη με άλλες λιγότερο αναπτυγμένες χώρες, αλλά λιγότερη από αυτή των ανεπτυγμένων χωρών.

Λαμβάνοντας υπόψη τη σημασία της διαχείρισης απορριμμάτων υγειονομικής περίθαλψης, την κύρωση του νόμου για τη διαχείριση απορριμμάτων το 2005, την έγκριση του εκτελεστικού του καταστατικού το 2006 και τέλος τα κριτήρια της διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων που ψηφίστηκαν από το κοινοβούλιο το 2008 οι Malekahmadi et al (2014) αναθεώρησαν την κατάσταση της διαχείρισης των υγειονομικών αποβλήτων για την ορθή εφαρμογή του αναφερόμενου νόμου. Η αναδρομική τους μελέτη εστίασε στα δημόσια νοσοκομεία στην πρωτεύουσα του Ιράν, την Τεχεράνη και τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω ενός τυποποιημένου ερωτηματολογίου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το 5,6% των νοσοκομείων ήταν άριστα ως προς τη διαχείριση των νοσοκομειακών αποβλήτων, το 50,7% έκαναν καλή πρακτική, το 26,4% μέτρια, το 13,9% των νοσοκομείων ήταν αδύναμα και το 3,5% πολύ φτωχά.

Σημαντικό είναι το εύρημα ότι βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ της διαχείρισης των αποβλήτων υγειονομικής περίθαλψης και της ύπαρξης εμπειρογνώμονα περιβαλλοντικής υγείας. Η κατάσταση της διαχείρισης των αποβλήτων σε νοσοκομεία με τέτοιους ειδικούς ήταν σε καλύτερη κατάσταση σε σύγκριση με άλλα νοσοκομεία χωρίς τους αναφερόμενους εμπειρογνώμονες. Πρέπει να αναφερθεί ότι η κατάσταση διαχείρισης των αποβλήτων στο 53,3% των νοσοκομείων με περιβαλλοντικούς εμπειρογνώμονες ήταν καλή. Επιπλέον, υπήρξε συσχέτιση μεταξύ της κατάστασης της διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων και της διεξαγωγής εκπαιδευτικών μαθημάτων που αφορούσαν τα ζητήματα της διαχείρισης αποβλήτων.

Η διαχείριση αποβλήτων ήταν καλή στο 69,1% των νοσοκομείων με εκπαιδευμένο προσωπικό. Από τα 8 νοσοκομεία, τα 2 (25%) διαχωρίζουν τα αιχμηρά αντικείμενα, τα παθολογικά και χημικά απόβλητα, τα μολυσματικά απόβλητα, τα φαρμακευτικά προϊόντα και τα δοχεία υπό πίεση. Για τη διαχείριση των δυνητικά επικίνδυνων αποβλήτων, τα 2 νοσοκομεία του δείγματος (25%) παρείχαν τα απαραίτητα προστατευτικά στους χειριστές των αποβλήτων. Μόνο 1 νοσοκομείο (12,5%) οργάνωσε τακτικά εκπαιδευτικές συνεδρίες για το προσωπικό που χειρίζεται τα απόβλητα.

Μόνο 5 νοσοκομεία (62,5%) είχαν χώρους προσωρινής αποθήκευσης των αποβλήτων. Μόνο 5 νοσοκομεία (62,5%) διέθεταν τα επικίνδυνα απόβλητά τους με καύση σε αποτεφρωτήρες, τα 2 (25%) τα απέρριπταν σε δημοτικούς χώρους υγειονομικής ταφής και το 1 (12,5%) τα έκαιγε σε υπαίθριο χώρο χωρίς ειδική επεξεργασία. Μόνο 2 νοσοκομεία (25%) είχαν καλά τεκμηριωμένες κατευθυντήριες γραμμές για τη διαχείριση των απορριμμάτων και μια κατάλληλη ομάδα διαχείρισης απορριμμάτων. Τα ευρήματα έδειξαν ότι θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν κατάλληλες τεχνολογίες για να υπάρξει καλύτερο στάδιο της διάθεσης των ιατρικών αποβλήτων. Καθώς τα επικυρωμένα κριτήρια δεν τηρήθηκαν πλήρως από όλα τα επιλεγμένα νοσοκομεία, η διεξαγωγή εκπαιδευτικών προγραμμάτων θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως πρακτικό εργαλείο για τη σωστή εφαρμογή όλων των σταδίων της διαχείρισης των νοσοκομειακών αποβλήτων (Malekahmadi et al., 2014).

Όμοια ανησυχητικά αποτελέσματα παρουσίασε και η περιγραφική συγχρονική μελέτη των Taghipour & Mosaféri (2009) σε 10 από τα 25 ενεργά νοσοκομεία της πόλης Tabriz του Ιράν. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι περισσότεροι από 13,59 τόνοι συνολικών ιατρικών αποβλήτων και 4,06 τόνοι επικίνδυνων-μολυσματικών ιατρικών αποβλήτων παράγονται από τα ενεργά νοσοκομεία της πόλης ημερησίως. Παρά τον τεράστιο όγκο δεν υπάρχουν πρακτικές οδηγίες ή κατάλληλη εποπτεία στα διαφορετικά επίπεδα διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων. Οι υγειονομικές αρχές και οι διευθυντές των νοσοκομείων δεν αναλαμβάνουν επαρκή ευθύνη για τα ιατρικά απόβλητα λόγω οικονομικών προβλημάτων και εξαιτίας της έλλειψης της ενημέρωσης σχετικά με τους κινδύνους των ιατρικών αποβλήτων. Ο διαχωρισμός και η ελαχιστοποίηση των απορριμμάτων δεν γίνονται σωστά σε κανένα από τα νοσοκομεία, ενώ η χρήση των προστατευτικών μέτρων από το προσωπικό και οι χώροι προσωρινής αποθήκευσης δεν συμφωνούσαν με τα πρότυπα στο 70% των νοσοκομείων.

Περίπου το 50% των νοσοκομείων είχαν εξοπλιστεί με αποτεφρωτήρα, αλλά όλα εκτός από ένα τον είχαν καταργήσει σταδιακά λόγω των προβλημάτων λειτουργίας και της συντήρησης αλλά και εξαιτίας της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Σχεδόν όλα τα νοσοκομεία διέθεταν υπεύθυνο διαχείρισης των αποβλήτων, αλλά δεν υπάρχει ένα αποτελεσματικό πρόγραμμα εκπαίδευσης για το προσωπικό. Τα μολυσματικά-επικίνδυνα ιατρικά απόβλητα αναμειγνύονται με γενικά απόβλητα και απορρίπτονται σε χώρο υγειονομικής ταφής αστικών απορριμμάτων, ο οποίος είναι ένας ανθυγιεινός χώρος χωματερής. Ο παράνομος διαχωρισμός και η ανακύκλωση των ιατρικών αποβλήτων πραγματοποιείται στον τόπο της τελικής διάθεσης. Ως εκ τούτου, υπάρχουν ανησυχίες για τη μόλυνση του περιβάλλοντος και τη μετάδοση μολυσματικών ασθενειών (Taghipour & Mosaferei, 2009).

Μία ακόμη μελέτη επικεντρώθηκε στο Ιράν, το οποίο φαίνεται ότι αντιμετωπίζει σοβαρό πρόβλημα με τη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων. Η συγχρονική μελέτη των Farzadkia et al (2009) διερεύνησε και αξιολόγησε τις διαδικασίες της διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων σε κάθε στάδιο της (παραγωγή, διαχωρισμός, συλλογή, αποθήκευση και διάθεση των αποβλήτων) σε 8 πανεπιστημιακά νοσοκομεία του Ιράν. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε μέσω ερωτηματολογίου και άμεσης παρατήρησης από τους ερευνητές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο ρυθμός παραγωγής απορριμμάτων ήταν 2,5 έως 3,01kg ανά κλίνη ημερησίως, που περιελάμβανε το 85-90% των οικιακών απορριμμάτων και το 10-15% των μολυσματικών απορριμμάτων. Η έλλειψη διαχωρισμού μεταξύ των επικίνδυνων και μη επικίνδυνων αποβλήτων, η απουσία των απαραίτητων κανονισμών για τη συλλογή των αποβλήτων από τους νοσοκομειακούς θαλάμους και της επιτόπιας μεταφοράς τους σε χώρο προσωρινής αποθήκευσης, η έλλειψη της κατάλληλης επεξεργασίας και η διάθεση των νοσοκομειακών αποβλήτων μαζί με τα δημοτικά σκουπίδια συνιστούν τη βασική εικόνα της διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων.

Η πρόσφατη μελέτη σε νοσοκομεία της Γκάνα σχετικά με τη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων σε 5 νοσοκομεία ανέδειξε εξίσου ανησυχητικά ευρήματα. Η συγχρονική μελέτη των Adu et al (2020) στόχευε την αξιολόγηση των σταδίων της διαχείρισης των νοσοκομειακών αποβλήτων και έκανε χρήση 250 ερωτηματολογίων που διανεμήθηκαν στο προσωπικό των 5 νοσοκομείων με στόχο να αξιολογηθούν τα πρότυπα συμπεριφοράς στη διαλογή των αποβλήτων και η αποτελεσματικότητα της διαχείρισης των νοσοκομειακών αποβλήτων. Επιπλέον, εξετάστηκαν οι τρέχουσες μέθοδοι συλλογής, αποθήκευσης, επεξεργασίας και απόρριψης που χρησιμοποιούνται στις νοσοκομειακές εγκαταστάσεις.

Η διαχείριση νοσοκομειακών αποβλήτων στην Γκάνα αντιμετωπίζει τον κίνδυνο της μόλυνσης από την έλλειψη της ενδεδειγμένης διαλογής των αποβλήτων στα σημεία παραγωγής, εξαιτίας της συνδιάθεσης επικίνδυνων και μη επικίνδυνων τύπων αποβλήτων και της χρήσης λάκκων ανοιχτής φωτιάς και υποβαθμισμένων αποτεφρωτηρίων για την καύση των μολυσματικών αποβλήτων. Η χρήση υποβαθμισμένων αποτεφρωτηρίων έχει αυξήσει την πιθανότητα εξάπλωσης λοιμώξεων και χημικών ρύπων. Παρόλο που στα νοσοκομεία εφαρμόζεται ο διαχωρισμός των μολυσμένων αιχμηρών αντικείμενων σε καφέ κουτιά ασφαλείας, η χρωματική κωδικοποίηση για άλλα δοχεία μολυσματικών απορριμμάτων ήταν ασυνεπής σε όλες τις εγκαταστάσεις υγείας.

Η μελέτη των Kumar et al (2015) έκανε χρήση της μεθοδολογίας της άμεσης παρατήρησης και των εις βάθος συνεντεύξεων σε διοικητές και σε ανώτερα στελέχη νοσοκομείων οι οποίοι εμπλέκονται στη διαχείριση των αποβλήτων της υγειονομικής περίθαλψης. Η έρευνα εστίασε σε νοσοκομεία του Πακιστάν και τα ευρήματα έδειξαν την ύπαρξη σοβαρών κενών και ελλείψεων σχετικά με το διαχωρισμό, τη συλλογή, την αποθήκευση και τη διάθεση των νοσοκομειακών αποβλήτων, με αποτέλεσμα να αποδεικνύονται επικίνδυνα για τους ασθενείς αλλά και τους επισκέπτες. Η κακή ασφάλεια, ο ανεπαρκής προϋπολογισμός, η έλλειψη εκπαίδευσης, η αδύναμη παρακολούθηση και εποπτεία και ο ανεπαρκής συντονισμός αποτελούν τους λόγους για την ακατάλληλη διαχείριση των αποβλήτων στα τριτοβάθμια νοσοκομεία του Ραβαλπίντι στο Πακιστάν.

Όσον αφορά τη διαχείριση των αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση, σύμφωνα με την Οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης 2000/76/ΕΚ για την αποτέφρωση αποβλήτων, οι αποτεφρωτήρες των ιατρικών αποβλήτων θα πρέπει να πληρούν το όριο εκπομπών που έχει καθοριστεί στο 0,1 ng TEQ/m<sup>3</sup> για διοξίνες και φουράνια. Επί του παρόντος, η συντριπτική πλειοψηφία των αποτεφρωτήρων ιατρικών αποβλήτων στα νέα κράτη μέλη και σε ορισμένες χώρες της δυτικής Ευρώπης δεν πληρούν αυτό το πρότυπο. Η επένδυση σε λιγότερο ακριβές και σε πιο φιλικές προς το περιβάλλον τεχνολογίες μη αποτέφρωσης φαίνεται να είναι μία πιο κερδοφόρα εναλλακτική. Η διεθνής σύμβαση για την εξάλειψη των έμμονων οργανικών ρύπων (POPs) υπογράφηκε στη Στοκχόλμη της Σουηδίας τον Μάιο του 2001 και τέθηκε σε ισχύ τον Μάιο του 2004. Το άρθρο 5 απαιτεί από τις χώρες κράτη-μέλη να εξαλείψουν την παραγωγή POP, συμπεριλαμβανομένων των διοξινών που προέρχονται ως υποπροϊόντα βιομηχανικών διεργασιών. Το Παράρτημα Γ κατατάσσει τους αποτεφρωτήρες ιατρικών αποβλήτων μεταξύ των κύριων πηγών διοξίνης στο περιβάλλον (Health Care Without Harm Europe, 2004).

Οι περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες έχουν υπογράψει τη Σύμβαση της Στοκχόλμης και ως εκ τούτου θα πρέπει να προετοιμάσουν ένα σχέδιο για τη μείωση των έμμονων οργανικών ουσιών στο περιβάλλον. Οι έμμονοι οργανικοί ρύποι δεν παράγονται κατά την επεξεργασία ιατρικών αποβλήτων με τη χρήση τεχνολογιών μη αποτέφρωσης. Ως εκ τούτου, η εισαγωγή τεχνολογιών μη αποτέφρωσης για την επεξεργασία ιατρικών αποβλήτων είναι ένας κατάλληλος τρόπος για την εκπλήρωση των υποχρεώσεων που απορρέουν από τη Σύμβαση της Στοκχόλμης (Health Care Without Harm Europe, 2004). Τα τελευταία 30 χρόνια, μια σειρά νόμων που αφορούν διαφορετικούς στόχους διαχείρισης αποβλήτων έχει ψηφιστεί στην Ευρώπη. Τέτοια μέτρα περιλαμβάνουν την οδηγία 2000/76/EK του Συμβουλίου για την αποτέφρωση αποβλήτων, την Οδηγία 1999/31/EK του Συμβουλίου για τους χώρους υγειονομικής ταφής, η οποία προβλέπει κανονισμούς για την εγκατάσταση μονάδων επεξεργασίας αποβλήτων και την οδηγία 1991/689/ΕΟΚ του Συμβουλίου για τα επικίνδυνα απόβλητα, η οποία καθορίζει τους στόχους της διαχείρισης επικίνδυνων αποβλήτων. Έχουν θεσπιστεί και άλλοι νόμοι που ρυθμίζουν συγκεκριμένες περιπτώσεις ή συμπληρώνουν αυτές της Οδηγίας 91/156/ΕΟΚ για τα απόβλητα (Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 1991), σχετικά με τη διαχείριση συγκεκριμένων κατηγοριών αποβλήτων (Insa, Zamorano & López, 2010).

Ωστόσο, οι νόμοι για τη διαχείριση των αποβλήτων στην Ευρώπη δεν είναι επιτυχείς. Για το λόγο αυτό το Έκτο Πρόγραμμα Δράσης για το Περιβάλλον της Ευρωπαϊκής Κοινότητας 2002-2012 υπογραμμίζει την ανάγκη για μέτρα που διασφαλίζουν τον διαχωρισμό από την πηγή, τη συλλογή και την ανακύκλωση των αποβλήτων προτεραιότητας. Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο ενέκριναν την Οδηγία 2008/98/EK για τα απόβλητα και έχουν καταργηθούν οι οδηγίες 75/439/ΕΟΚ, 91/689/ΕΟΚ και 2006/12/EK. Αυτή η νέα οδηγία παρέχει μια καινοτόμο προσέγγιση στη διαχείριση των αποβλήτων, η οποία δίνει προτεραιότητα στην πρόληψη για τα ευρωπαϊκά κράτη μέλη (Insa, Zamorano & López, 2010).

Οι μελέτες και τα εμπειρικά δεδομένα για τη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων στις ευρωπαϊκές χώρες είναι περιορισμένα. Στην Ισπανία, μία μελέτη αναφέρει ότι οι περιφερειακοί νόμοι για τη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων έχουν πολλαπλασιαστεί στη χώρα λόγω της έλλειψης συγκεκριμένου νομικού πλαισίου για τη διαχείριση ιατρικών αποβλήτων σε εθνικό και διεθνές επίπεδο. Δυστυχώς, αυτή η κλαδοποίηση του νόμου συχνά ευνοεί τις αρνητικές συνέπειες για τη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων. Τέτοιες συνέπειες περιλαμβάνουν τις διαφορές στον ορισμό των ιατρικών αποβλήτων που δεν συμπίπτουν με την περιγραφή της πηγής αποβλήτων, τις διαφορές στην ταξινόμηση των αποβλήτων που καθιστούν δύσκολο να έχουμε μια σαφή εικόνα για το πώς γίνεται η παραγωγή και η διαχείριση των αποβλήτων σε όλη τη χώρα και οι στη διαδικασία διαχείρισης που εν δυνάμει ελλοχεύει περιβαλλοντικούς και οικονομικούς κινδύνους. Κατά συνέπεια, η νομοθετική πολυμορφία στον τομέα αυτό αποκλείει τη θέσπιση αποτελεσματικής πολιτικής και ισότιμης διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων στην Ισπανία (Insa, Zamorano & López, 2010).

Η διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων στη Γερμανία πρέπει να συμμορφώνεται με τη νομοθεσία της. Τα νοσοκομεία υποχρεούνται να προσλάβουν υπεύθυνο για τη σωστή διάθεση των αποβλήτων. Ο διαχωρισμός και η σωστή διάθεση των αποβλήτων πρέπει να ενσωματωθεί στη διαχείριση ποιότητας της νοσοκομειακής εγκατάστασης και η σωστή διάθεση των επικίνδυνων αποβλήτων θα πρέπει να ελέγχεται από τις αρχές. Η μεταφορά των επικίνδυνων αποβλήτων θα πρέπει να συμμορφώνεται με τον Κανονισμό περί Επικίνδυνων Εμπορευμάτων και η αποτέφρωση πρέπει να τηρεί τον ομοσπονδιακό έλεγχο για τη ρύπανση. Μεταξύ του 75% και 90% των αποβλήτων που παράγονται σε εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης είναι συγκρίσιμες με τα εγχώρια απόβλητα. Για την αποφυγή βλάβης, τα αιχμηρά αντικείμενα συλλέγονται σε ανθεκτικά στη διάτρηση, στεγανά και κουτιά που κλειδώνουν. Τα κλειστά κουτιά των αιχμηρών αντικειμένων μπορούν να απορριφθούν μαζί με τα μη επικίνδυνα απόβλητα εάν οι δημοτικοί κανονισμοί το επιτρέπουν. Τα επικίνδυνα μολυσματικά απόβλητα ταξινομούνται βάσει της μεταδοτικότητας, της επιμονής, του τρόπου μετάδοσης, της έκτασης της μόλυνσης και της σοβαρότητας της μολυσματικής νόσου (Hansen et al., 2014).

Τα επικίνδυνα μολυσματικά απόβλητα πρέπει να συλλέγονται σε ειδικά στεγανοποιημένα δοχεία και να επισημαίνονται με το σύμβολο βιολογικού κινδύνου και απορρίπτονται από εξουσιοδοτημένες εταιρείες και καίγονται σε αποτεφρωτή επικίνδυνων αποβλήτων. Οι μικροβιακές καλλιέργειες θα πρέπει να απενεργοποιηθούν πριν τη διάθεσή τους και μετά την απενεργοποίηση μπορούν να προστεθούν στα αστικά λύματα. Τα ιατρικά απόβλητα που είναι μολυσμένα με αίμα, σωματικά υγρά και εκκρίσεις (επίδεσμοι, γύψοι, μολυσμένα ιατρικά αναλώσιμα, γάντια, μπατονέτες κλπ) αλλά που δεν περιέχουν παθογόνα που προκαλούν μια ασθένεια μπορούν να απορριφθούν ως οικιακά απόβλητα εάν το επιτρέπουν οι δημοτικοί κανονισμοί. Τα χημικά απόβλητα δεν πρέπει να αναμιγνύονται και δεν πρέπει να αναμειγνύονται στην αποχέτευση. Θα πρέπει να συλλέγονται σε στεγανά δοχεία για την αποφυγή περίπτωση διαρροής και θα πρέπει να φέρουν σαφή σήμανση. Τα απόβλητα δεν πρέπει να μεταφέρονται ή να ταξινομούνται εκ νέου και επιβάλλεται ο διαχωρισμός του στο σημείο παραγωγής. Τα απόβλητα πρέπει να παραλαμβάνονται τουλάχιστον μία φορά καθημερινά από τις νοσοκομειακές εγκαταστάσεις (Hansen et al., 2014).

### 3.2. Δεδομένα για τη Διαχείριση των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων στον ελλαδικό χώρο

Οι μελέτες σχετικά με τα δεδομένα που διαχειρίζονται οι υγειονομικές μονάδες τα ιατρικά απόβλητα στη χώρα μας είναι ελάχιστες και τα πρωτόκολλα που ακολουθεί κάθε νοσοκομείο δεν δημοσιεύονται δημοσίως. Σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία, όλα τα επικίνδυνα απόβλητα υγειονομικής περίθαλψης μπορούν να υποβληθούν σε επεξεργασία με αποτέφρωση σε θερμοκρασία λειτουργίας στους 1200<sup>0</sup>C και τα μολυσματικά απόβλητα μπορούν να αντιμετωπιστούν με τη μέθοδο της αποστείρωσης/απολύμανσης. Η διαδικασία αποστείρωσης για την επεξεργασία των μολυσματικών αποβλήτων είναι υποχρεωτική, σύμφωνα με το ελληνικό θεσμικό πλαίσιο, και περιλαμβάνει διαδικασίες όπως (Halazonitis, 2021):

- Τη δημιουργία τεκμηρίωσης λειτουργίας που θα αναφέρει τη μέγιστη θερμοκρασία, την πίεση του ατμού, τον τύπο συσκευασίας, το χρόνο που τα απόβλητα εκτίθενται στη θερμοκρασία της αποστείρωσης, την αποδεκτή περιεκτικότητα σε υγρασία και το μέγιστο φορτίο που μπορεί να αντιμετωπίσει η συγκεκριμένη εγκατάσταση για κάθε κύκλο.
- Τον έλεγχο και την καθημερινή καταγραφή της αποστείρωσης σε κάθε κύκλο εργασίας, της ποσότητες των ιατρικών αποβλήτων προς αποστείρωση, των διαγραμμάτων της θερμοκρασίας, της πίεσης και του χρόνου που δαπανήθηκε κάτω από τη μέγιστη θερμοκρασία.
- Την εκτέλεση των ετήσιων ποιοτικών ελέγχων των θερμομέτρων, των μανόμετρων και της υπόλοιπης καταγραφής του εξοπλισμού.
- Τη συμμόρφωση με τις προδιαγραφές των προτύπων ΕΛΟΤ 12347/97 (ταξινόμηση, καθαριότητα, αποστείρωση, στεγανότητα). Ο χρήστης πρέπει να έχει τεκμηρίωση για την ταξινόμηση και τη διάθεση.
- -Η αποτελεσματικότητα της εγκατάστασης και της αποστείρωσης θα πρέπει να αποδεικνύεται με τη χρήση των κατάλληλων βιολογικών δεικτών, με ελάχιστους τρεις δείκτες. Επίσης, ο φορέας διαχείρισης θα πρέπει να τηρεί εγκεκριμένα αρχεία από το Τμήμα Περιβάλλοντος.

Ο Χαλαζονίτης (2021) αναφέρει ότι στην Ελλάδα υπάρχουν 22 αδειοδοτημένες ιδιωτικές επιχειρήσεις συλλογής και μεταφοράς ιατρικών αποβλήτων, ένας σταθμός μονάδας αποτέφρωσης δυναμικότητας επεξεργασίας 30 τόνων/ημέρα, 5 σταθμοί μονάδων αποστείρωσης με δυνατότητα επεξεργασίας 24 τόνων/ημέρα συνολικά και η υπάρχουσα συνολική ικανότητα επεξεργασίας επικίνδυνων αποβλήτων υγειονομικής περιθάλαξης είναι 20.000 τόνοι/έτος. Η μελέτη των Βακορούλου, Κουνγκόλος & Αραβούσης (2005) αναφέρει ότι ο συνολικός αριθμός των νοσοκομειακών κλινών στην Ελλάδα έφθανε έως και τις 57.000, σύμφωνα με στοιχεία που συλλέχθηκαν το 1999. Λαμβάνοντας υπόψη αυτόν τον αριθμό, καθώς και το γεγονός ότι η μέση ποσότητα παραγωγής ιατρικών στερεών αποβλήτων ημερησίως στην Ελλάδα ήταν 2 κιλά/κρεβάτι, καταλαβαίνουμε ότι περίπου 114 τόνοι ιατρικών αποβλήτων παράγονται καθημερινά στα ελληνικά κέντρα υγείας (Ξηρογιαννοπούλου, 2000).

Η αντίστοιχη ποσότητα αποβλήτων ανά έτος είναι 14000 τόνοι. Υπολογίζεται ότι το 15% αυτής της ποσότητας αντιστοιχεί σε μολυσματικά απόβλητα, ενώ το υπόλοιπο 85% αντιστοιχεί σε απόβλητα δημοτικού χαρακτήρα (Γκέκας, Φραντζεσκάκη & Κατσιμπέλα, 2002). Σύμφωνα με συγκεκριμένα στοιχεία που συλλέχθηκαν από στατιστική έρευνα, η οποία πραγματοποιήθηκε το 1998, το 37% όλων των κέντρων υγείας στην Ελλάδα χρησιμοποιεί τη μέθοδο της αποτέφρωσης για την επεξεργασία των απορριμμάτων του (Ξηρογιαννοπούλου, 2000). Οι αντίστοιχοι αποτεφρωτήρες είναι πολύ παλιοί και λειτουργούν χωρίς τον απαραίτητο εξοπλισμό για την ελαχιστοποίηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Κανονικά, οι τοξικές εκπομπές και ιδιαίτερα οι εκπομπές διοξινών και φουρανίων από τέτοιους αποτεφρωτήρες είναι σημαντικές λόγω του υψηλού ποσοστού πλαστικού (PVC) στη σύνθεση ιατρικών αποβλήτων (World Health Organization, 1999). Το υπόλοιπο 63% των ελληνικών κέντρων υγείας απορρίπτει τα απόβλητά του χωρίς φροντίδα για το περιβάλλον και χωρίς καμία προηγούμενη επεξεργασία. Αυτά τα στοιχεία δείχνουν ότι δημιουργούνται έτσι μεγάλες απειλές για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον (Ξηρογιαννοπούλου, 2000).

Το 2003 κατασκευάστηκε στο νομό Αττικής μία μονάδα αποτέφρωσης, η οποία είναι εξοπλισμένη με όλα τα απαραίτητα όργανα για την ελαχιστοποίηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, καθώς και ηλεκτρονικό σύστημα για on-line έλεγχο των εκπομπών ρύπων. Δυστυχώς, λίγα νοσοκομεία μεταφέρουν τα απόβλητά τους σε αυτή τη μονάδα λόγω του υψηλού οικονομικού κόστους. Ωστόσο, η πλειονότητα των νοσοκομείων της Αθήνας επεξεργάζεται τα απόβλητά της σε πολύ μεγάλο βαθμό σε παλιούς αποτεφρωτήρες χωρίς τον απαραίτητο εξοπλισμό για την ελαχιστοποίηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης ή απορρίπτει τα απόβλητά του χωρίς καμία προηγούμενη επεξεργασία. Πρέπει να αναφερθεί ότι η αντίστοιχη μονάδα επεξεργάζεται συνήθως 3 τόνους ιατρικών απορριμμάτων την ημέρα, ενώ η ικανότητα επεξεργασίας της φτάνει έως και τους 30 τόνους απορριμμάτων την ημέρα (Καθημερινή, 2003).



Η μελέτη των Bakoroulou, Kungolos & Aravossis (2005) πραγματοποιήθηκε το 2004 και εστίασε σε νοσοκομειακές μονάδες της Θεσσαλίας ως προς τη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων. Οι συγγραφείς συμπέραναν ότι υπάρχει σημαντικό πρόβλημα στην Ελλάδα σχετικά με τη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων. Αυτό συμβαίνει καθώς υπάρχουν ανεπαρκείς μέθοδοι θεραπείας και ακατάλληλος διαχωρισμός. Αναυτικότερα, σύμφωνα με τα στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας της Ελλάδος, στην περιφέρεια της Θεσσαλίας λειτουργούν 37 κέντρα υγείας. Αυτά περιλαμβάνουν 4 γενικά νοσοκομεία, 1 πανεπιστημιακό νοσοκομείο (στην πόλη της Λάρισας), 1 στρατιωτικό νοσοκομείο (στη Λάρισα) και 31 ιδιωτικές κλινικές υγειονομικής περίθαλψης, ενώ λειτουργούν 17 Κέντρα Πρωτοβάθμιας Φροντίδας Υγείας.

Ο συνολικός αριθμός κλινών στο πανεπιστημιακό νοσοκομείο Λάρισας είναι 645. Λαμβάνοντας υπόψη τη μέση ποσότητα παραγωγής των ιατρικών αποβλήτων την ημέρα στην Ελλάδα (2 κιλά ανά κλίνη) στο νοσοκομείο παράγονται καθημερινά 1290 κιλά ιατρικών στερεών αποβλήτων. Τα 193,5 κιλά αντιστοιχούν σε μολυσματικά απόβλητα, ενώ τα υπόλοιπα 1096,5 κιλά αντιστοιχούν σε δημοτικά απόβλητα. Το νοσοκομείο διαχωρίζει τα ιατρικά απόβλητα στην πηγή και μικροί κάδοι διαφορετικού χρώματος τοποθετούνται σε συγκεκριμένα δωμάτια μέσα στο νοσοκομείο προκειμένου να μπορέσει το προσωπικό να απορρίψει τα διάφορα κλάσματα απορριμμάτων με τον κατάλληλο τρόπο. Για παράδειγμα, οι κόκκινοι κάδοι χρησιμοποιούνται για τα μολυσματικά απόβλητα, ενώ τα μαύρα χρησιμοποιούνται για την αποκομιδή των αστικών αποβλήτων. Οι ειδικοί πλαστικοί κάδοι για τη συλλογή συρίγγων και αιχμηρών αντικειμένων δεν είναι μεταχειρισμένοι και ένα πολύ σημαντικό μειονέκτημα είναι ότι τα αιχμηρά αντικείμενα και οι ειδικές σύριγγες αποτελούν μεγάλη απειλή για τη δημόσια υγεία.

Άλλα μειονεκτήματα που παρατηρήθηκαν είναι ο ακατάλληλος διαχωρισμός των ιατρικών αποβλήτων και η πραγματική ημερήσια ποσότητα μολυσματικών αποβλήτων που συλλέγονται στους κόκκινους κάδους είναι περίπου 900 κιλά. Αν συγκρίνουμε αυτή την ποσότητα με την τιμή των 193,5 κιλών μπορούμε να κατανοήσουμε ότι ο διαχωρισμός δεν εφαρμόζεται σύμφωνα με τις βασικές κατευθυντήριες γραμμές για την επεξεργασία ιατρικών αποβλήτων. Αφού συγκεντρωθούν στους κόκκινους κάδους, τα μολυσματικά απόβλητα οδηγούνται στις μονάδες θεραπείας, δηλαδή έναν πυρολυτικό αποτεφρωτήρα διπλού θαλάμου, ο οποίος λειτουργεί σε θερμοκρασία 1100°C. Ο κύριος θάλαμος καύσης χρησιμοποιείται για την αποτέφρωση των αποβλήτων ενώ ο δευτερεύοντας χρησιμοποιείται για την αποτέφρωση των αναθυμιάσεων καθώς οι εκπομπές αέρα θα πρέπει να ελαχιστοποιηθούν. Κανονικά, τα απόβλητα εισάγονται στον πρωτεύων θάλαμο που θερμαίνεται σε επαρκή θερμοκρασία για να αποδομηθούν τα απόβλητα. Τα αέρια που εξέρχονται από τον θάλαμο απόσταξης αναμιγνύονται με ένα συνεχούς ροής αέρα στο θάλαμο μετάκαυσης και διατηρείται σε θερμοκρασία 900°C-1100°C με ταυτόχρονη καύση φυσικού αερίου.

Ωστόσο δεν υπάρχει ο απαραίτητος εξοπλισμός για την ελαχιστοποίηση των εκπομπών αέρα δεν ούτε σύγχρονο on-line σύστημα μέτρησης εκπομπών αερίων. Το σύστημα αυτό είναι απαραίτητο τη συνεχή παρακολούθηση των ατμοσφαιρικών εκπομπών, οι οποίες περιέχουν τέφρα που αποτελείται από διοξίνες, φουράνια, βαρέα μέταλλα και αέρια όπως οξείδια αζώτου, θείου, άνθρακα και υδραλογονίδια, τα οποία είναι βλαβερά για τη δημόσια υγεία.

Η πιο σύγχρονη μελέτη της Σωτηροπούλου (2019) διερεύνησε τη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων στο Ειδικό Αντικαρκινικό Νοσοκομείο Μεταξά στον Πειραιά. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι παρότι το ιατρικό προσωπικό του νοσοκομείου έχει επαρκείς γνώσεις για τη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων, υπάρχουν σημαντικά προβλήματα κατά τις εργασίες της διαχείρισης. Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων κατηγοριοποίησε σωστά τα γενικά όσο και τα μολυσματικά ιατρικά απόβλητα αλλά εντοπίστηκε πρόβλημα στην κατηγοριοποίηση των παθολογικών αποβλήτων που δεν πληρούσαν τις κατευθυντήριες οδηγίες του ΠΟΥ. Προκειμένου να είναι ορθή η διαδικασία της διαχείρισης, θα πρέπει ο διαχωρισμός των μολυσματικών ιατρικών αποβλήτων να πραγματοποιείται στην πηγή, με τη χρήση χρωματισμένων κάδων ή κιβωτίων. Επιπλέον, η πλειοψηφία των ιατρών φάνηκε ότι γνωρίζει επαρκώς τη διαχείριση των αιχμηρών αποβλήτων, τα οποία θα πρέπει να είναι σωστά ασφαλισμένα και να πέφτουν έξω από το δοχείο, αλλά και να γεμίζουν μόνο κατά τρία τέταρτα τον ειδικό κάδο. Παρότι τα γνώριζε, τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξε ότι δεν τηρούσαν την οδηγία για το γέμισμα του κάδου κατά τρία τέταρτα. Οι περισσότεροι συμμετέχοντες δήλωσαν ότι χρησιμοποιούν κωδικό χρώματος για την αναγνώριση των αποβλήτων και για τη σωστή απόρριψή τους.

Παρότι δεν υπάρχουν εκτενέστερα δεδομένα σχετικά με τη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων στα ελληνικά νοσοκομεία, δηλαδή ως προς τα πρωτόκολλα που ακολουθούν για το διαχωρισμό των ιατρικών αποβλήτων από τα μη επικίνδυνα και τα επικίνδυνα έως τη διαδικασία της αποτέφρωσής του, τα ήδη υπάρχοντα δεδομένα είναι ιδιαίτερος ανησυχητικά. Διάφορες αναφορές έχουν υπογραμμίσει τα σημαντικά προβλήματα των ελληνικών νοσοκομειακών μονάδων σχετικά με τον ακατάλληλο χειρισμό και επεξεργασία των ιατρικών αποβλήτων, ιδίως για τα ιατρικά απόβλητα που θεωρούνται παθογόνα, χημικά ή ραδιενεργά. Πέραν των κινδύνων για τη δημόσια υγεία, για τους επαγγελματίες υγείας για το κοινό υπάρχει και υπάρχει κίνδυνος ατυχημάτων για τους εργαζόμενους σε υγειονομικές υπηρεσίες (Vosniakos et al., 2003). Οι Komilis, Katsafaros & Vassilopoulos (2011) αναφέρουν ότι οι έρευνες που διεξήγαγαν το 2007 οι αρχές αποχέτευσης του Δήμου σε νοσοκομεία και κλινικές στον Πειραιά διαπίστωσαν ότι η διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων δεν είναι ορθή.

Σημαντικό πρόβλημα αποτελούν οι εκκρεμείς οικονομικές πληρωμές στις διάφορες εγκαταστάσεις της υγειονομικής περίθαλψης (τόσο δημόσιες όσο και ιδιωτικές) όπου έχουν οδηγήσει στην αποφυγή της ορθής διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων με καύση προκειμένου να μειώσουν το κόστος της διαδικασίας (Komilis, Katsafaros & Vassilopoulos, 2011). Παράλληλα, το κόστος είναι αρκετά υψηλό, για παράδειγμα για το 2017 το κόστος της διαχείρισης των νοσοκομειακών αποβλήτων της χώρας μας ήταν περίπου 338.000 ευρώ (για τις διαδικασίες αποκομιδής-αποτέφρωσης).

## **Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>: Δεδομένα για τη Διαχείριση των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων COVID-19**

### **4.1. COVID-19 και τρέχουσα πανδημία**

Οι κορονοϊοί (CoVs) είναι μια ομάδα περιβλημένων μονόκλωνων ιών θετικής αίσθησης RNA, που διακρίνονται για τις πρωτεΐνες που μοιάζουν με ραβδώσεις που προβάλλουν από την επιφάνειά τους. Αυτές οι επιφανειακές πρωτεΐνες είναι πρωτεΐνες που εμπλέκονται στον κύκλο ζωής του ιού. Οι CoV μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κύριες ομάδες ανάλογα με τους στόχους ξενιστές τους, δηλαδή των ζώων και των ανθρώπων. Ο ανθρώπινος κορονοϊός (HCoV) εντοπίστηκε για πρώτη φορά στα μέσα της δεκαετίας του 1960. Μέχρι σήμερα, υπάρχουν επτά τύποι HCoV που είναι μολυσματικοί στον άνθρωπο. Τέσσερις από αυτούς τους τύπους (HCoV-229E, HCoV-NL63, HCoV-OC43, HCoV-HKU1) προκαλούν μόνο ήπιες ασθένειες και το κοινό εποχικό κρυολόγημα. Ο κορονοϊός με σοβαρό οξύ αναπνευστικό σύνδρομο (SARS-CoV) και ο κορονοϊός με αναπνευστικό σύνδρομο της Μέσης Ανατολής (MERS-CoV) είναι δύο HCoV που προκάλεσαν σοβαρά κρούσματα το 2002 και το 2012, αντίστοιχα. Πιο πρόσφατα, η εμφάνιση του Σοβαρού Οξέος Αναπνευστικού Συνδρόμου του κορονοϊού 2 (SARS-CoV-2) στα τέλη του 2019 έχει προκαλέσει παγκόσμια πανδημία υγείας (Zhang et al., 2022).

Στις 30 Ιανουαρίου 2020, η πανδημία «Coronavirus Disease 2019» (COVID-19) κηρύχθηκε ως Έκτακτη Ανάγκη Δημόσιας Υγείας Διεθνούς Προβληματισμού από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ). Όπως υποδηλώνει το όνομά του, ο SARS-CoV-2 σχετίζεται στενά με τον SARS-CoV όσον αφορά τη γονιδιωματική και δομική του σύνθεση, αλλά είναι πολύ πιο μεταδοτικός. Σύμφωνα με την υπηρεσία προστασίας της υγείας των ΗΠΑ, Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων (CDC), οι οδοί μετάδοσης του SARS-CoV-2 κατηγοριοποιούνται ως εισπνοή ιού, εναπόθεση ιού σε εκτεθειμένους βλεννογόνους και επαφή βλεννογόνων με λερωμένα χέρια μολυσμένα με ιό. Εξαπλώνεται κυρίως μέσω σταγονιδίων που δημιουργούνται όταν ένα μολυσμένο άτομο βήχει ή φτερνίζεται ή μέσω σταγονιδίων σάλιου ή εκκρίσεων από τη μύτη. Η ταχεία εξάπλωση του SARS-CoV-2 επιδεινώνεται περαιτέρω λόγω

της παγκοσμιοποίησης και των αυξημένων ανθρώπινων αλληλεπιδράσεων (V'kovski et al., 2021).

Η εκθετική αύξηση της μετάδοσης του έχει προκαλέσει μαζικά lockdown, για να μετριαστεί η εξάπλωση του SARS-CoV-2. Η χρήση ατομικού προστατευτικού εξοπλισμού, όπως χειρουργικές μάσκες και μάσκες N95, ενθαρρύνθηκε σε περιοχές αυξημένου κινδύνου όπως νοσοκομεία και εγκαταστάσεις φροντίδας ασθενών για τον περιορισμό του ιού. Η πανδημία έχει δημιουργήσει πολλές νέες έρευνες σε διαφορετικούς τομείς, από την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι μάσκες προστατεύουν εμάς και τους γύρω μας ανθρώπους από ιούς, τον τρόπο με τον οποίο οι απολυμαντικοί παράγοντες μπορούν να βοηθήσουν στην πρόληψη της μετάδοσης, έως τη μελέτη του τρόπου με τον οποίο τα αερολύματα λειτουργούν ως μέσο διευκόλυνσης της εξάπλωσης του ιού, το σχεδιασμό μιας έξυπνης μάσκας που μπορεί να παρατηρήσει τις συνθήκες υγείας ενός ασθενούς κατά τη διάρκεια της μόλυνσης, αλλά και τον εντοπισμό και τη μέτρηση του ιικού φορτίου για λόγους επιδημιολογικής επιτήρησης μέσα από τα υγρά αστικά λύματα (Zhang et al., 2022).

#### **4.2. Μέθοδοι και τρόποι μέτρησης του ιικού φορτίου COVID-19 στα υγρά αστικά απόβλητα**

Η επιτήρηση των λυμάτων, που χρησιμοποιείται συνήθως για την παρακολούθηση της επιδημιολογίας του ιού της πολιομυελίτιδας και των νοροϊών, είναι μια πιθανή προσέγγιση για την κοινοτική επιτήρηση του COVID-19. Μελέτες σε υγρά αστικά λύματα έχουν δείξει ότι η αποβολή των κοπράνων του SARS-COV-2, αλλά και άλλων στοιχείων, όπως ούρα, ιδρώτας, αναπνευστικές εκκρίσεις, απόνερα από το λούσιμο των ανθρώπων και των ρούχων και σάλιο, μπορούν να συμβάλλουν στην επιτυχή ανίχνευση γονιδιώματος του ιού. Η τεχνική της παρακολούθησης των υγρών αστικών αποβλήτων βρίσκεται σε εξέλιξη για περισσότερα από 40 χρόνια και ο εντοπισμός της επιδημιολογίας άλλων ιών είχε επιτυχία στο παρελθόν. Η χρήση της επιτήρησης των λυμάτων ως σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης για την παρακολούθηση της εμφάνισης και της επανεμφάνισης του COVID-19 προτείνεται συνήθως μαζί με τη χρήση του για την προσαρμογή των μέτρων περιορισμού και μετριασμού και τον προσδιορισμό πληθυσμών-στόχων για δοκιμές (Aguiar-Oliveira et al., 2020).

Η μελέτη των Tetteh et al (2020) διερεύνησε τις δυνατότητες επιδημιολογικής επίβλεψης με βάση τα αστικά λύματα για την ανίχνευση του SARS-CoV-2 και των μεταβολιτών του σε εγκαταστάσεις λυμάτων. Οι προοπτικές της ενσωμάτωσης καινοτόμων και ισχυρών τεχνολογιών, όπως η μαγνητική νανοτεχνολογία, οι βιοαισθητήρες και βιοαντιδραστήρες μεμβράνης συζητήθηκαν ως προς τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τη βελτίωση της ποιότητας του νερού. Οι μελετητές συμπεραίνουν ότι οι βιοαισθητήρες και τα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων, θα μπορούσαν να είναι ένας πιθανός τρόπος για τη διατήρηση της επιτήρησης της εστίας COVID-19 σε κοινότητες σε όλο τον κόσμο.

Καθώς οι χώρες αγκαλιάζουν την αναδυόμενη παραλλαγή ανησυχιών SARS-CoV-2, η επιτήρηση των λυμάτων μπορεί να συμπληρώσει την κλινική επιτήρηση παρέχοντας ενδείξεις πιθανής μετάδοσης για πιο ενεργές αντιδράσεις στη δημόσια υγεία. Η ανίχνευση των σημάτων SARS-CoV-2 στα λύματα εξαρτάται από το υπάρχον ικό φορτίο και την ευαισθησία των δοκιμασιών ανίχνευσης. Τα στοιχεία από δύο μετα-αναλύσεις έδειξαν συγκεντρωτική ανίχνευση ιού στα κόπρανα του 40,5% και 48,1% των ασθενών αντίστοιχα (Cheung et al., 2020; Parasa et al., 2020). Ωστόσο, τέτοια διαφορεικά προφίλ αποβολής ιών στα κόπρανα αμφισβητούν περαιτέρω την αναπαράσταση του επιπολασμού της νόσου που προκύπτει από την επιτήρηση των λυμάτων.

Η ακρίβεια του επιπολασμού της νόσου που καταγράφεται μπορεί ενδεχομένως να βελτιωθεί με τον εντοπισμό δεικτών λοίμωξης που είναι πιο πιθανό να απεκκριθούν γενικά είτε στα ούρα είτε στα κόπρανα. Ένα παράδειγμα της δυνατότητάς του παρέχεται από μια μελέτη που δημοσιεύτηκε, η οποία ανέφερε υψηλή ευαισθησία στον προσδιορισμό των ικών πρωτεϊνών χρησιμοποιώντας την ενισχυμένη ανίχνευση πολλαπλών ζευγαρωμένων αντισωμάτων (Neault et al., 2020).

Σύμφωνα με τον Παπαϊωάννου (2021) η μέτρηση του ικού φορτίου COVID-19 μπορεί να γίνει από δείγματα των υγρών αστικών λυμάτων τα οποία εμπεριέχουν βιολογικές εκκρίσεις τόσο των ασθενών με COVID-19 όσο και των ασυμπτωματικών ατόμων, Οι βιολογικές εκκρίσεις καταλήγουν στο αποχετευτικό δίκτυο των πόλεων και κατόπιν της δειγματοληψίας τα αποτελέσματα είναι χρονικά άμεσα. Μέσω της εργαστηριακής ανάλυσης πραγματοποιείται η μέτρηση της συγκέντρωσης του γονιδιώματος του COVID-19 και συνιστά έναν εμπειρικού δείκτη για τη συγκεκριμενοποίηση του επιπέδου της διασποράς του ιού σε κάθε κοινότητα ή πόλη. Η μέθοδος είναι συμπληρωματική προς τους εργαστηριακούς διαγνωστικούς ελέγχους (RCR, rapid test) και συμπληρώνουν την εικόνα της διασποράς όταν διεξάγονται σε πιθανές εστίες μετάδοσης των ιών (επιχειρήσεις, γηροκομεία κλπ).

Ωστόσο, παρά τα οφέλη που παρέχει η μέτρηση του ικού φορτίου στα υγρά αστικά λύματα, σε καμία περίπτωση δεν υποκαθιστούν την επιτήρηση της διασποράς και της επιδημιολογίας του ιού από τις διαγνωστικές εργαστηριακές μεθόδους. Αντιθέτως, η μέτρηση του ικού φορτίου από τα αστικά λύματα παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για την αντιμετώπιση της τρέχουσας πανδημίας. Οι πληροφορίες που παρέχει η μέτρηση ισχύει για 2 έως και 15 ημέρες νωρίτερα από την επιδημιολογική επιτήρηση ή τις εισαγωγές στις νοσοκομειακές μονάδες, επιτρέποντας στην πολιτεία να δράσει έγκαιρα για την πρόληψη της αύξησης των κρουσμάτων. Την άνοιξη του 2020 το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης συγκρίτησε μία Ομάδα Επιδημιολογίας Λυμάτων με στόχο τη μέτρηση του ικού φορτίου στα υγρά αστικά απόβλητα της πόλης. Η ομάδα αυτή είναι διεπιστημονική και περιλαμβάνει ιολόγους, μοριακούς βιολόγους και λοιμωξιολόγους, οι οποίοι συμμετέχουν στην πραγματοποίηση χημικών αναλύσεων στα υγρά απόβλητα (Παπαϊωάννου, 2021).

### 4.3. Διαχείριση των Ιατρικών Νοσοκομειακών Αποβλήτων COVID-19

Το ξέσπασμα της νόσου COVID-19 προήλθε από τον ιό SARS-CoV-2, ο οποίος προκαλεί οξεία αναπνευστική νόσο και αναφέρθηκε για πρώτη φορά στην επαρχία Γουχάν της Κίνας τον Δεκέμβριο του 2019 (Wang et al., 2020). Η πανδημία εξακολουθεί μέχρι και σήμερα να αποτελεί σημαντική απειλή για τη δημόσια υγεία παγκοσμίως. Η ταχεία αύξηση του αριθμού των ασθενών που έχουν προσβληθεί από τον COVID-19 και η εξαιρετικά μεταδοτική φύση της νόσου έχουν οδηγήσει σε μεγάλο αριθμό νοσηλείων. Έτσι, η παραγωγή στερεών αποβλήτων υγειονομικής περίθαλψης έχει αυξηθεί ραγδαία.

Επιπλέον, η αύξηση της ποσότητας του ατομικού προστατευτικού εξοπλισμού που χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19, σε σύγκριση με τις κανονικές συνθήκες, έχει συμβάλει περαιτέρω στην αύξηση των στερεών αποβλήτων της υγειονομικής περίθαλψης (Haji et al., 2020).

Τα στερεά απόβλητα (κυρίως τα αιχμηρά αντικείμενα και τα παθολογικά απόβλητα) που δημιουργούνται από τους θετικούς ασθενείς στον COVID-19 και τους γιατρούς και τους νοσηλευτές που τους περιποιούνται θα πρέπει να θεωρούνται μολυσματικά απόβλητα. Τα ίχνη του ιού έχουν παρατηρηθεί στα πλαστικά για 6,8 ώρες, στον ανοξείδωτο χάλυβα για 5,6 ώρες και στο εξωτερικό στρώμα της χειρουργικής μάσκας έως και 7 ημέρες (Chin et al., 2020). Βάσει αυτών, τα ιατρικά απόβλητα COVID-19, όπως βελόνες και σύριγγες που χρησιμοποιούνται για δείγματα αίματος, χειρουργικές μάσκες προσώπου και τα μέσα ατομικής προστασίας, μπορεί να έχουν μεγαλύτερη επιμονή του SARS-CoV-2 στις επιφάνειες τους. Τα ιογενή φορτία του σάλιου, του βήχα, των δακρύων και των ούρων που παραμένουν στα απόβλητα του COVID-19 ενδέχεται να είναι φορέας-ξενιστής του SARS-CoV-2. Έτσι, η κατάσταση απαιτεί την εγκατάσταση κατάλληλων μηχανισμών συλλογής μολυσματικών αποβλήτων, με εκπαιδευμένους εργαζόμενους που θα χρησιμοποιούν ειδικά δοχεία και επακόλουθη επιτόπια επεξεργασία πριν από οποιαδήποτε μετακίνηση (WHO, 2020b).

Η πανδημία COVID-19 έχει προκαλέσει ασθένειες και θανάτους, έχει δημιουργήσει τεράστια σύγχυση στον κόσμο και έχει τροποποιήσει τα προφίλ διαχείρισης των στερεών αποβλήτων (Penteado, 2021). Αυτή η πανδημία άλλαξε τη συμπεριφορά και τα καταναλωτικά πρότυπα των ανθρώπων, με αποτέλεσμα μια ξαφνική αλλαγή στην ποσότητα παραγωγής, τη σύνθεση και τον ρυθμό διάθεσης (χρόνος και συχνότητα) των αστικών στερεών αποβλήτων ανάλογα με την τοποθεσία. Προτάθηκε η χρήση πλαστικών προϊόντων για την πρόληψη της μετάδοσης του ιού κατά τη διάρκεια της πανδημίας και η χρήση πλαστικών προϊόντων ως μέτρο πρόληψης έχει συσχετιστεί με τις αυξανόμενες απαιτήσεις για προϊόντα μια χρήσης λόγω της τεράστιας ζήτησης για διανομή και την λήψη τροφίμων/αγαθών καθώς και της ζήτησης πλαστικών για ιατρικές χρήσεις (Fan et al., 2021). Από την άλλη πλευρά, λόγω

του φόβου της ανεπαρκούς προσφοράς τροφίμων κατά τη διάρκεια της επιδημίας, μειώθηκε η σπατάλη τροφίμων.

Με την αύξηση του αριθμού των λοιμώξεων COVID-19, σχεδόν κάθε περιοχή του πλανήτη παρουσιάζει μια αναμενόμενη αύξηση στα ιατρικά απόβλητα από εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης, όπως νοσοκομεία, κλινικές, εργαστήρια, κέντρα προσωρινής καραντίνας και ερευνητικά εργαστήρια. Οι Ilyas, Srivastava & Kim (2020) αναφέρουν ότι έχουν χρησιμοποιηθεί τεχνικές, όπως η χρήση απολυμαντικού και η αποθήκευση των απορριμμάτων για εννέα ημέρες, με στόχο την απολύμανση των απορριμμάτων, γεγονός που θα μπορούσε να μειώσει τον κίνδυνο περαιτέρω μόλυνσης από τον COVID-19.

Τα στερεά απόβλητα που παράγονται από τους χώρους αναμονής των εγκαταστάσεων υγειονομικής περίθαλψης θα πρέπει να θεωρούνται ως μη επικίνδυνα απόβλητα και να φυλάσσονται σε προδιαγεγραμμένους σάκους ή δοχεία, να σφραγίζονται πριν από τη μετακίνησή τους και να απορρίπτονται κατάλληλα από τους εργαζόμενους στη διαχείριση απορριμμάτων. Οι εναλλακτικές τεχνολογίες, δηλαδή τα αυτόκλειστα και οι αποτεφρωτήρες με καυστήρες υψηλής θερμοκρασίας, έχουν χρησιμοποιηθεί για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων της υγειονομικής περίθαλψης με βιώσιμο τρόπο. Κατά τη διάρκεια αυτής της πανδημίας, διαφορετικές χώρες έχουν υιοθετήσει διαφορετικά μέτρα για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων υγειονομικής περίθαλψης, ενώ ο ΠΟΥ έχει διατυπώσει ειδικές κατευθυντήριες γραμμές για τη διαχείρισή τους (WHO, 2020b).

Παράλληλα, η πανδημία COVID-19 έχει οδηγήσει στην αύξηση των δραστηριοτήτων της υγειονομικής περίθαλψης. Μία από τις συνέπειες της πανδημίας είναι η επίδρασή της στην ποσότητα και στη σύνθεση των ιατρικών αποβλήτων. Έχει επηρεάσει την ποσότητα και τη σύνθεση των αστικών στερεών αποβλήτων με αποτέλεσμα η διαχείριση των αποβλήτων να πραγματοποιείται σύμφωνα με νέες κατευθυντήριες γραμμές. Η πανδημία έχει αυξήσει την παραγωγή των ιατρικών αποβλήτων και το ποσοστό των μολυσματικών αποβλήτων που καταλήγουν στη χωματερή, γεγονός που εγείρει ανησυχίες για πρόκληση ρύπανσης από τις μάσκες και τα γάντια που χρησιμοποιούνται ως μέσα προστασίας και είναι δυνητικά μολυσματικά. Επιπλέον, η φροντίδα των νοσούντων ατόμων στο σπίτι έχει αυξήσει την παραγωγή των μολυσματικών αποβλήτων εκτός από τα νοσοκομειακά απόβλητα (Peng et al., 2020).

Η έκθεση του Προγράμματος των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον (UNEP, 2020) έδειξε ότι η αύξηση των ιατρικών αποβλήτων από τις εγκαταστάσεις της υγειονομικής περίθαλψης που σχετίζονται με τον COVID-19 αναφέρθηκε ότι είναι 3,4 kg ανά άτομο ανά ημέρα παγκοσμίως και περίπου 2,5 kg ανά κρεβάτι ανά ημέρα στις αναπτυσσόμενες χώρες. Ως εκ τούτου υποβλήθηκαν συστάσεις από διάφορους οργανισμούς που εμπειρεύσαν συστάσεις την αντιμετώπιση διαφορετικών παραγόντων σε παγκόσμιο, περιφερειακό ή εθνικό επίπεδο, όπως για την παραγωγή αστικών

αποβλήτων, τη συλλογή των αποβλήτων κλπ.

Τα κύρια μέτρα και οι συστάσεις για τη διαχείριση των αστικών αποβλήτων από την International Solid Waste Association (ISWA, 2020) περιλαμβάνουν τα ακόλουθα: την παροχή επαρκούς ατομικού προστατευτικού εξοπλισμού και τη διασφάλιση βελτιωμένων προτύπων προσωπικής υγιεινής, την άμεση διακοπή της χειροκίνητης διαλογής μικτών αποβλήτων ή των ανακυκλώσιμων αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένης της απενεργοποίησης και αντικατάστασης των χειροκίνητων σταδίων σε μηχανικά-χειροκίνητα συστήματα και την παροχή επαρκών πληροφοριών για τον COVID-19.

Στην αξιολόγησή τους για την αναμενόμενη τάση ροής των ιατρικών αποβλήτων μαζί με την πανδημική κρίση, οι Klemeš et al (2020) έδειξαν ότι η παραγωγή ιατρικών αποβλήτων αυξήθηκε απότομα, φτάνοντας έως και 370% αύξηση σε ορισμένα μέρη, όπως σε επαρχίες της Κίνας. Στη Γουχάν, τα ιατρικά απόβλητα αυξήθηκαν από το κανονικό επίπεδο των 40 τόνων την ημέρα σε ένα ανώτατο όριο περίπου 240 τόνων την ημέρα, φτάνοντας τη μέγιστη χωρητικότητα των 49 τόνων την ημέρα για αποτέφρωση.

Η μελέτη των Kalantary et al (2021) μελετήθηκε η επίδραση της πανδημίας στα ιατρικά απόβλητα μέσω της αξιολόγησης της κατάστασης παραγωγής, σύνθεσης και διαχείρισης στερεών αποβλήτων σε πέντε νοσοκομεία στο Ιράν. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πανδημία οδηγεί σε αυξημένη παραγωγή απορριμμάτων κατά μέσο όρο 102,2 % τόσο στα ιδιωτικά όσο και στα δημόσια νοσοκομεία. Επιπλέον, η αναλογία των μολυσματικών αποβλήτων στα νοσοκομεία που μελετήθηκαν αυξήθηκε κατά μέσο όρο 9% στη σύνθεση ιατρικών αποβλήτων και 121% σε σύγκριση με πριν από την πανδημία COVID-19. Οι αλλαγές στη μέτρηση διαχείρισης όπως η αύξηση της συχνότητας της συλλογής των αποβλήτων ανά εβδομάδα οδηγεί σε μείωση του κινδύνου μετάδοσης της μόλυνσης από ιατρικά απόβλητα στα νοσοκομεία. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την παρούσα έρευνα δείχνουν τις αλλαγές στη σύνθεση των ιατρικών αποβλήτων εντός της πανδημίας COVID-19. Επιπλέον, ιδρύθηκε νέος θάλαμος COVID-19 υψηλής μόλυνσης απόβλητων οδήγησε σε νέες προκλήσεις που θα πρέπει να αντιμετωπιστούν σωστά με αλλαγή στις συνήθειες δραστηριότητες.



Τα στοιχεία της μελέτης των Kalantary et al (2021) δείχνουν ότι κατά τη διάρκεια μιας επιδημίας, όπως τονίζει η εμπειρία της πανδημίας COVID-19 αυτή την περίοδο, η παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων θα αλλάξει στο μέλλον. Ωστόσο, οι αλλαγές δεν ήταν ίδιες στις διάφορες κοινότητες, καθώς τα ποσοστά παραγωγής ιατρικών και νοσοκομειακών αποβλήτων είναι αυξημένα σε όλες τις κοινότητες που παρατηρήθηκε αύξηση του αριθμού των ασθενών που εισήχθησαν στα νοσοκομεία. Επιπλέον, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα μέσα ποσοστά παραγωγής των αποβλήτων ανά κρεβάτι ασθενούς πριν από την επιδημία και κατά τη διάρκεια της, βρέθηκαν να είναι 1,77 και 3,46 κιλά αποβλήτων την ημέρα ανά κρεβάτι, αντίστοιχα. Δεδομένων των αυξήσεων της συνολικής παραγωγής αποβλήτων κατά τη διάρκεια της πανδημίας, η αναλογία των μολυσματικών αποβλήτων στη μάζα των αποβλήτων έχει αυξηθεί στα περισσότερα νοσοκομεία παγκοσμίως.

Η ύπαρξη κατάλληλου εξοπλισμού απολύμανσης υψηλής χωρητικότητας σε νοσοκομεία έχει οδηγήσει στη σωστή διαχείριση της αυξημένης ποσότητας των μολυσματικών ιατρικών απόβλητων. Ο διαχωρισμός των αποβλήτων Covid-19 από άλλα ιατρικά απόβλητα καθώς και η καθημερινή απολύμανση των αποβλήτων Covid-19 και των μολυσματικών αποβλήτων που δημιουργούνται σε άλλους θαλάμους έχει μειώσει την πιθανότητα μετάδοσης της νόσου από τη μάζα των απορριμμάτων. Ωστόσο, η έλλειψη χωριστών δοχείων για την απόρριψη γαντιών και μασκών προσώπου στα νοσοκομεία μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση του κινδύνου μόλυνσης και ασθένειας από το ιατρικά απόβλητα (Rhee, 2020).

Η ταξινόμηση των νοσοκομειακών αποβλήτων είναι το πρώτο βήμα για τη διαχείριση των αποβλήτων COVID-19 και αποτελεί την καλύτερη πρακτική για τη διαχείριση των αποβλήτων. Αυτή η στρατηγική δεν είναι μόνο χρονικά αποδοτική, αλλά μειώνει και τις πιθανότητες εξάπλωσης της μόλυνσης σε άλλους φορείς που χειρίζονται τα απόβλητα. Η συλλογή των αποβλήτων COVID-19 σε ξεχωριστούς σάκους/κάδους στοχεύει να φέρει σαφή σήμανση πάνω από τους ειδικούς κάδους. Κατά τη στιγμή της ταξινόμησης των αποβλήτων, οι σακούλες που περιέχουν απόβλητα πρέπει να απολυμαίνονται και να σφραγίζονται σε πλαστικές σακούλες διπλής στρώσης (συνήθως κίτρινου χρώματος) πριν από τη μεταφορά τους από τον τόπο προέλευσης/θάλαμο. Συνήθως, τα βιοιατρικά απόβλητα περιέχουν περίπου το 85% των γενικών μη μολυσματικών αποβλήτων, το 10% των μολυσματικών επικίνδυνων αποβλήτων και το 5% των ραδιενεργών ή/και χημικών αποβλήτων (Iyas, Srivastava & Kim, 2020).

Ο διαχωρισμός γίνεται εύκολη υπόθεση για τη χωριστή αποθήκευσή τους από όπου τα απόβλητα μπορούν να συλλεχθούν κατά προτεραιότητα και εντός των προθεσμιών. Ενώ γίνεται αυτό, καθίσταται απαραίτητη η σωστή απολύμανση του χώρου αποθήκευσης και των οχημάτων μεταφοράς που μεταφέρουν απορρίμματα COVID-19 σε κοινή εγκατάσταση επεξεργασίας και διάθεσης βιοϊατρικών αποβλήτων. Για την απολύμανση των αποβλήτων COVID-19, λαμβάνονται υπόψη διάφοροι παράγοντες όπως η ποσότητα και το είδος των απορριμμάτων, το κόστος και η συντήρηση για την επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας απολύμανσης. Προτείνει ότι η αποτέφρωση σε υψηλότερη/χαμηλότερη θερμοκρασία μπορεί να υιοθετηθεί με βάση τον όγκο των αποβλήτων που πρόκειται να υποστούν επεξεργασία και την επενδυτική ικανότητα.

Διαφορετικά, εάν η λειτουργική κλίμακα ενός νοσοκομείου είναι μικρότερη με περιορισμένες επενδύσεις που δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν στο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης του αποτεφρωτήρα, το χημικό απολυμαντικό σε συνδυασμό με τεχνική απολύμανσης μικροκυμάτων και ατμού στο τελευταίο στάδιο και σχετικά χαμηλότερο μπορούν να προτιμηθούν θερμοκρασίες (μεταξύ 93 και 540 °C) έναντι της αποτέφρωσης (συνήθως στους 800–1200°C) (Ilyas, Srivastava & Kim, 2020).

Η αποτέφρωση βασίζεται σε εύρος καύσης υψηλής θερμοκρασίας μεταξύ 800-1200°C που σκοτώνει πλήρως το παθογόνο και δυνητικά καίει έως και 90% των οργανικών ουσιών. Μερικές φορές, η υπολειμματική μάζα αποτεφρώνεται εκ νέου με φρέσκο φορτίο ανάλογα με τη μείωση του όγκου των αποβλήτων του COVID-19. Απαιτείται επίσης η εγκατάσταση επεξεργασίας καυσαερίων μαζί με την εγκατάσταση αποτέφρωσης που κοστίζει πρόσθετα για τον χειριστή. Κατά συνέπεια, η λειτουργία της εγκατάστασης με μικρή ποσότητα δεν είναι κατά κάποιο τρόπο βιώσιμη και εφαρμόζονται εναλλακτικές τεχνολογίες.

Η πυρόλυση είναι τεχνολογικά καλή τεχνική από την αποτέφρωση. Συνήθως λειτουργεί στο εύρος θερμοκρασίας 540–830°C που περιλαμβάνει πυρόλυση-οξειδωση, πυρόλυση πλάσματος, πυρόλυση με βάση την επαγωγή και πυρόλυση με βάση λέιζερ (Datta et al., 2018). Στο πρώτο στάδιο, τα οργανικά στερεά και υγρά απόβλητα εξατμίζονται σε θερμοκρασία ~600°C κάτω από τον στροβιλισμό του αέρα που αφήνει την υπολειμματική τέφρα, γυαλί και μεταλλικά θραύσματα. Στο δεύτερο στάδιο της καύσης, ο εύφλεκτος αέριος ατμός καίγεται σε ένα θάλαμο σε υψηλότερη θερμοκρασία που κυμαίνεται μεταξύ 982-1093°C έως την πλήρη καταστροφή τοξικών ουσιών όπως οι διοξίνες, απελευθερώνοντας τον καθαρό ατμό των καυσαερίων. Περαιτέρω, η τεχνική μικροκυμάτων μέσης θερμοκρασίας λειτουργεί στο εύρος θερμοκρασιών από 177-540°C και περιλαμβάνει τον αντίστροφο πολυμερισμό με εφαρμογή μικροκυμάτων υψηλής ενέργειας σε αδρανή ατμόσφαιρα για τη διάσπαση των οργανικών ουσιών. Για τα ιατρικά απόβλητα του COVID-19, η τεχνική μικροκυμάτων χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με αυτόκαυστο όπου χρησιμοποιείται ατμός για αποστείρωση (σε θερμοκρασίες από 93-177°C).

Επιπλέον, η τεχνική χημικής απολύμανσης εφαρμόζεται ευρέως για την προεπεξεργασία των απορριμμάτων του COVID-19 σε συνδυασμό με μηχανικό τεμαχισμό. Ο αέρας διέρχεται από απόλυτο φίλτρο σωματιδίων υψηλής απόδοσης για την προστασία από το σχηματισμό αερολύματος κατά τη διάρκεια του τεμαχισμού. Ο όγκος των θρυμματισμένων αποβλήτων αναμειγνύεται περαιτέρω με χημικά απολυμαντικά και διατηρείται σε κλειστό σύστημα και/ή υπό αρνητική πίεση για δεδομένο χρόνο. Σε αυτή τη διαδικασία, οι οργανικές ουσίες αποσυντίθενται και οι μολυσματικοί μικροοργανισμοί αδρανοποιούνται ή σκοτώνονται. Η εφαρμογή χαμηλής αποτελεσματικής συγκέντρωσης, σταθερής απόδοσης, ταχείας δράσης και ευρέος φάσματος αποστείρωσης μαζί με την απουσία υπολειπόμενων κινδύνων είναι τα κύρια πλεονεκτήματα στη χρήση των χημικών απολυμαντικών, καθώς όχι μόνο σκοτώνουν αποτελεσματικά τους μικροοργανισμούς αλλά επίσης αδρανοποιούν τα βακτηριακά σπόρια (Wang et al., 2020). Χημικά διαλύματα όπως η ιωδιούχος ποβιδόνη (>0,23%), η φορμαλδεΐδη (>0,7%), η ισοπροπανόλη (>70%) και η αιθυλική αλκοόλη (>75%) μπορούν επίσης να απενεργοποιήσουν τον SARS-CoV-2 (Duarte & Santana, 2020).

Τέλος, πέραν της διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων, απαιτείται η αποτελεσματική τεχνική απολύμανσης και όσον αφορά την επανεπεξεργασία των ατομικών προστατευτικών μέτρων, ιδίως για τους χειριστές της διαχείρισης αποβλήτων που σχετίζονται με τον COVID-19. Λόγω των θερμοευαίσθητων ιδιοτήτων, οι τεχνικές απολύμανσης υψηλής θερμοκρασίας δεν είναι κατάλληλες ενώ το χημικό απολυμαντικό σπρέι βρέθηκε ότι υποβαθμίζει τις εγγενείς ιδιότητες των ατομικών προστατευτικών μέσων (Rowan & Laffey, 2020). Αντί της χρήσης υδατικού απολυμαντικού διαλύματος, η χρήση εξατμισμένου υπεροξειδίου του υδρογόνου ( $\text{vH}_2\text{O}_2$ ) έχει δείξει κάποια ενθαρρυντικά αποτελέσματα στην αποστείρωση (Barcelo, 2020).

Σε μια πρόσφατη προσπάθεια απολύμανσης των масκών N95, οι Price et al (2020) έχουν διερευνήσει (α) τη ξηρή θερμότητα (χρησιμοποιώντας ζεστό αέρα στους  $75^\circ\text{C}$  για 30 λεπτά) και (β) την υπεριώδη μικροβιοκτόνο ακτινοβολία (UVGI, στα 254nm και 8W για 30 λεπτά). Η μελέτη αποκάλυψε ότι οι μάσκες N95 που έχουν υποστεί επεξεργασία με ζεστό αέρα που εφαρμόζονται σε 5 κύκλους δεν υποβαθμίζουν την εφαρμογή των μάσκες, ενώ οι μάσκες N95 που έχουν υποστεί επεξεργασία με UVGI που εφαρμόζονται σε 10 κύκλους υποβαθμίζουν σημαντικά την εφαρμογή τους.

Σύμφωνα με όσα μελετήθηκαν, η πυρόλυση είναι πλεονεκτικότερη σε σχέση με τις υπόλοιπες διαδικασίες της διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων που σχετίζονται με τον COVID-19, επειδή δεν υπάρχει γνωστή απειλή για την πλήρη καταστροφή του όγκου των απορριμμάτων. Από την άλλη, οι τεχνικές  $\text{vH}_2\text{O}_2$  και ξηρής θερμότητας έχουν τη δυνατότητα επανεπεξεργασίας προσωπικών προστατευτικών (μάσκες PPE και N95) και της επαναχρησιμοποίησής τους.

Τα αυστηρά lockdown που επιβλήθηκαν στην Αυστραλία οδήγησαν σε σημαντικές αυξήσεις στα οικιακά και ιατρικά απόβλητα. Στη χώρα, η διαχείριση και η διάθεση των αποβλήτων που σχετίζονται με τον κορωνοϊό ξεκινά με την κατάλληλη εκτίμηση των παραγόμενων ποσών. Στην Αυστραλία, αρκετοί παράγοντες ευθύνονται για τις διακυμάνσεις στην παραγωγή των αποβλήτων COVID-19 και αυτά περιλαμβάνουν (α) τον τύπο της εγκατάστασης, (β) το μέγεθος της εγκατάστασης, (γ) τον αριθμό των ατόμων που λαμβάνουν θεραπεία και (δ) το είδος των θεραπειών που παρέχονται στις διάφορες νοσοκομειακές εγκαταστάσεις. Πριν από την πανδημία, το 2019, η Αυστραλία παρήγαγε περίπου 67 εκατομμύρια τόνους ιατρικών αποβλήτων και επί του παρόντος, παράγονται κατά μέσο όρο ιατρικά απόβλητα συσχετιζόμενα με τον COVID-19 που αντιστοιχούν σε έναν κάδο τροχών 240 λίτρων την εβδομάδα. Σε περιοχές με τους μεγαλύτερους αριθμούς ενεργών κρουσμάτων κορωνοϊού γειμίζουν έως και δώδεκα κάδοι ημερησίως των 240 λίτρων, με περίπου 84 κάδους την εβδομάδα. Συνεπώς, για την Αυστραλία η αποτελεσματική διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων COVID-19 είναι μείζονος σημασίας.

Στην Αυστραλία, τα ιατρικά απόβλητα που παράγονται από υπηρεσίες φροντίδας ασθενών με COVID-19 συλλέγονται από τοπικούς φορείς συλλογής αποβλήτων και καθοδηγούνται από την πολιτεία και τις τοπικές πολιτικές και διαδικασίες. Τα ιατρικά απόβλητα ταξινομούνται ως μολυσματικά απόβλητα και θα πρέπει να επισημαίνονται ευκρινώς σε δοχεία με επένδυση για τη συλλογή των αιχμηρών αντικειμένων. Τα μολυσματικά μολυσμένα απόβλητα COVID-19 θα πρέπει να απολυμαίνονται επαρκώς και στη συνέχεια να διαχωρίζονται και να συσκευάζονται στις αντίστοιχες συνιστώμενες σακούλες διάθεσης απορριμμάτων. Για να εξασφαλιστεί επαρκής προστασία, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται στεγανές σακούλες διπλής στρώσης. Αυτά τα δοχεία απορριμμάτων COVID-19 δεν πρέπει να φυλάσσονται σε δημόσιους χώρους. Οι κόκκινες σακούλες θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ειδικά για τη συλλογή των μολυσματικών αποβλήτων όπως οι μάσκες προσώπου, η ασπίδα προσώπου, τα γυαλιά, οι ποδιές, οι πλαστικές ρόμπες και τα γάντια. Οι σακούλες πρέπει να χρησιμοποιούνται για τη συλλογή κλινοσκεπασμάτων μολυσμένων με σωματικά υγρά ή αίμα. Τα απόβλητα που παράγονται από αυτές τις πηγές θα πρέπει να συλλέγονται χωριστά σε σάκουσ κίτρινου χρώματος για τους τοπικούς φορείς συλλογής απορριμμάτων (Andeobu, Wibowo & Grandhi, 2022).

Ο διαχωρισμός είναι ένας από τις πιο κρίσιμες φάσεις της διαχείρισης ιατρικών αποβλήτων, καθώς αποτρέπει τη μόλυνση των μη επικίνδυνων αποβλήτων από τα επικίνδυνα απόβλητα, καθιστώντας έτσι ολόκληρη τη ροή αποβλήτων επικίνδυνη. Επιπλέον, ο κατάλληλος διαχωρισμός θα μειώσει την τοξικότητα και τον όγκο της ροής των αποβλήτων και θα διευκολύνει τη μεταφορά τους. Τα απόβλητα διαχωρίζονται ανάλογα με την ποσότητα, τη σύνθεση και τη μέθοδο διάθεσης της ροής αποβλήτων. Η μεταφορά είναι μια εξίσου σημαντική πτυχή της διαχείρισης των ιατρικών απορριμμάτων από τον COVID-19. Πριν από τη μεταφορά, όλα τα απόβλητα που έχουν μολυνθεί με COVID-19 πρέπει να σφραγίζονται σε σακούλες που φέρουν κατάλληλη ετικέτα/γραμμικό κωδικό πριν από τη μεταφορά. Τα

απόβλητα από το χώρο συλλογής θα πρέπει να μεταφέρονται στο χώρο αποθήκευσης σε ξεχωριστό καρότσι επισημασμένο ως COVID-19. Τα καρότσια που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά των αποβλήτων COVID-19 απολυμαίνονται με 1% υποχλωριώδες νάτριο. Επιπλέον, η επιτόπια μεταφορά θα πρέπει να πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια ωρών εκτός αιχμής όποτε είναι δυνατόν. Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται καθιερωμένες διαδρομές για την αποτροπή της έκθεσης του προσωπικού και των ασθενών (Andeobu, Wibowo & Grandhi, 2022).

Ο χώρος αποθήκευσης θα πρέπει να είναι καλά ασφαλισμένος, αεριζόμενος και απρόσιτος σε τρίτους. Θα πρέπει να χρησιμοποιείται ξεχωριστός κάδος αποθήκευσης αποβλήτων με ετικέτα COVID-19 και η αποθήκευσή τους να γίνεται σε ειδικό χώρο προσωρινής αποθήκευσης για να αποφευχθεί η ανάμειξη με άλλα είδη αποβλήτων. Τα απόβλητα COVID-19 πρέπει να απολυμαίνονται (διάλυμα χλωρίου 0,5–1%) αμέσως μετά την παράδοση των αποβλήτων και να μην αποθηκεύονται για περισσότερο από 24 ώρες μετά τη συλλογή. Ένας αριθμός μεθόδων χρησιμοποιείται για την επεξεργασία και τη διάθεση των αποβλήτων COVID-19 και άλλων μολυσματικών ιατρικών αποβλήτων.

Οι μέθοδοι επεξεργασίας και απόρριψης που υιοθετούνται εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες όπως η πηγή των αποβλήτων, τα διάφορα συστατικά και τους κινδύνους που συνδέονται με τη ροή των αποβλήτων. Κάποιες επιλογές απόρριψης που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση ιατρικών αποβλήτων συμπεριλαμβανομένων των απορριμμάτων COVID-19 είναι οι εξής: (α) εγκεκριμένη υγειονομική ταφή, (β) σε αυτόκλειστο και τεμαχισμό, (γ) χημική απολύμανση, (δ) λείανση/τεμαχισμός (με υποχλωριώδες νάτριο), (ε) λείανση/τεμαχισμός (με υπεροξείδιο του υδρογόνου και ασβέστη), (στ) απολύμανση και τεμαχισμό σε φούρνο μικροκυμάτων και (ζ) εγκεκριμένη αποτέφρωση (Andeobu, Wibowo & Grandhi, 2022).

## Συζήτηση και προτάσεις

Η διαρκώς αυξανόμενη πληθυσμιακή αύξηση στις πόλεις ως αποτέλεσμα της οικονομικής ανάπτυξης έχει οδηγήσει στην αυξημένη παραγωγή διάφορων ειδών αστικών στερεών αποβλήτων, ιδίως των ιατρικών αποβλήτων (Torkashvand et al., 2020). Η ορθή διαχείριση των αστικών αποβλήτων είναι καθοριστικής σημασίας για τη μείωση των δυσμενών επιπτώσεων στο περιβάλλον και στην υγεία των πολιτών. Τα στερεά απόβλητα έχουν πολυάριθμες επιπτώσεις στην υγεία, στο περιβάλλον, στην οικονομία και στην ευρύτερη κοινωνία. Τα νοσοκομειακά απόβλητα είναι τα πιο σημαντικά ιατρικά απόβλητα, τα οποία περιλαμβάνουν διαφορετικούς τύπους μολυσματικών, αιχμηρών, τοξικών, χημικών, φαρμακευτικών και ημιοικιακών αποβλήτων. Η κατάλληλη διαχείρισή τους για τον έλεγχο των αντίστοιχων κινδύνων για την υγεία και την πρόληψη της μετάδοσης μολυσματικών ασθενειών είναι αναγκαία. Σήμερα, πιο πολύ από ποτέ, εν μέσω της τρέχουσας πανδημίας του COVID-19, η διαχείριση των αποβλήτων θεωρείται προτεραιότητα.

Οι κακές πρακτικές διαχείρισης των μολυσματικών αποβλήτων μεταξύ των εργαζομένων στον τομέα της υγείας στα νοσοκομεία αποτελούν μεγάλη απειλή για τη δημόσια υγεία. Η ακατάλληλη διαχείριση των μολυσματικών αποβλήτων μολύνει συχνά τους εργαζόμενους στον τομέα της υγείας με ηπατίτιδα Β και C, τύφο, χολέρα, φυματίωση, δερματικές λοιμώξεις, λοιμώξεις του αναπνευστικού συστήματος και HIV/AIDS. Τα μολυσματικά απόβλητα της υγειονομικής περίθαλψης θεωρούνται τα δεύτερα πιο επικίνδυνα απόβλητα στον κόσμο που πρέπει να αντιμετωπίζονται σωστά από το εκπαιδευμένο προσωπικό ενός οργανισμού (Zhang et al., 2013).

Μελέτες υποδεικνύουν ότι οι πρακτικές των εργαζομένων στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης δεν ανταποκρίνονται στα πρότυπα και έτσι οδηγούν σε μεγάλη απειλή για περιβαλλοντική ρύπανση. Ο διαχωρισμός είναι το κύριο βήμα που δεν εφαρμόζεται στα νοσοκομεία από το υγειονομικό προσωπικό. Ένας πιθανός λόγος είναι η έλλειψη εκπαίδευσης. Μελέτες αναφέρουν επίσης ότι οι πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων ακόμη και μεταξύ των γενικών ιατρών δεν είναι κατάλληλες, επομένως πρέπει να εκπαιδευτούν (Qaiser, 2012). Η υποστήριξη από τη διοίκηση του νοσοκομείου είναι ζωτικής σημασίας για τη διεξαγωγή των τακτικών μαθημάτων εκπαίδευσης για το προσωπικό που χειρίζεται μολυσματικά απόβλητα. Τα περισσότερα από τα απόβλητα που παράγονται από το νοσοκομείο είναι μη μολυσματικά και μπορούν εύκολα να διαχειρίζονται μέσω του δήμου, αλλά το 10-15% των μολυσματικών αποβλήτων χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή από το εκπαιδευμένο υγειονομικό προσωπικό, διαφορετικά αυτό το μικρό ποσοστό μπορεί να μολύνει ολόκληρη την παρτίδα. Αυτός ο κίνδυνος μπορεί να αποφευχθεί μόνο εάν το προσωπικό χειρισμού απορριμμάτων είναι εκπαιδευμένο στην τεχνική διαχωρισμού στην πηγή (Haylamicheal & Desalegne, 2012).

Η συνεχής εκπαίδευση των επαγγελματιών υγείας θα μπορούσε να βελτιώσει τη συνολική τους προσέγγιση στη διαχείριση μολυσματικών αποβλήτων. Μελέτες πρότειναν ότι τέτοιες εκπαιδεύσεις είναι πολύ σημαντικές για τη βελτίωση των πρακτικών χειρισμού απορριμμάτων του προσωπικού στο νοσοκομειακό περιβάλλον (Ferdowsi et al., 2012). Η ακατάλληλη διαχείριση των αποβλήτων θα μπορούσε να ελαχιστοποιηθεί μέσω της συνεχούς εκπαίδευσης των εργαζομένων στους σταθμούς εργασίας τους. Η απόδοση του εργατικού δυναμικού στον τομέα της υγείας θα μπορούσε να βελτιωθεί με εντατική και στη συνέχεια περιοδική επανεκπαίδευση. Επιπλέον, οι πρακτικές του προσωπικού εξαρτώνται πάντα από τη διαθεσιμότητα των Προσωπικού Προστατευτικού Εξοπλισμού, όπως ποδιές, μάσκες, λαστιχένιες μπότες κ.λπ..

Η μελέτη των Kumar, Somrongsong & Shaikh (2015) έδειξε ότι οι εργαζόμενοι δεν έχουν επάρκεια στην εξάσκηση της σωστής χρωματικής κωδικοποίησης των κάδων απορριμμάτων και στη χρήση του Προσωπικού Προστατευτικού Εξοπλισμού στο χώρο εργασίας τους. Αυτό θα μπορούσε να βελτιωθεί με την υποστήριξη της διοίκησης του νοσοκομείου και με την κατανομή του κατάλληλου προϋπολογισμού για περιοδικές εκπαιδεύσεις σε όλες αυτές τις πτυχές σε ένα νοσοκομείο.

Η ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας αναδεικνύει ότι η πρακτική εκπαίδευση επηρεάζει θετικά τις πρακτικές ενός ατόμου και τη συμπεριφορά του στο χώρο εργασίας του. Οι εκπαιδεύσεις πρόσωπο-με-πρόσωπο έχει αποδειχθεί ότι είναι μια από τις πιο αποτελεσματικές στρατηγικές για τη βελτίωση των πρακτικών και της συμπεριφοράς υγείας, ειδικά όταν συνδυάζονται με άλλες επεμβατικές προσεγγίσεις εκπαίδευσης (Arisanti, 2012).

Στο πλαίσιο των προτάσεων για την ενίσχυση της φιλικής προς το περιβάλλον διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων μπορούν να εφαρμοστούν στρατηγικές για την αποτελεσματικότερη διαχείριση. Επιπλέον, μπορούν να προωθηθούν η ανάπτυξη νέων εργαλείων και προγραμμάτων για τη μείωση των ιατρικών αποβλήτων, η αύξηση της επαναχρησιμοποίησης των αποβλήτων, η προώθηση πρακτικών που μειώνουν τον όγκο των αποβλήτων που παράγονται και η διασφάλιση του σωστού διαχωρισμού των αποβλήτων στην πηγή, η αύξηση της ευαισθητοποίησης σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αποβλήτων και η προώθηση της διαχείρισης των μη επικινδύνων νοσοκομειακών αποβλήτων μέσω της ανακύκλωσης ή της κομποστοποίησης. Επιπλέον, αποτελεσματική θα ήταν η συνεργασία των νοσοκομείων με τρίτα μέρη για τη βελτίωση της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης προϊόντων υγειονομικής περίθαλψης για τη μείωση της ανάγκης για αποτέφρωση στο ελάχιστο (Health Care Without Harm Europe, 2020b).

Παγκοσμίως, υπάρχει μια αυξανόμενη ανησυχία σχετικά με τις αρνητικές επιπτώσεις των μολυσματικών ιατρικών αποβλήτων που παράγονται κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19 και τους κινδύνους μόλυνσης που συνδέονται με τη διαχείριση των αποβλήτων. Οι αυξήσεις στη χρήση του ατομικού προστατευτικού εξοπλισμού από τους πολίτες κατά τη διάρκεια της πανδημίας προκάλεσε την παραγωγή μολυσματικών αποβλήτων με πιθανές μόλυνσης των δημοτικών αποβλήτων (Torkashvand et al., 2021). Η συνεχής χρήση του προστατευτικού εξοπλισμού από τους επαγγελματίες υγείας και τους ασθενείς, καθώς και η αύξηση των ασθενών στα νοσοκομεία έχει οδηγήσει σε αυξημένη αναλογία των μολυσματικών αποβλήτων. Σε αυτή την κατάσταση, η διαχείριση των νοσοκομειακών αποβλήτων είναι ιδιαίτερης σημασίας, διότι υπάρχει ανησυχία για την πιθανότητα μετάδοσης του ιού από τη μάζα των αποβλήτων στο προσωπικό και την κοινότητα (Nzediegwu & Chang, 2020).

Ως εκ τούτου, τα μέτρα για τη διασφάλιση της ασφαλούς διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων και με περιβαλλοντικά ορθό τρόπο θα μειώσουν τις αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον, προστατεύοντας έτσι την υγεία των ασθενών, των εργαζομένων στον τομέα της υγείας και του κοινού γενικότερα. Παρά το γεγονός ότι ο ρυθμός παραγωγής μολυσματικών ιατρικών αποβλήτων είναι σημαντικός για τον σχεδιασμό της διαχείρισης και την ανάπτυξη πολιτικής, υπάρχει περιορισμός στη διαθεσιμότητα των εθνικών δεδομένων και στην ακρίβειά τους, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες (Maalouf & Maalouf, 2021).

Οι Maalouf & Maalouf (2021) αναφέρουν προτάσεις για τη βελτίωση της διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων που σχετίζονται με τον COVID-19. Οι προτάσεις αυτές μπορούν να προσαρμοστούν και να διατυπωθούν ως εξής στο πλαίσιο των συμπερασμάτων της παρούσας μελέτης:

- Τη διεξαγωγή στατιστικών μελετών σε όλες τις χώρες με στόχο τον προσδιορισμό των ρυθμών παραγωγής των ιατρικών αποβλήτων (kg ανά κρεβάτι ανά ημέρα), καλύπτοντας τις διάφορες πηγές παραγωγής (δημόσια και ιδιωτικά νοσοκομεία, εργαστήρια, πρωτοβάθμια φροντίδα υγείας κλπ), με ιδιαίτερη προσοχή στα απόβλητα που σχετίζονται με τον COVID-19. Οι μελέτες θα εστιάζουν σε δείκτες για τον προσδιορισμό των δεδομένων της σύνθεσης των ιατρικών αποβλήτων που σχετίζονται με τον COVID-19.
- Τον εντατικό έλεγχο και την παρακολούθηση των εργασιών της συλλογής των επικίνδυνων ιατρικών αποβλήτων, των εργασιών αυτόκλειστου, της υπαίθριας καύσης και της παράνομης απόρριψης ή αποτέφρωσης, υπό την επίβλεψη ειδικών περιβαλλοντικών επιτροπών.
- Τη απόδοση έμφασης για την πρόληψη και τη μείωση των ιατρικών αποβλήτων καθώς και στη διαλογή στην πηγή, ιδιαίτερα για τον διαχωρισμό στην πηγή του επικίνδυνου κλάσματος σε μολυσματικά και τοξικά επιμέρους κλάσματα. Η ακατάλληλη διαλογή μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένες ποσότητες μολυσματικών ιατρικών αποβλήτων και, συνεπώς, σε αυξημένο κόστος



διάθεσης. Ως εκ τούτου, τα ιδρύματα υγειονομικής περίθαλψης θα πρέπει να ενισχύσουν περαιτέρω το σύστημα παρακολούθησης διαχείρισης αποβλήτων.

- Κάθε χώρα θα πρέπει να καταβάλει περισσότερες προσπάθειες για την επιβολή και την εφαρμογή των υφιστάμενων κανόνων και κανονισμών για τον έλεγχο των ιατρικών αποβλήτων που σχετίζονται με τον COVID-19.
- Την προσαρμογή των κανονισμών σε κάθε χώρα σχετικά με τα ιατρικά απόβλητα που συλλέγονται, επεξεργάζονται και απορρίπτονται μηνιαία, καθώς και για την περιβαλλοντική αδειοδότηση και την ετήσια περιβαλλοντική απόδοση των φορέων εκμετάλλευσης αποβλήτων, τα οποία μπορούν να διατεθούν σε ηλεκτρονική μορφή στο σύστημα υγείας.

## Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας, τα απόβλητα της υγειονομικής περίθαλψης έχουν αυξηθεί δραματικά κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19 και η ακατάλληλη διαχείριση τους βοηθά στη μετάδοση του ιού COVID-19. Τα μέτρα ασφαλείας των εργαζομένων στη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων και η απολύμανση είναι ζωτικής σημασίας, ενώ η επιτόπια επεξεργασία και η προσωρινή αποθήκευση μειώνουν την επιβάρυνση των αποβλήτων. Οι σωστές πρακτικές διαχείρισης μετριάζουν τα προβλήματα υγειονομικής ταφής και την περαιτέρω εξάπλωση του ιού. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για την αξιολόγηση των παραγόντων που επηρεάζουν τη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων που σχετίζονται με τον COVID-19, όπως οι μέθοδοι και οι πολιτικές ταξινόμησης, τα οικονομικά μέσα, τα πρότυπα ποιότητας, ο βαθμός συνειδητοποίησης και η αντίληψη του κινδύνου, που μπορεί να διαφέρουν μεταξύ των ιδρυμάτων της υγειονομικής περίθαλψης ανά τον κόσμο.

Στο πλαίσιο της τρέχουσας πανδημίας η ορθή διαχείριση των ιατρικών νοσοκομειακών αποβλήτων που συσχετίζονται με τον COVID-19 είναι ζωτικής σημασίας για τον έλεγχο της διασποράς του ιού. Παράλληλα, έχουν εφαρμοστεί, από την αρχή της πανδημίας, τρόποι και μέθοδοι μέτρησης του ιικού φορτίου στα υγρά αστικά απόβλητα, με στόχο η χημική ανάλυση να λειτουργήσει συμπληρωματικά στην επιτήρηση της επιδημιολογίας και της διασποράς. Παρότι, από μόνη της ως διαδικασία δεν πληροί την επιτήρηση και την παρακολούθηση της διασποράς, όπως και των κρουσμάτων, η χημική ανάλυση των λυμάτων των πόλεων με στόχο την ανεύρεση του γονιδιώματος του ιού παρέχει πολύτιμες πληροφορίες που θωρακίζουν περαιτέρω τις διαδικασίες της πρόληψης και του ελέγχου της εξάπλωσης. Στη χώρα μας, όπως μελετήθηκε, έχει συσταθεί στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο ειδική διεπιστημονική ομάδα για τον προσδιορισμό του ιικού φορτίου στα υγρά απόβλητα της πόλης. Αυτή η ερευνητική πρωτοπορία αναδεικνύει την πρακτική εφαρμογή της παρακολούθησης της εξέλιξης των εστιών υπερμετάδοσης, μέσω της ανάπτυξης ενός μαθηματικού μοντέλου που εξορθολόγησε τις ποσοτικές μετρήσεις της διασποράς στα υγρά απόβλητα, συμπεριλαμβάνοντας περιβαλλοντικές παραμέτρους.

Η παρούσα ανασκόπηση είχε περιορισμούς. Αρχικά, ο ερευνητής επεδίωξε να πραγματοποιήσει μία έρευνα σε μεγάλο νοσοκομείο της Αττικής, σχετικά με τα πρωτοκόλλα που ακολουθεί για τη διαχείριση των παραγόμενων ιατρικών αποβλήτων. Οι συνθήκες ωστόσο δεν επέτρεψαν κάτι τέτοιο και η μελέτη αυτή περιορίστηκε στην ανασκόπηση της διεθνούς και της ελληνικής βιβλιογραφίας. Άλλος περιορισμός θα μπορούσε να είναι η συνοπτική διερεύνηση της διαχείρισης των ιατρικών νοσοκομειακών αποβλήτων του COVID-19, και η εστιασμένη διερεύνηση αυτού του ζητήματος θα μπορούσε να αποτελέσει μία πρόταση για μελλοντική έρευνα.

Στο πλαίσιο των προτάσεων για μελλοντική έρευνα, δεδομένου ότι η παρούσα διπλωματική εργασία αποτέλεσε μία βιβλιογραφική ανασκόπηση, προτείνεται να πραγματοποιηθεί μια ερευνητική μελέτη με το ίδιο θέμα, η οποία θα εστιάζει στη διερεύνηση της διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων στη χώρα μας. Η έρευνα θα μπορούσε να έχει ως δείγμα κάποιο ή κάποια από τα μεγάλα γενικά νοσοκομεία του νομού Αττικής και να συλλέξει πληροφορίες σχετικά με τα πρωτόκολλα που ακολουθούν για τη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων που παράγουν, ιδίως όσον αφορά τη διαχείριση των ιατρικών αποβλήτων COVID-19. Η διαδικασία της διαχείρισης των ιατρικών αποβλήτων αποτελεί ένα διαχρονικό θέμα, όπως και ένα θέμα που δεν έχει διερευνηθεί επαρκώς ερευνητικά στα ελληνικά νοσοκομεία. Εν γένει, μελλοντικές μελέτες μπορούν να εστιάσουν στη διερεύνηση των διαδικασιών αυτών στα μεγάλα νοσοκομεία της χώρας, όχι μόνο της Αττικής, αλλά και σε εκείνα που θεωρούνται νοσοκομεία αναφοράς για τον COVID-19. Οι μελλοντικές αυτές μελέτες θα συνδράμουν στη διεξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την ορθότητα, τα μέσα και την αποτελεσματικότητα των διαδικασιών που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση των ιατρικών νοσοκομειακών αποβλήτων.

## Βιβλιογραφία

### Διεθνής

Adu, R. O., Gyasi, S. F., Essumang, D. K., & Otabil, K. B. (2020). Medical Waste-Sorting and Management Practices in Five Hospitals in Ghana. *Journal of Environmental and Public Health*, 1-14.

Aguiar-Oliveira, A. Campos, A. R Matos, C. Rigotto, A. Sotero-Martins, Teixeira PFP, et al. (2020). Wastewater-based epidemiology (WBE) and viral detection in polluted surface water: a valuable tool for COVID-19 surveillance-a brief review *International Journal of Environ. Res. Public Health*, 17 (24), 9251.

Ali, M., Wang, W., Chaudhry, N., & Geng, Y. (2017). Hospital waste management in developing countries: A mini review. *Waste Management & Research*, 35(6), 581-592.

Altin, S., Altin, A., Elevli, B., & Cerit, O. (2003). Determination of Hospital Waste Composition and Disposal Methods: a Case Study. *Polish Journal of Environmental Studies*, 12(2), 251-255.

Amin, R., Gul, R., & Mehrab, A. (2013). Hospital waste management; practices in different hospitals of Distt. Peshawar. *The Professional Medical Journal*, 20(6), 988-994.

Andeobu, L., Wibowo, S., & Grandhi, S. (2022). Medical Waste from COVID-19 Pandemic-A Systematic Review of Management and Environmental Impacts in Australia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1381.

Arisanti, N. (2012). The effectiveness of face to face education using catharsis education action (CEA) method in improving the adherence of private general practitioners to national guideline on management of tuberculosis in Bandung. *Asia Pacific Family Medicine*, 11:2.

Babanyara, Y.Y., Ibrahim, D.B., Garba, T., Bogoro, A.G., & Abubakar, M.Y. (2013). Poor medical waste management practices and its risks to human health and the environment: A literature review. *International Journal of Environmental, Chemical, Ecological*, 7, 780-787.

Bakopoulou, S., Kungolos, A., & Aravossis, K. (2005). Medical waste management in Greece: the case of Thessaly region. *Sustainable Development and Planning II*, 1, 565.

Barcelo, D. (2020). An environmental and health perspective for COVID-19 outbreak: meteorology and air quality influence, sewage epidemiology indicator, hospitals disinfection, drug therapies and recommendations. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8.

Caniato M, Tudor T and Vaccari M (2015) International governance structures for health-care waste management: A systematic review of scientific literature. *Journal of Environmental Management*, 153, 93-107.

Cheung, K.S., Hung, I.F.N., Chan, P.P.Y., Lung, K.C., Tso, E., et al. (2020). Gastrointestinal Manifestations of SARS-CoV-2 Infection and Virus Load in Fecal Samples From a Hong Kong Cohort: Systematic Review and Meta-analysis. *Gastroenterology*, 159(1), 81-95.

Chin, A., Chu, J., Perera, M., Hui, K., Yen, H.L., Chan, M., & Poon, L. (2020). Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. *The Lancet Microbe*, 1(1), e10.

Crabb, C. (2003). Researchers argue that unsafe injections spread HIV more than unsafe sex. *Bulletin of the World Health Organization*, 81(4), 307.

Datta, P., Mohi, G.K., & Chander J. (2018). Biomedical waste management in India: critical appraisal. *Journal of Laboratory Physicians*, 10, 6-14.

Duarte P., & Santana V.T. (2020). Disinfection measures and control of SARS-COV-2 transmission. *Global Biosecurity*, 1(3).

Fan, YV, Jiang, P, Hemzal, M, et al. (2021). An update of COVID-19 influence on waste management. *Science of The Total Environment*, 754, 142014.

Farzadkia, M., Moradi, A., Mojtaba Shah Mohammadi, & Jorfi, S. (2009). Hospital waste management status in Iran: a case study in the teaching hospitals of Iran University of Medical Sciences. *Waste Management & Research*, 27(4), 384-389.

Ferdowsi, A., Ferdosi, M., Mehrani, Z., & Narenjkar, P. (2012). Certain hospital waste management practices in Isfahan, Iran. *International Journal of Preventive Medicine*, 3(1), S176-185.

Gawad, A., Ahmed, S., Al-Hakimi-Munira, A. & Dughish, M.A. (2016). Determination of medical waste composition in hospitals of Sana'a city, Yemen. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 20(2), 343-347.

Haji JY, Subramaniam A, Kumar P, Ramanathan K, Rajamani A. State of Personal Protective Equipment Practice in Indian Intensive Care Units amidst COVID-19 Pandemic: A Nationwide Survey. *Indian Journal of Critical Care Medicine*, 24(9), 809-816.

Halazonitis, P.P. (2021). *Hospital waste in Greece: Management and inspection issues*. Cyprus: 4<sup>th</sup> International Conference on Solid Waste Management.

Hansen, D., Mikloweit, U., Ross, B., & Popp, W. (2014). Healthcare waste management in Germany. *International Journal of Infection Control*, 10(1), 1-5.

Haylamicheal, I.D., & Desalegne, S.A. (2012). A review of legal framework applicable for the management of healthcare waste and current management practices in Ethiopia. *Waste Management Research*, 30(6), 607-618.

Health Care Without Harm Europe. (2004). *Non-Incineration Medical Waste Treatment Technologies in Europe. A Recourse for Hospital Administrators, Facility Managers, Health Care Professionals, Environmental Advocates, and Community Members*. Prague, Czech Republic.

Health Care Without Harm Europe. (2020a). *Member survey on hospital waste - Results analysis*. Available on <https://noharm-europe.org/content/europe/member-survey-hospital-waste-results-analysis>. Retrived on 03/01/2022.

Health Care Without Harm Europe. (2020b). *How to green food services in European healthcare*. Available on [https://noharm-europe.org/sites/default/files/documents-files/6443/2020-06-10\\_Green-food-European-Healthcare\\_WEB.pdf](https://noharm-europe.org/sites/default/files/documents-files/6443/2020-06-10_Green-food-European-Healthcare_WEB.pdf).

Hong, J., Zhan, S., Yu, Z., Hong, J., & Qi, C. (2018). Life-cycle environmental and economic assessment of medical waste treatment. *Journal of Cleaner Production*, 174, 65-73.

Ilyas, S., Srivastava, R. R., & Kim, H. (2020). Disinfection technology and strategies for COVID-19 hospital and bio-medical waste management. *The Science of the total environment*, 749, 141652.

Insa, E., Zamorano, M., & López, R. (2010). Critical review of medical waste legislation in Spain. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(12), 1048–1059.

International Committee of Red Cross (ICRC). (2011). *Manual of medical waste management*. Geneva, Switzerland, 59-75.

ISWA. (2020) *Waste Management during the Covid-19 pandemic: ISWA's recommendations*. Available at [https://www.iswa.org/fileadmin/galleries/0001\\_COVID/ISWA\\_Waste\\_Management\\_During\\_COVID-19.pdf](https://www.iswa.org/fileadmin/galleries/0001_COVID/ISWA_Waste_Management_During_COVID-19.pdf). Accessed 5/01/22.

Kalantary, R.R., Jamshidi, A., Mofrad, M.M.G., Jafari, A.J., Heidari, N., Fallahizadeh, S., Hesami-Arani, M., & Torkashvand, J. (2021). Effect of COVID-19 pandemic on medical waste management: a case study. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, (1), 6.

Kezaala, R. (2002). *Injection Waste Management in Immunization Campaigns: Lessons and Orientations for 2002*. Geneva: World Health Organization.

Klemeš, J.J., Van-Fan, Y.V., Tan, R.R., et al. (2020) Minimising the present and future plastic waste, energy and environmental footprints related to COVID-19. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 127, 109883.

Komilis, D., Katsafaros, N., & Vassilopoulos, P. (2011) Hazardous Medical Waste Generation in Greece: Case Studies from Medical Facilities in Attica and from Small Insular Hospital. *Waste Management & Research*, 29(8), 807.

Kumar, R., Khan, E.A., Ahmed, J., Khan, Z., Magan, M., & Nousheen, M.I. (2010). Healthcare waste management (HCWM) in Pakistan: current situation and training options. *Journal of Ayub Medical College Abbottabad*, 22(4), 101-105.

Kumar, R., Shaikh, B. T., Somrongthong, R., & Chapman, R. S. (2015). Practices and challenges of infectious waste management: A qualitative descriptive study from tertiary care hospitals in Pakistan. *Pakistan journal of medical sciences*, 31(4), 795-798.

Li, C.S., & Jenq, F.-T. (1993). Physical and Chemical Composition of Hospital Waste. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 14(3), 145-150.

Liu, F., Liu, H.-Q., Wei, G.-X., Zhang, R., Zeng, T.-T., Liu, G.-S., & Zhou, J.-H. (2018). Characteristics and treatment methods of medical waste incinerator fly ash: A review. *Processes*, 6(10), 173.

Maalouf, A., & Maalouf, H. (2021). Impact of COVID-19 pandemic on medical waste management in Lebanon. *Waste Management Research*, 39(1), 45-55.

Malekahmadi, F., Yunesian, M., Yaghmaeian, K., & Nadafi, K. (2014). Analysis of the healthcare waste management status in Tehran hospitals. *Journal of environmental health science & engineering*, 12(1), 116.

Minoglou, M., Gerassimidou, S., & Komilis, D. (2017). Healthcare waste generation worldwide and its dependence on socio-economic and environmental factors. *Sustainability*, 9(2), 220.

Nasima, A. (2000). *Medical Waste Management: A Review. Environmental Engineering Program. School of Environment, Resources and Development*. Thailand: Asian Institute of Technology (ATI).

Neault, N., Baig, A.T., Graber, T.E., D'Aoust, P.M., Mercier, E. I, et al. (2020). SARS-CoV-2 protein in wastewater mirrors COVID-19 prevalence. medRxiv.

Nemathanga, F., Maringa, S., & Chimuka, L. (2008). Hospital solid waste management practices in Limpopo Province, South Africa: A case study of two hospitals. *Waste Manage*, 28, 1236-1245.

Ngwuluka, N., Ocheke, N., Odumosu, P., & Sunday, J. (2009). Waste management in healthcare establishments within Jos Metropolis, Nigeria. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 3(12), 459-465.

Nzediegwu, C., & Chang S.X. (2020). Improper solid waste management increases potential for COVID- 19 spread in developing countries. *Resources, Conservation & Recycling*, 161, 104947.

Parasa, S., Desai, M., Thoguluva Chandrasekar, V., Patel, H. K., Kennedy, K. F., et al. (2020). Prevalence of Gastrointestinal Symptoms and Fecal Viral Shedding in Patients With Coronavirus Disease 2019: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA network open*, 3(6), e2011335.



Peng, J., Wu, X., Wang, R., Li, C., Zhang, Q., & Wei, D. (2020). Medical waste management practice during the 2019–2020 novel coronavirus J Environ Health Sci Engineer pandemic: experience in a general hospital. *American Journal of Infection Control*, 48, 918-921.

Peng, J., Wu, X., Wang, R., Li, C., Zhang, Q., & Wei, D. (2020). Medical waste management practice during the 2019-2020 novel coronavirus pandemic: Experience in a general hospital. *American Journal of Infection Control*, 48(8), 918-921.

Penteado, C.S.G. (2021). Covid-19 effects on municipal solid waste management: What can effectively be done in the Brazilian scenario? *Resources, Conservation and Recycling*, 164: 105152.

Price, A., Cui, Y., Liao, L., Xiao, W., Yu, X., Wang, H., Zhao, M., Wang, Q., Chu, S., & Chu, L. (2020). Is the Fit of N95 Facial Masks Effected by Disinfection? A Study of Heat and UV Disinfection Methods Using the OSHA Protocol Fit Test. MedRxiv

Prüss, A., Giroult, E., & Rushbrook, P. (1999). *Safe Management of Wastes from Health-Care Activities*. Geneva: World Health Organization.

Qaiser, S. (2012). Survey of sharp waste disposal system in clinics of New Karachi. *Journal Of Pakistan Medical Association: JPMA*, 62(2):163-164.

Rasheed, S., Iqbal, S., Baig, L.A., & Mufti, K. (2005). Hospital waste management in the teaching hospitals of Karachi. *Journal Of Pakistan Medical Association: JPMA*, 55(5), 192-195.

Rhee, S.W. (2020). Management of used personal protective equipment and wastes related to COVID-19 in South Korea. *Waste Management & Research*, 0734242.

Rowan, N.J., & Laffey J.G. (2020). Challenges and solutions for addressing critical shortage of supply chain for personal and protective equipment (PPE) arising from Coronavirus disease (COVID19) pandemic-case study from the Republic of Ireland. *Science of the Total Environment*, 725.

Rozek, P., Krol, M., & Mozgawa, W. (2019). Solidification/stabilization of municipal solid waste incineration bottom ash via autoclave treatment: Structural and mechanical properties. *Construction and Building Materials*, 202, 603-613.

Rushbrook, P., & Zghondi, R. (2005). *Better Health Care Waste Management, an Integral Component of Health Investment*. Geneva: World Health Organization.

Rutberg, G., Bratsev, N., Safronov, A., Surov, V., & Schegolev, V. (2002). The Technology and Execution of Plasma Chemical Disinfection of Hazardous Medical Waste. *Plasma Science, IEEE Transactions*, 30(4), 1445-1448.

Salkin, I.F. (2004). *Review of Health Impacts from Microbiological Hazards in Health-Care Wastes*. Geneva: World Health Organization.

Shareefdeen, Z. (2012). Medical Waste Management and Control. *Journal of Environmental Protection*, 3, 1625-1628.

Shiao, J., Guo, L., & McLaws, M.L. (2005). Estimation of the risk of blood borne pathogens to health care workers after a needle stick injury in Taiwan. *American Journal of Infection Control*, 30(1), 15-20.

Taghipour, H., & Mosafieri, M. (2009). The challenge of medical waste management: a case study in northwest Iran-Tabriz. *Waste Management & Research: SAGE Journals*, 27(4), 328-335.

Tetteh, E., Amankwa, M., Rathilal, S., & Armah, E. (2020). Fate of COVID-19 Occurrences in Wastewater Systems: Emerging Detection and Treatment Technologies-A Review. *Water*, 12.

Torkashvand, J., Pasalari, H., Jonidi-Jafari, A., Kermani, M., Nasri, O., & Farzadkia, M. (2020). Medical waste management in Iran and comparison with neighbouring countries. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*.

UNEP. (2020). *Waste Management during the COVID-19 pandemic: From response to recovery*. Available at <https://www.unenvironment.org/resources/report/waste-management-during-covid-19-pandemic-response-recovery>. Accessed 5/01/22.

V'kovski, P., Kratzel, A., Steiner, S., Stalder, H., & Thiel, V. (2021). Coronavirus biology and replication: implications for SARS-CoV-2. *National Review of Microbiology*, 19(3), 155-170.

Vosniakos, F.K., Vasilikiotis, G., Mentzelou, P., Katsantoni, M., & Liakos, M. (2003). The impact of hospital wastes in the environment. *Fresenius Environmental Bulletin*, 12, 1233-1238.

Wang, C., Horby, P.W., Hayden, F.G., & Gao, G.F. (2020). A novel coronavirus outbreak of global health concern. *Lancet*, 395(10223), 470-473.

WHO. (2020). *Water, sanitation, hygiene, and waste management for the COVID-19 virus: interim guidance*. Geneva: World Health Organization.

Windfeld, E.S., & Brooks, M.S. (2015). Medical waste management-a review. *Journal of Environmental Management*, 163, 98-108.

World Health Organization. (1999). *WHO Safe management of wastes from healthcare activities*. Geneva: World Health Organization.

World Health Organization. (2004). *Fact sheet no 281. Healthcare Waste Management*. Geneva: World Health Organization.

World Health Organization. (2015). *Water, sanitation and hygiene in health care facilities: Status in low and middle income countries and way forward*. Geneva: World Health Organization.

Yves Chartier, J.E., Ute Pieper, A.P., Philip Rushbrook, R.S., Townend, W., & Zghondi, S.W. (2014). *Safe Management of Wastes from Health-Care Activities*. Geneva: World Health Organization.

Zhang, D., Duran, S.S.F., Lim, W.Y.S., Tan, C.K.I., Cheong, W.C.D., Suwardi, A., & Loh, X.J. (2020). SARS-CoV-2 in wastewater: From detection to evaluation. *Mater Today Adv*, 13:100211.

Zhang, H.J., Zhang, Y.H., Wang, Y., Yang, Y.H., Zhang, J., & Wang, Y.L., (2013). Investigation of medical waste management in Gansu Province. *China Waste Management Research*, 31(6), 655-659

## Ελληνόγλωσση

Γκέκας Μπ., Φραντζεσκάκη Ν., & Κατσιμπέλα Ε. (2002). *Τεχνολογίες διαχείρισης επικίνδυνων αποβλήτων*. Θεσσαλονίκη: Τζιόλα.

Καθημερινή. (2003). *Κίνδυνοι ρύπανσης από ιατρικά απόβλητα*. Έκδοση 4 Δεκεμβρίου, Αθήνα, 2003.

Ξηρογιαννοπούλου, Α. (2000). *Διαχείριση Στερεών Ιατρικών Αποβλήτων, Εργαστήριο Μεταφοράς Θερμότητας και Μηχανικής Περιβάλλοντος, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών*. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Παπαϊωάννου, Ν.Γ. (2021). *Ο ποσοτικός προσδιορισμός του φορτίου SARS-CoV-2 στα αστικά λύματα της Θεσσαλονίκης ως δείκτης του επιπέδου διασποράς του ιού στον πληθυσμό της πόλης*. Θεσσαλονίκη: ΑΠΘ.

Σωτηροπούλου, Α. (2019). *Διαχείριση ιατρικών και νοσοκομειακών αποβλήτων στην περιοχή της Αττικής*. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.